

Cihaz Teknolojisi

Aygıt Uygulayım Bilimi

**5 Otomatik
Cihazlar ve Ölçme
Sistemleri**

Özendirli

*Aygıtlar ve Ölçme
dijitaleri*



—



FERİT
BALTACI
26.02.98

ENDÜSTRİYEL OKULLAR İÇİN

CİHAZ TEKNOLOJİSİ

5

**Otomatik Cihazlar
ve Ölçme Sistemleri**

Rudolf Radnai
and
Edward G. Kingham



ETAM A.Ş. Matbaa Tesisleri, ESKİŞEHİR - 1994

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI 2731
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ 92
ISBN 975-11-0863-2

Hükümetimiz ile Dünya Bankası arasında imzalanan
antlaşma doğrultusunda Endüstriyel Okullar Projesi çerçevesinde
hazırlanan "Cihaz Teknolojisi 5 " adlı
kaynak kitap Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı'nın
3.3.1994 gün ve 2016 sayılı kararı ile 5000 adet bastırılmıştır.

Editör

Yrd.Doç.Dr. **Ali Osman TAŞLICA**

Çeviren

Doç.Dr. **Muammer KAYA**

Türkçe Düzenleme

Öğr.Gr. **Fahri OLUKLULU**

Teknik Düzenleme

Yrd.Doç.Dr. **Necati MAHIR**

© Yayın Hakkı, Butterworth & Co. (Publishers) Ltd. 1986

Türkçe yayın hakkı Milli Eğitim Bakanlığına aittir. 1994



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl...
Hakkıdır, Hakk'a tapan, milletimin istiklâl!

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
"Medeniyet!" dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş! Yurduma alçakları uğratma, sakın.
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın...
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri "toprak!" diyerek geçme, tanı :
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı :
Verme, dünyaları alsan da, bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki fedâ?
Şühedâ fişkırarak toprağı sıksan, şühedâ!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüdâ.

Ruhumun senden, İlahi, şudur ancak emeli :
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar-ki şahâdetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin seode eder-varsa-taşım,
Her cerîhamdan, İlahi, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerred gibi yerden nâ'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalar sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl:
Hakkıdır, hür yaşamış, bayrağımın hürriyet;
Hakkıdır, Hakk'a tapan, milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif ERSOY



ATATÜRK'ÜN GENÇLİĞE HİTABESİ

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk cumhuriyetini, ilelebet, muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin, en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni, bu hazineden, mahrum etmek isteyecek, dahilî ve haricî, bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok nâmûsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın, bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dahilinde, iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlilerin siyasî emelleriyle tevhid edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi, vazifen; Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır! Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asîl kanda, mevcuttur!



Bilgi çağına girerken bütün ülkelerin üzerinde önemle durdukları ve giderek daha fazla kaynak ayırdıkları sektör eğitimidir. Bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak eğitimde kaliteyi yükseltmek, gençlerimize ileri sanayi toplumunun gerektirdiği bilgi, beceri ve davranışları kazandırmak Millî Eğitimimizin temel amaçlarından biridir.

Ülkemizde; ekonomik, sosyal ve kültürel alanlarda olduğu gibi, sanayi alanında da önemli gelişmeler olmaktadır. Nitelikli insangücü ihtiyacının giderek arttığı ülkemizde meslekî ve teknik eğitim büyük önem kazanmaktadır.

Bu alandaki ihtiyacı karşılayabilmek için; çağdaş bilim ve teknolojik metodları bilen, yorumlayan, kullanan, geliştiren ve alanındaki yeniliklere uyum sağlayan, üretken teknik insangücünün yetiştirilmesi gerekmektedir. Bu konuda, teknik öğretim kurumlarımıza büyük iş düşmektedir.

Bu kurumlarımızdaki öğrencilerin iyi yetişmeleri için devletimiz her türlü desteği sağlamakta ve Hükümetimiz ile Dünya Bankası arasında imzalanan İkraz Anlaşmasıyla yürütülen Endüstriyel Okullar Projesiyle bu okullarımız, çağdaş eğitim imkanlarına kavuşturulmaktadır. Bu okullarımızda çeşitli meslek alanlarında ihtiyaç duyulan 42 adet yabancı teknik ders kitabının tercüme haklarının satın alınması, basım ve dağıtımlarının yapılarak öğrenci ve öğretmenlerimizin istifadesine sunulması, bu proje kapsamında yürütülen faaliyetlerden biridir.

Eğitim ve kültür düzeyleri yüksek, elisen teknolojiye uyum sağlayabilen toplumlar, geleceğin dünyasının şekillenmesinde önemli rol oynayacaklardır.

Bu ve benzeri çalışmaların ülkemiz için yararlı olmasını diliyorum.

Nevzat AYAZ

Millî Eğitim Bakanı

ÖNSÖZ

Varlıklarını sürdürmek isteyen toplumlar, kalkınmanın gerektirdiği sayıda nitelikli insan gücünü yetiştirmek için eğitime değer vermek ve ona bilimsel ve teknolojik bir nitelik kazandırmak mecburiyetindedirler.

Eğitim, Cumhuriyetin kuruluşundan beri ülkemizde yenileşme aracı olarak görülmüştür. Bugün Eğitim Sistemimiz, bilim çağına girilen dünyamızda, toplumumuzun büyüyen ve çeşitlenen ihtiyaçlarına cevap vermede bir takım problemlerle karşı karşıyadır.

Eğitimle ilgili problemlerin çözümünde, yeni yöntemler, teknikler ve araçlar geliştirmek için araştırmalar yapmak, ayrıca daha önce yapılmış araştırmalar sonucu geliştirilen bilgi ve teknolojiyi ülkemize getirmek zorundayız.

Eğitime ayrılacak finansman kaynaklarının sınırlı olması, ülkemizi, genel bütçe dışındaki imkanlardan faydalanmaya zorlamaktadır. Devletimiz bu imkanları araştırmış, mesleki ve teknik öğretim kurumlarımızın bilim ve teknolojiye meydana gelen gelişmelere paralel olarak modernleştirilmesi için Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası (Dünya Bankası - IBRD) ile yapılan İkraz Anlaşmasıyla Endüstriyel Okullar Projesi uygulamaya konulmuştur.

Bu projenin amaçları; Endüstriyel Okulların yeni teknoloji ürünü makina ve teçhizatla donatılarak yenilenmesi, çeşitli meslek alanlarında müfredat programlarının geliştirilmesi, burslar ve yurt dışından danışman temin edilmesi yoluyla öğretmenlerimizin eğitilmesi ve çeşitli meslek alanlarında ders kitaplarının tercüme ve yayın haklarının satın alınarak Eğitim Sistemimize kazandırılmasıdır.

Proje ile belirlenen hedeflere büyük ölçüde ulaşılmıştır. Projenin amaçlarından biri olan çeşitli meslek alanlarında (Hidrolik-Pnömatik, Soğutma ve İklimlendirme, CNC, Döküm, Elektronik, Bilgisayar, PLC ve Metal İşleri) teknik ders kitapları, uzmanlardan kurulu komisyonlarca seçilmiş ve tercüme edilerek yayımlanmıştır.

Büyük kaynak ve emek harcayarak Eğitim Sistemimize kazandırdığımız kitapların öğretmen ve öğrencilerimize faydalı olmasını dilerim.

Salih ÇELİK
Projeler Koordinasyon
Kurulu Başkanı

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ

KISALTMALAR

BİRİMLER

GİRİŞ

1. ÖLÇME TEKNİKLERİNİN OTOMASYONU	1
1.1 Otomatik Ölçümlerin Prensipleri	3
1.1.1 Ölçme Sistemleri	3
1.1.2 Bilgi Transferi	4
1.2 Ölçme Sistemlerinin Sınıflandırılması	6
1.3 Uygulama Alanları	9
1.4. Arabirim Sistemleri (Interface Systems)	11
1.4.1. RS - 232 - C Arabirimi	13
1.4.2. Ölçme Otomasyonu İçin Standart Arabirimler	13
1.4.3. BSI Arabirimleri	14
1.4.4. SIAK ve SIAL Arabirimleri	15
1.4.5. CAMAC Arabirim Sistemi	16
1.4.6. IEC Tavsiyeleri	19
1.4.7. IEC Tavsiyelerindeki Diğer Gelişmeler	21
2. IEC ARABİRİM SİSTEMİ	22
2.1. Karakterler (Özellikler)	22
2.2. Arabirim Sisteminin Yapısı	22
2.2.1. Aletlerin Sınıflandırılması	23
2.2.2. Yol Yapısı	24
2.3. Elektriksel ve Mekanik Özellikler	26
2.3.1. Elektriksel Özellikler	26
2.3.1.1. Sinyal Seviyeleri	26
2.3.1.2. Yükleme	28
2.3.1.3. Kablo Yapımı	28
2.3.1.4. Sürücü Devreleri	28
2.3.2. Mekanik Spesifikasyonlar	29
2.4. El Sıkışma Prosesi (Handshake)	30
2.5. Arabirim Sisteminin Fonksiyonel Yapısı	35
2.5.1. Fonksiyonel Elemanlar	35
2.5.2. Arabirim Fonksiyonları	37
2.5.2.1. Kodlama Sistemi	39
2.5.2.2. IEC Fonksiyonlarının Tanımı	43
2.5.2.3. Konuşma (T) ve Uzatılmış Konuşma (TE)	

Fonksiyonları (Talker and Extended Talker)	44
2.5.2.4. Dinleme (L) ve Genişletilmiş Dinleme (IE) Fonksiyonları (Listener and Extended Listener)	48
2.5.2.5. Kaynak El - Sıkışma (SH) Fonksiyonu (Source Handshake)	52
2.5.2.6. Alıcı El - Sıkışma (AH) Fonksiyonu (Acceptor Handshake)	53
2.5.2.7. Servis İşteği (SR) Fonksiyonu (Service Request)	54
2.5.2.8. Uzak/Lokal (RL) Fonksiyonları (Remote/Local)	54
2.5.2.9. Paralel Yoklama (PP) Fonksiyon (Parallel Poll)	56
2.5.2.10. Alet Temiz (DC) Fonksiyonu (Device Clear)	57
2.5.2.11. Alet Tetikleyici (DT) Fonksiyonu (Device Trigger)	58
2.5.2.12. Kontrol Aleti (C) Fonksiyonu (Controller)	59
2.6. Mesaj Kodlama	61
2.6.1. Arabirim Mesajlarının Kodlanması	62
2.6.2. Alet - Bağımlı Mesajları Kodlama	64
2.6.2.1. Tavsiye Edilen Mesaj Formatı	65
2.6.2.2. Ölçme verilerinin Kodlanması	66
2.6.2.3. Program Verisi	67
2.6.2.4. Durum Verisi	67
2.6.2.5. Veri - Kaydırma Metodları	68
2.6.2.6. Verilerin Temsili	69
2.6.2.7. Mesaj Birimlerini Ayırma	73
2.6.2.8. Büyüklük Tahsis Etme	75
2.6.2.9. Tavsiye Edilen SI Birimleri	76
2.7. IEC Arabirim Sisteminin Çalışması	78
2.7.1. Adres Tahsis Etme (Verme)	78
2.7.2. Çalışma Sırası	80
2.7.3. Seri Yoklama (Poll)	82
2.7.4. Paralel Yoklama (Poll)	83
2.7.5. Lokal ve Uzak Kontrol	83
2.7.6. Alet Temiz	84
2.7.7. Ölçümlerin Eş Zamanlanması (Ölçümlerin Senkronizasyonu)	84
2.7.8. Mesaj Formatları	85
2.7.8.1. Ölçülen Verilerin Kodlanması	85
2.7.8.2. Program Verisinin Kodlanması	86
3. KONTROLÖRLER	87
3.1. Bilgisayar Kontrolünün Gelişmesi	89

3.1.1. IEC Arabirim Üniteleri	94
3.2. Minibilgisayarlar	94
3.2.1. Minibilgisayarların Özellikleri	96
3.2.1.1. Veri Formatı	96
3.2.1.2. Ana Bellek /Hafıza	96
3.2.1.3. Merkezi Birim	97
3.2.1.4. Girdi /Çıktı Kontrolü	98
3.2.2. Çevre Donanımlar	98
3.2.3. Yazılım	101
3.2.4. Girdi /Çıktı Birimleri	103
3.2.4.1. I/O İşlemleri	104
3.2.4.2. Programlı I/O Bağlantısı	104
3.2.4.3. Paralel Yoklama	104
3.2.4.4. Programlı Kesme	106
3.2.4.5. Özerk (Programdan Bağımsız) I/O Bağlantısı	108
3.2.4.6. Direk Bellek Girişi (DMA)	108
3.2.4.7. Minibilgisayarların Arabirim Sistemleri	109
3.2.4.8. IEC Sistemin ve Minibilgisayarların Arabirimi	112
3.2.4.9. PDP / II / IEC Arabirimi	114
3.2.4.10. IEC Kontrolörlerinin Çalışma Sürati	119
3.3. Mikrobilgisayarlar	121
3.3.1. Mikrobilgisayarların Sınıflandırılması	122
3.3.2. Merkezi Birimin Çalışması	123
3.3.2.1. Temel Komut Çevrimi	126
3.3.2.2. Çok Çevrimli Talimatlar	129
3.3.2.3. Komut Seti	132
3.3.3. Bellek (The Memory)	133
3.3.3.1. Rastgele - Erişimli Bellek (RAM) (Random Access Memory)	133
3.3.3.2. Sadece - Oku Bellek (ROM) (Read Only Memory)	136
3.3.3.3. Mikrobilgisayar Birimleri	136
3.3.4. Girdi / Çıktı (I/O) Birimleri	137
3.3.4.1. Seri I/O Arabirim (Serial I/O İnterfacing)	138
3.3.4.2. Paralel I/O Arabirimi	139
3.3.4.3. Analog I/O Birimler	139
3.3.4.4. IEC Arabirim Üniteleri	142
3.3.4.5. Yazılım Tipi Arabirim (Software-Type İnterfacing)	143
3.3.4.6. Donanım Tipi Arabirim	144
3.3.4.7. LSI Arabirim Devreleri	146

3.4.	Programlanabilir Hesap Makinaları	148
3.4.1.	Klavye Vuruşlu Dil - Programlanabilen Hesaplayıcılar	149
3.4.2.	Cebirsel Dil - Programlanabilen Hesaplayıcılar	150
3.4.3.	Yüksek Seviye Dil - Programlanabilen Hesaplayıcılar ve Masa Bilgisayarları	152
3.4.3.1.	BASIC Programlama	152
3.4.3.2.	HPL Programlama Dili	153
3.4.4.	Hesaplayıcı / IEC Sisteminin Arabirimi	155
3.5.	Özel IEC Kontrol Bilgisayarları	157
3.5.1.	Programlama Dilleri	159
3.5.2.	Yapı	160
3.6.	Sıralı Kontrolörler (Sequential Controllers)	161
4.	ÖLÇME CİHAZLARI, SİNYAL KAYNAKLARI VE DİĞER SİSTEM ELEMANLARI	165
4.1.	Mikro İşlemci - Kontrollü Cihazlar	165
4.1.1.	Programlanmış Kontrolün Avantajları	167
4.1.2.	Programlı Kontrolün Dezavantajları	170
4.2.	Cihazlar ve Sinyal Kaynakları	171
4.2.1.	Dijital Voltmetre (Solarton 7065 tipi)	171
4.2.1.1.	Cihazın Yapısı ve Çalışması	175
4.2.1.2.	Arabirim Üniteleri	178
4.2.1.3.	Özellikleri	181
4.2.2.	Programlanabilir Güç Kaynakğı (Kepco SN-488 Sistemi)	185
4.2.2.1.	Yapı ve Çalışma	186
4.2.2.2.	IEC Arabirimiyle Programlama	188
4.2.2.3.	Özellikleri	189
4.3.	Ölçme - Nokta Anahtarları ve Röleleri (Relays)	193
4.3.1.	Ölçme - Nokta Röleleri ve Anahtarların Sınıflandırılması	193
4.3.1.1.	Anahtarlama Elemanları (Switching Elements)	194
4.3.1.2.	Çoklayıcı (Multiplexer) Yapısı	195
4.3.1.3.	Anahtarlama Sırası (Switching Sequence)	195
4.3.1.4.	Frekans Bandı	196
4.3.2.	Özellikler	198
4.3.2.1.	Düşük- Frekans Ölçüm Nokta Anahtarlarının Özellikleri	198
4.3.2.2.	Yüksek- Frekans Ölçme Anahtarlarının Özellikleri	199
4.4.	Modüler Evrensel Cihazlar	200
4.5.	IEC Arabirim Üniteleri	203
4.6.	IEC Arabirim Devreleri	206

4.6.1. Motorla MC68488 Arabirim Devresi.....	208
4.6.1.1. Giriş / Çıkış Sinyalleri	208
4.6.1.2. Yapı ve Çalışma.....	210
4.6.2. Philips HEF4738V Tipi Arabirim Ünitesi.....	211
4.6.2.1. Yapı ve Çalışma.....	212
4.6.2.2. Lokal Mesajlar	213
4.6.2.3. Alet El Sıkışma Prosesi.....	214
4.6.3. MC68488 ve HEF4738V Arabirim Ünitelerinin Karşılaştırılması	215
5. OTOMATİK ÖLÇME SİSTEMLERİNİN TASARIM VE YAPIMI	217
5.1. Otomatik Ölçme Sistemleri Tasarım İşlemi	218
5.2. Donanım Tasarım ve Gelişmesi.....	220
5.2.1. Ölçme Cihazları ve Sinyal Kaynakları Seçimi	220
5.2.2. Kontrol Ünitesi Seçimi	223
5.2.2.1. Etkileşimli Kontrol.....	226
5.2.2.2. Programın Verimliliği	228
5.3. Yazılım Tasarımı ve Gelişme	228
5.3.1. Kullanıcı Programının Yapısı.....	228
5.3.1.1. Uygulama Programları	232
5.3.2. Kullanıcı Programı Yapmak İçin Pratik Örnek	235
6. IEC SİSTEMLERİNİN İŞLEVSEL TEST EDİLMELERİ İÇİN ÖLÇME METODLARI VE CİHAZLAR	240
6.1. Cihazlar ile İlgili Şartlar	241
6.2. IEC Yardımcı Üniteleri ile Lojik Durum Analizörleri	243
6.2.1. Tektronix DF2 Tipi Görüntü Kontrolörü.....	246
6.2.2. Hewlett-Packard 10051A IEC Tipi Adaptör	248
6.3. Aktif IEC Sistem Analizörleri	250
6.3.1. Dinleyici Modu	252
6.3.2. Konuşucu Modu	253
7. ARABİRİM VE ARKA DÜZLEM YOL STANDARTLARI.....	254
GİRİŞ	254
7.1. Arabirimlerin İlkeleri	254
7.1.1. Seri Arabirimler.....	255
7.1.2. Seri Arabirim Standartları.....	256
7.1.3. RS - 232 - C (V - 24) Arabirim.....	257
7.1.4. Akım Döngüsü	258
7.1.5. Hewlett-Packard Arabirim Döngüsü (HP-IL)	259

7.2. Veri - Link Kontrol Protokolü	260
7.2.1. Eş Zamanlı Veri-Link Kontrolü	260
7.3. Paralel Arabirimler ve Yollar (Buses)	261
7.3.1. Paralel Yol	263
7.3.2. Çoğullama	264
7.3.3. Kelime Uzunluğu	264
7.3.4. Kesme Öncelikleri, Çok İşlemciler ve Hakemlik	264
7.3.5. Hatalar ve Belirlenmeleri	265
7.3.6. Yol Uzunluğu ve Sonlandırma	265
7.3.7. Band Genişliği	265
7.4. Arka Paralel Yol Standartları	265
7.4.1. S100 Arka Panel Yolu (IEEE 696)	266
7.4.2. STD Arka Panel Yolu (IEEE P961)	267
7.4.3. STE Arka Panel Yolu (IEEE P1000)	269
7.4.4. G64 Arka Panel Yolu	270
7.4.5. Eurobus Arka Panel Yolu (ISO-DP 6951, BS 6475: 1984)	271
7.4.6. Çoklu Yol (I) Arka Panel Yolu (IEEE 796)	273
7.4.7. Çoklu Yol (II) Arka Panel Yolu	274
7.4.8. VME (IEEE P1014) ve Versabus (IEEE P970) Arka Panel Yolu	277
7.4.9. Futurebus (Gelecek Yol) Arka Panel Yolu (IEEE P896)	279
SÖZLÜK	281
EKLER	293
KAYNAKÇA	296
İNDEKX	301

ÖNSÖZ

Bu kitabın amacı, elektriksel ölçümler alanında otomasyonun kullanımını teşvik etmektir. Bilim ve teknolojiadaki büyük gelişme ve birçok alanda onların uygulanması, artan hızla daha fazla veri toplamak için ölçme sistemlerinin beklentilerini artırmıştır. Bu tür şartlar için tek pratik çözüm, otomatik sistemlerin kullanımıdır ve bunlar, ekonomik ve teknik performansta optimum çözüm sağlayan bilgisayar teknolojisi için doğal bir uygulamayı teşkil eder. Bununla beraber, mevcut aletlerin fazlalığı kendilerine problem yaratır ve düzenin kaostan çözümü için, pozitif gayret gerektirir. Burada uluslararası ve ulusal standart organizasyonları çok hayati rol oynar.

Kitapta, oldukça fazla standartın kısa özeti yapılmıştır ve özel ilgi çok geniş destek alan - IEC 625 Arabirim Sistemi'ne verilmiştir. Bu standart cihaz geliştirme ve üretiminde olan şirket ve standardizasyon kurumları tarafından uluslararası kabul görmüştür.

Bütünlük için, diğer ilgili standartlar orta detayla ele alınmıştır. Bunlar bir veya daha fazla standardizasyon kurumları tarafından desteklenen birkaç işleyici arka düzlem taşıtlarının ana özelliklerini içerir.

Bu çalışma diğerlerinin desteği olmaksızın mümkün olamazdı ve yazarlar, Hewlett-Packard Corp, Tektronix Inc, E-H Research Laboratories, Rohde & Schwarz GmbH ve Solarton gibi birçok alet üreticilerinin teknik yardımları ve çeşitli standardizasyon organizasyonlarının çalışma grupları ve birçok komitenin özel çabalarına teşekkür eder.

Bu çalışmanın temelleri, bu konuda Macar Bilim Akademisinde otorite olan cihazlar ve ölçme tekniklerinde geniş tecrübeli meslektaşım R. Radnia'nın orjinal Macarca kitabında atıldı, ancak işin yüksek standardı tercümanımız Bayan B. Farkas tarafından başarıldı. Bu da yeni baskımız üretimine çok değerli katkılar sağladı.

E.G. Kingham

KISALTMALAR

AC (adressed command)	Adreslenmiş komut
ACC (Accumulator)	Toplayıcı
ACDS (accept data)	Veri al
ACRS (accept or ready)	Kabul veya hazır
AD (talker or listener address)	Konuşucu ve dinleyici adres
AH (acceptor handshake)	Kabul edici el sıkışma
AIDS (accept or idle)	Kabul veya boşta
ALU (arithmetic and logic unit)	Aritmetik ve lojik birim
AND	ve
ANRS (accept not ready)	Kabul hazır değil
ASCII (The American Standard Code for Information Interchange)	Bilgi alışverişi için Standart Amerikan kodu
ATLAS (Abbreviated Test Language for Avionic Systems)	Hava sistemleri için kısaltılmış test dili
ATN (attention)	Dikkat
AWNS (accept wait for new cycle)	Kabulü yeni çevrim için bekle
BCD (binary - coded decimal)	İkili-kodlu desimal
BGS (block group control unit)	Blok grup kontrol birimi
BSI (British Standard Interface)	İngiliz Standart arabirimi
BSL (block control section)	Blok kontrol bölümü
C (kontroller)	Kontrol aleti
CACS (kontroller active)	Kontrolör aktif
CADS (kontroller addressed)	Kontrolör adresli
CAMAC (Computer Automated Measurement and Control)	Bilgisayarlı Otomatik ölçme ve kontrol
CAWS (kontroller active wait)	Kontrolör aktif bekle
CIDS (kontroller iddle)	Kontrolör boşta
CIR (control and interrupt register)	Kontrol ve kesme kayıtçısı
CMR (common mode rejection)	Ortak Mod Reddi
CPPS (kontrollerler paralell poll)	Kontrolör paralel yoklama
CPU (central process unit)	Merkezi işleme birimi
CPWS (controllor parallel poll wait)	Kontrolör paralel yoklama için bekle
CSBS (controllor standby)	Kontrolör beklemede

CSNS (controller service not requested)	Kontrol servis istemiyor
CSRS (controller service requested)	Kontrolör servis istiyor
CTRS (control transfer)	Kontrol transferi
DAB (data byte)	Veri baytı
DAC (data accepted)	Veri kabul oldu
DAC (digital - to - analog converter)	Dijital-analog çevirici
DAV (data valid)	Veri geçerli
DC (device clear)	Alet temiz
DC (direct current)	Doğru akım
DCAS (device clear active)	Alet temiz aktif
DCIS (device clear iddle)	Alet temiz boşta
DCL (device clear)	Alet temiz
DD (device dependent message)	Alet bağımlı mesaj
DIL (dual - in - line)	Hatala-çift olma
DT (device trigger)	Alet tetikleyici
DTAS (device trigger active)	Alet tetikleyici aktif
DTIS (device trigger idle)	Alet tetikleyici boşta
dvd (data to device valid)	Alete veri geçerli
EDI (end or identify)	Son veya belirle
END (end)	Son
ESONE (European Standarts Of Nuclear Electronics)	Avrupa Standart Nükleer Elektroniği
FET (field-effect transistor)	Alan-etkili transistor
FI (Operational Section)	Fonksiyonel kısım
FPLA (Field Programable Logic Array)	Alan programlanabilir lojik dizi
GDU (graphic display unit)	Grafik görüntü birimi
GET (group execute trigger)	Grup tetikleyicisi
GPIB (General Purpose Interface By)	Genel amaç arabirın yolu
GTL	Yerele git
gts (go to standby)	Beklemeye git
H (high)	Yüksek, üst
HLL (high level language)	Yüksek seviyeli dil

I (inhibit)
IC (integrated circuit)
IDY
IEC (The International
Commisson)
IEEE (The Institution of Electrical
Engineers)
IFC (Interface, clear)
IFC (Interface clear)
IOR (Input/output)
isr (individual service requat)
L (listener)
L (low)
LACS (listener active)
LADS (listener addressed)
LE (extended listener)
LED (Light - emitting diode)
LIDS (listener idle)
LLO (local lokout)
LOCS (local control)
lon (listen only)
LPAS (listener primary addressed)
lpe (local poll enable)
LPIS (listener primary idle)
LSI (Large - scale integration)
LSI (Least Significant bit)
ltn (listen)
lun (local unlisten)
LWLS (local with lockout)
MLA (my listen address)
MOS (metal - oxide silicon)
MSA (My secondary address)
MSB (most significant bit)
MSI (medium - scale integration)
MTA (My talk address)

Bastır
Entegre devre
Belirle
Uluslararası elektroteknik komisyonu
Elektrik Mühendisleri Enstitüsü
Arabirim temiz/boş
Arabirim temiz
Girdi/çıkıtı
Tek servis isteği
Dinleyici
Alçak, alt, düşük
Konuşucu aktif
Konuşucu adreslenmiş
Genişletilmiş dinleyici
Işık-yayan diyot
Konuşucu boşta
Yerel kilitlemesi
Lokal kontrol
Sadece dinle
Konuşucu birincil adresli
Lokal yoklama yetkili kıl
Konuşucu birincil boşta
Büyük-ölçekli integrasyon
En az önemli bit
Dinle
Lokal yoklama yetkili kıl
Kilitlemeli lokal
Benim dinleme adresim
Metal-oksit silikon
Benim ikinci adresim
En önemli bit
Orta-ölçekli integrasyon
Diğer konuşma adresi

MTA (My talk address)	Konuşma adresim
NAND (not and)	Ve değil
nba (new byte available)	Yeni bayt mevcut hazır
NDAC (No Data Accepted)	Hiçbir veri kabul edilmedi
NOR (not or)	Veya değil
NOT	Değil
NRFD (Not Ready for Data)	Veri için hazır değil
OR	veya
OSA (other secondary address)	Diğer ikinci adres
OTA (other talk address)	Diğer konuşma adresi
p.c.b. (printed circuit board)	Baskılı devre kartı
PACS (parallel poll addressed to configure)	Paralel yoklama tasarımı için adresli
PCG (primary command group)	Birincil komut grubu
Pon (power on)	Güç açık
PP (parallel poll)	Paralel yoklama
PPAS (parallel poll active)	Paralel yoklama aktif
PPC (parallel poll configure)	Paralel yoklama yapma
PPD (parallel poll disable)	Paralel yoklama yetkili sil kıl
PPE (parallel poll enable)	Paralel yoklama yetkili kıl
PPIS (parallel poll idle)	Paralel yoklama boşta
PPR_n (parallel poll response n)	Paralel yoklamanın cevabı n
PPSS (parallel poll standby)	Paralel yoklama beklemede
PPU (parallel poll unconfigure)	Paralel yoklama cevabı tasarlama
PROM (Programmable Read - Only Memory)	Programlanabilir sadece oku bellek
PUCS (parallel poll unaddressed to configure)	Paralel yoklama düzenlemeye adreslenmemiş
RAM (Random - access memory)	Tesadüfi erişimli bellek
rdy (ready)	Hazır
RE (remote/local control (RLI))	Uzak/yakın kontrol
REMS (remote control)	Uzak kontrol
REN (remote enable)	Uzaktan yetkili kıl
RFD (ready for date)	Hazır
rpp (request parallel poll)	Paralel yoklama isteği

RQS (request service)	Servis isteği
rsc (request system control)	Sistem kontrol isteği
rsv (request service)	Servis isteği
rtl (return to local)	Lokale dön
RWLS (remote with lockout)	Kilitlemeli uzak kontrol
SACS (system control active)	Sistem kontrol aktif
SDYS (source delay)	Kaynak gecikme
SE (secondary address)	İkincil adres
SGNS (source generate)	Kaynak yaratmak
SH (source handshake)	Kaynak el sıkışma
SIAB (system control interface clear active)	Sistem kontrol arabirim temiz aktif
SIAC	COMECON ölkeleri için geliştirilmiş bir arabirim
sic (send interface clear)	Arabirim temiz gönder
SIDS (source idle)	Kaynak boşta
SIIS (system control interface clear idle)	Sistem kontrol arabirim temiz boşta
SIWS (source idle wait)	Kaynak boşta bekle
SMR (state and message register)	Durum ve mesaj kayıtcısı
SNAS (system control not active)	Sistem kontrol aktif değil
SPAS (serial poll active)	Seri yoklama aktif
SPD (serial poll disable)	Seri yoklama yetkisi sil-kıl
SPE (serial poll enable)	Seri yoklama yetkili-kıl
SPIS (serial poll idle)	Seri yoklama boşta
SPL (selected device clear)	Seçilen alet temiz
SPML (serial poll mode)	Seri yoklama modu
SPMS (serial poll mode state)	Seri yoklama mod durumu
SRAS (system control remote enable active)	Sistem kontrol uzaktan yetkili kıl aktif
sre (send remote enable)	Uzaktan yetkili kıl gönder
SRIS (system control remote enable idle)	Sistem kontrol uzaktan yetkili kıl boşta
SRNS (system control remote enable inactive)	Sistem kontrol uzaktan yetkili kıl aktif değil

SSI (small scale integration)	Küçük ölçek integrasyon
ST (state message)	Durum mesajı
STB (statüs byte)	Durum baytı
STRS (source transfer)	Kaynak transferi
SWNS (source wait for new cycle)	Kaynağı yeni çevrim için bekle
T (talker)	Konuşucu
TACS (talker active)	Konuşucu aktif
TADS (talker addressed)	Konuşucu adreslenmiş
TCT (Take Control)	Kontrolü al
TE (extended talker)	Genişletilmiş konuşucu
tea (talk control asynhchronously)	Eş zamansız kontrolü al
tes (talk control synchronously)	Eş zamanlı kontrolü al
TIDS (talker idle)	Konuşucu boşta
ton (talk only)	Sadece konuş
TPAS (talker primary addressed)	Konuşucu birincil adresli
TPLS (talker primary idle)	Konuşucu birincil boşta
TTL (transistor - transistor logic)	Transistör-transistör mantığı
TTY (teletype)	Teletayp
UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)	Evrensel eş-zamansız alıcı verici
UC (universal command)	Evrensel komut
UNL (unlisten)	Dinleme
USRT (Universal Synchonom Receiver Transmitter)	Evrensel eş-zamanlı alıcı verici
VDU (Visual Display Unit)	Görsel görüntü birimi
VLSI (very large scale integration)	Çok büyük ölçek integrasyon
VSR (Vector switch register)	Vektör anahtar kayıtcı

BİRİMLER

m	metre
Ω	ohm
V	volt
kg	kilogram
sn	saniye
A	amper
K	kelvin
mol	mol
CD	kandela
Hz	Hertz
N	Newton
Pa	Paskal
J	Joule
W	Wat
C	Kolomb
F	Farad
S	Simens
Wb	Weber
T	Tesla
Lx	Lüx
H	Henry
B	Bel
Baud	Baud
m	mili (10^{-3})
μ	mikro (10^{-6})
n	nano (10^{-9})
k	kilo (10^3)
M	mega (10^6)
P	piko (10^9)

GİRİŞ

Ölçme teknolojisindeki gelişmenin ortaya çıkmasındaki asıl etken, artan otomasyondur. Otomatik ölçmeye olan ihtiyaç iki ana alanda açık olmaktadır: araştırma ve geliştirmede büyük hesaplama kapasitesi ve veri işleme olanakları olan evrensel ölçme sistemleri gerekir, üretim kalite kontrol alanında ise otomatik test aletlerine artan oranda ihtiyaç duyulmaktadır. Bu aletler şu anki ihtiyaçlara cevap vermelidir, fakat aynı zamanda ilerideki yeni şartları da çözebilecek kapasitede olmalıdır.

Uygulama alanlarının ihtiyaçları ve gelişme eğilimleri farklıdır. Evrensel ölçme sistemlerinde, artan standardizasyon varken; kalite kontrol aletleri alanında, her üreticinin kendi yolunda gitme eğiliminden artan çeşitlenme vardır. Kalite kontrol aletleri alanında, alet fiyatı da sistem seçiminde önemli rol oynar.

Ürün çeşit fazlalığından ve hızlı gelişme süratinden dolayı, her üreticinin her ürününü detaylı incelemek pratik değildir. Bu yüzden, bu kitapta sadece kuralları aydınlatmak için özel örnekler seçilerek, elektronik ölçme otomasyonunda genel eğilimler üzerinde durulmuştur. Özellikle, IEC Arabirim tavsiyelerine (Uluslararası Elektroteknik Komisyon Yayını 625-1) diğer bir deyişle IEEE 488 olarak bilinen dayalı sistemin kullanımı ve tasarımı incelenmiştir.

Bu kitapta 7 bölüm vardır.

Kısa giriş bölümünden sonra, arabirim sistemi 2. bölümde tartışılmış ve IEC -arabirim- dayalı ölçme sisteminin diğer bölümlere bağlantısını açıklanmıştır.

Bölüm 3, kontrol üniteleri, bilgisayarlar, programlanabilir hesap makineleri ve bilgisayar teknolojisinde çok iyi olmayan fakat ölçme teknolojisi uzmanları için yeterince detaylı özel kontrol sistemleriyle ilgilidir.

Bölüm 4, otomatik ölçme sistemlerinin yapı bloklarıyla ilgilidir. Bu bölümde, program ile kontrol edilen "zeki" aletlerin özellikleri bugünün teknolojisine uygun detayda tartışılmaktadır. Birkaç modern aletin otomatik sistemlerdeki kullanımına ait özellikleri açıklanmaktadır.

Beşinci bölümde; otomatik sistemlerin tasarım ve düzeni tartışılmaktadır. Tartışmanın ana konusu yine IEC arabirimidir; fakat, donanım ve yazılım tasarım tanımları genel yapıdadır ve bu yüzden her otomatik sisteme uygundur.

Bölüm 6, IEC sistem analizörlerinin özellik ve kullanımıyla ilgilidir. Bu bölümde okuyucu otomatik ölçme sistemi ayarlandığında ve işletildiğinde karşılaşılan bazı problemlere yakınlık sağlar.

Bölüm 7, alternatif seri ve paralel sistemleri ve arabirimleri ve mevcut standartları özetlemektedir. Bunların uygulamaları başlıca araştırma ve geliştirme alanlarında yatar; fakat endüstrinin bu standartları artarak kullanmasında biraz şüphe vardır. Yeterli bilgi ve kaynaklar, potansiyel durumlara uygunluğu sağlamada değerli yargılara izin verecektir.

1. ÖLÇME TEKNİKLERİNİN OTOMASYONU

1.1. Otomatik Ölçümlerin Prensipleri

Ölçme, kabul edilen bir birimle karşılaştırılarak belirlenen fiziksel varlığın sayı olarak ifade edilmesi olayıdır. Fiziksel varlıklar analog veya kesikli niceliklerden, sabit veya zaman değişimli olabilir. Birçok fiziksel nicelikler analog ve zaman değişimlidir.

Ölçme aletleri, ölçülecek niceliği girdi olarak alır ve bunu nümerik değerli çıktı sinyaline çevirir. Ölçme aletleri birçok şekilde sınıflandırılabilir. Bir sistem, cihazları direkt veya indirekt ölçücü olarak sınıflandırır. Direkt ölçümler, direkt gösterici sapmaları veya bazı diğer benzer özelliğe sebep olan fiziksel nicelikler için kullanılır. Yönü olmayan nicelikler sadece indirek metotlar ile ölçülebilir ve bu yüzden, ölçme işlemi sırasında karşılaştırma yapmadan önce çevirme gerektirir.

Diğer sınıflandırma sistemine göre analog ve dijital cihazlar vardır. Analog cihazlar, ölçülen niceliği bir ölçek tarafından nümerik değere çevirir. Bunun sonucu gösterici sapmasıdır ve bu sapma bir skala ile nümerik değere çevrilir. Bu "nicelendirme faktörü" seçilen birimle ölçülen niceliğin ilişkisini belirtir. Göstericinin sapması ölçülen niceliğin fonksiyonu olduğundan teorik olarak analog değerler seti sonsuzdur. Ancak pratikte, alt bölmeleme ve cihaz ölçeğini okuma sınırlamalarından dolayı, analog cihazlar digital cihazlardan çok daha az doğrudur.

Dijital aletlerin ana özelliği, sürekli değişen analog niceliklerin farklı değerler serisine dönüştürüldüğü, "nicemleme" işlemidir. Bu yüzden, dijital aletlerin doğruluğu nicemleme hatasıyla sınırlıdır. Ancak pratikte, dijital aletlerin çözünürlüğü, analog aletlerden biraz daha iyidir. Ayrıca, sayısal gösterim özelliğinden dolayı sonuçlar kolay okunur ve gözlemcinin yapacağı subjektif hataları önler.

Dijital cihazların önemli bir avantajı, karmaşık ölçüm görevleri yapan otomatik ölçme sistemlerine bağlanabilmeleridir.

1.1.1. Ölçme Sistemleri

Ölçme sistemi, belli ölçme işlerini başarmak için tasarlanmış cihazlar bütünü ve yardımcı birimlerdir.

Şekil 1.1(a) el ile operasyon için genel ölçme sistemini göstermektedir. Sistemin parçaları; ölçme sistemine gerekli girdi sinyali sağlayan sinyal kaynağı (jeneratör) ve çıktı sinyallerini algılayan cihazdır (voltmetre). Bu iki ünite ölçüm yapacak birime direkt bağlanır. El ile kontrol edilen ölçümlerde geleneksel olarak, görevi aşağıdakiler olan bir operatör bulunur.

- Sinyal kaynağının çıktı karakterlerini seçmek,
- Aletin girdi karakterini seçmek,
- Üniteyi ölçüme hazırlamak (örneğin güç kaynağı, ölçüm noktası seçimi vs),
- ölçümleri okumak ve
- sonuçları değerlendirmek.

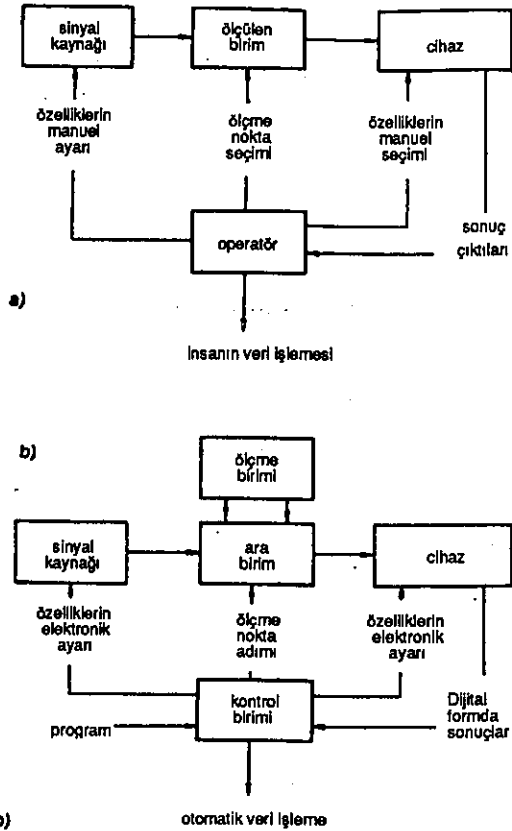
Otomatik kontrol sistemlerinde (Şekil 1.1.(b)), kontrol ünitesi; sinyal kaynağı ve cihazın kontrolü, ölçme adımının belirlenmesi ve veri saklama ile işlemede operatörün yerini alır.

Otomatik ölçme sistemlerinde, sinyal kaynakları ve cihazlar dijital sinyaller tarafından kontrol edilir ve çıktı dijital formda olur. Sinyal kaynağı ve alet test ünitesine kablolar ve arabirim ünitesi ile birleştirilir; bu, manuel kontrol sistemlerinden olan diğer önemli bir farktır.

1.1.2. Bilgi Transferi

Otomatik ölçme sistemlerinin işlemesi üniteler arasındaki bilgi transferine dayanır. Her ünite arasındaki bilgi trafiği iki amaca hizmet eder:

- kontrol,
- veri transferi.



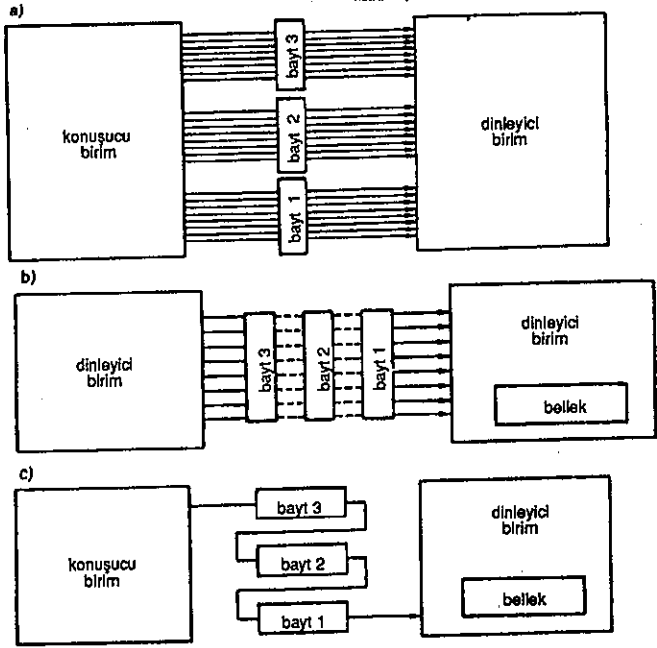
Şekil 1.1: Ölçme sistemleri yapısı

(a) Manuel operasyon (b) Otomatik kontrol

Ölçmenin en önemli parçası, ölçülen niceliğe göre alet karakterlerini ayarlamaktadır:

- Sinyal kaynağı tipi cihazlar için (örneğin fonksiyon jeneratörü) bu çıktı sinyalinin seçimi (dürtü, testere dişi, sinüs-dalga) ve sinyal karakterlerinin ayarlanmasını (örneğin frekans, genlik, yığma yoğunluğu) içerir;
- Ölçme tipi cihazlarda (multimetre), o operasyon modunun (gerilim, akım veya direnç ölçümü) seçimi ve ölçme sınırlarının ayarlanmasından oluşur.

Geleneksel manuel kontrol aletleri kullanıldığında yukarıdaki işlemler panel üzerinde yapılır. Programlanabilir cihazların kontrolü önceden belirlenmiş lojik durum fonksiyonlarıyla başlatılan dijital komut sinyalleri ile yapılır. Otomatik ölçme sistemlerinde, hem ölçme sonuçları ve hem de kontrol sistemleri dijital forma transfer edilir. Ölçme sisteminin görevine göre, alet tarafından ölçüm sonuçlarında farklı işlemler yapmak mümkündür. Birçok durumda, ölçülen değerle önceden belirlenen limiti basit git/gitme (devam/dur) kararını vermek üzere karşılaştırmak yeterlidir. Benzer şekilde, bir başka görev de daha ileri dijital işlemler için hazırlanan ölçülmüş değerlerin belleğe alınması ve depolanmasıdır.



Şekil 1.2: Dijital veri transfer metodları
(a) paralel, (b) bayt-bayt (c) bit - bit

Daha karmaşık, bilgisayarlı-kontrol sistemlerinde, cihazların kontrolü veya ölçme noktalarının sırası ölçülen değerlere göre seçilebilir.

Her ünite arasındaki bilgi transfer şekli özellikle önemlidir. Şekil 1.2 üç temel dijital bilgi transfer metodunu göstermektedir. Aşağıda açıklandığı gibi bu metodların her biri avantaj ve dezavantajlara sahiptir.

Paralel metotta (Şekil 1.2 (a)), tüm sinyaller aynı anda taşınır. Bu meto-

dun tek avantajı hızıdır; ancak, kablo ve bağlantı elemanları sayısının fazlalığı bu metodun dezavantajıdır.

Bayt-bayt metodunda, bilgi arka arkaya 8-bit bayt olarak taşınır. (Şekil 1.2(b)). Bu metod maliyet ve hız açısından tam paralel ve tam seri transferler arasındaki uzlaşmayı temsil eder. Bayt-bayt veri trafiğinde çalışan otomatik alet sistemlerinde (örneğin delinmiş kart okuyucuları, hesap makinaları) önemli avantajlar kazanılır ve sonuç olarak harici veri trafiği benzer şekilde organize edildiği zaman diğer aletlerle bağlanması kolaydır.

Şekil (1.2(c)) bit-bit (seri) veri transfer düzenini göstermektedir. Bu durumda tek sinyal hattı gerekir ve bilgi sıra ile bit-bit yapılır. Bu metod basit ve ucuz olmasına rağmen oldukça yavaştır. Bit-bit transfer, kendileri yavaş olan işlem aletlerini birleştirmede kullanılır. Bayt-bayt ve bit-bit transferlerde; dinleyici tampon bellek ünitesine olan ihtiyaç, dijital bilgi transfer metodları arasında mukayese yapıldığı zaman, önemli bir faktördür. Otomatik ölçme sistemlerinde veri trafiği dikkate alındığında, ara birim ünitelerinin operasyonunu daha karmaşık olacaktır.

Kontrolde ve veri transferindeki bilgi akış miktarı kullanılan cihaz ve ölçüm karakterine bağlı olarak büyük ölçüde değişir. Örneğin, -6 pozisyonlu anahtara eş dijital kontrol 3 bittir ve üç sinyal kablosu gerekir. Dokuz-karakterli dijital sayıcı ile 36 bitlik bilgi transferi gerekir ki bu eğer paralel transfer kullanılırsa 36 hat gerektirir. Bu fazla sayıdaki sinyal hattı, otomatik sistemlerin yapısını çok pahalı ve karmaşık yapar. Bu yüzden, paralel bilgi transferi normalde sadece yüksek bilgi transfer hızı gerekiyorsa kullanılır.

1.2. Ölçme Sistemlerinin Sınıflandırılması

Otomatik ölçme sistemlerinin sınıflandırılmasında çok farklı yöntemler vardır. Bunlardan biri, sistemle yüklenilen ölçümün karakterleriyle ilgilidir. Bazı sistemler genel amaçlar ve bazıları özel uygulamalar için müşteri siparişlerine uygundur.

Genel amaçlı sistemler genellikle araştırma ve geliştirmede kullanılır. Bu sistemlerin herbir parçası aynı üretici tarafından üretilmek zorunda değildir ve sık sık kendi başlarına kullanılabilir. Bu sistem cihazlarının üniteleri - özellikle (ölçme cihazları) kullanıcının şartlarına göre değiştirilebilir.

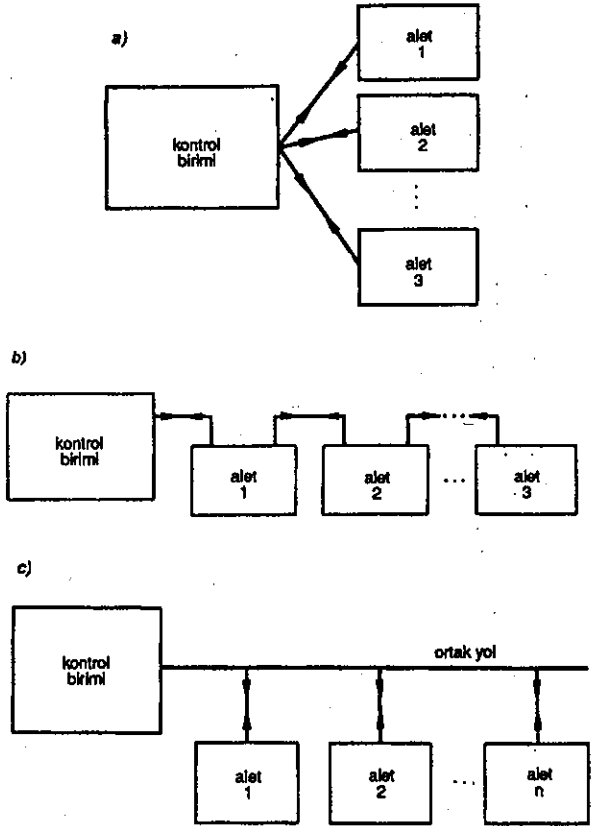
Müşteriye sipariş üzerine yapılan ölçme ve test cihazları kontrol bilgisayarı hariç genellikle, aynı üretici tarafından üretilir. Otomatik sistem üreticileri bile bunu bilgisayar üreticilerinden sağlar. Genelde, sipariş ölçme sistem üniteleri tek başına kullanılamaz ve sistem konfigürasyonu kolaylıkla değiştirilemez. Bu sistemler genellikle hızlı ve güvenilir operasyonun doğruluktan önemli olduğu endüstriyel üretim alanlarında kullanılır.

Otomatik ölçme sistemleri iç bağlantı metodlarına göre sınıflandırılır. Yıldız ve radyal sistemin tüm üniteleri (Şekil 1.3(a)) ayrı sinyal kablusuyla kontrol ünitesine bağlıdır. Bu en basit bağlantı metodudur. İlk otomatik cihaz sistemlerinin hepsi bu şekilde yapılmıştır. Bağlantı metodunun basitliği önemli bir avantajdır, fakat tüm sistemin genişletilmesi ve herhangi bir değişikliği çok zordur. Bu yüzden, kontrol sisteminin tamamen tekrar tasarımı gerekir. Kontrol ünitesi ve her cihaz arasındaki iki yönlü veri trafiğinin diğer bir dezavantajı fazla sayıda çok telli kablo gerektirmesidir. Böylece sistemin işletme kolaylığı ve güvenilirliği azalır.

Şekil 1.3(b) noktadan-noktaya veya papatya-zincir sistemiyle her aletin birbirine bağlantı şeklini göstermektedir. Sistemin önemli bir özelliği basit seri bağlantının dahili donanım önceliğini sağlamasıdır.

En yeni dahili-bağlantı metodu yol-hattı (bus-line) veya parti-hattı sistemidir, Şekil 1.3(c)'de tek sinyal ileme sistemi (yani ortak yol) tüm üniteleri birbirine bağlar. IEC tavsiyesine dayanan standart cihaz arabirim sistemi buna bir örnektir. Yol hattı sisteminin avantajı en az bağlantı kablusu gerektirmesidir. Aynı zamanda sistem, kullanıcının ihtiyacına göre genişletilir veya değiştirilebilir. Böylece kontrolün tüm esnekliği mümkündür.

Diğer otomatik cihaz sistemlerinin sınıflandırılması, kullanılan kontrol moduna göre yapılabilir. Harici kontrol alet sistemleri ya bazı harici çevre aletleri (örneğin delinmiş kart okuyucusu) veya sistemdeki sıralı kontrol ünitesindeki sabit bir program tarafından program-

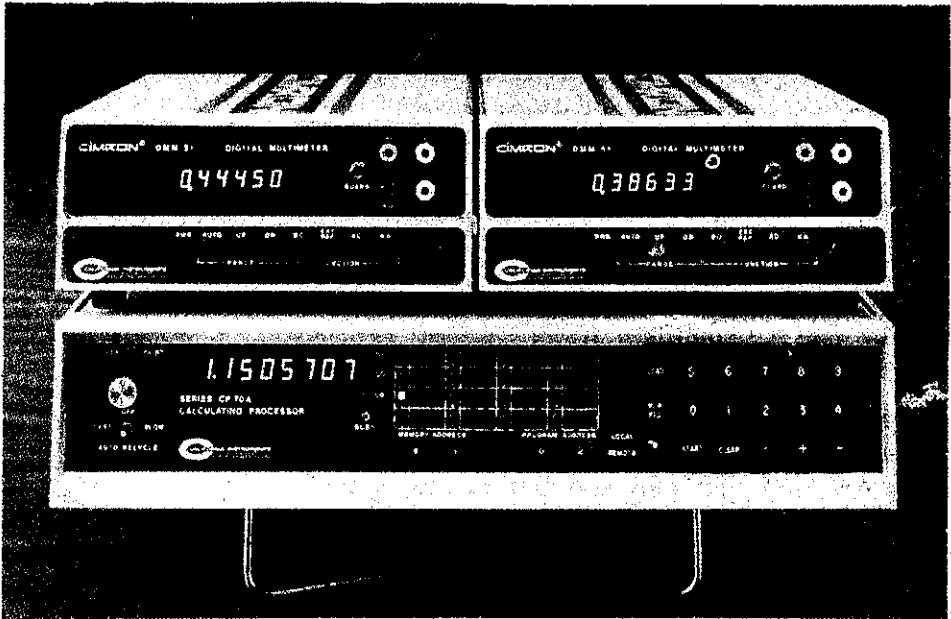


Şekil 1.3: Otomatik ölçme sistemlerinin düzenlenmesi (a)Radyal düzenleme (b)Seri düzenleme, (c) Yol düzenlemesi.

lanır. Bu sistemlerin ortak özelliği kontrol aletinin programlanmasının sabit olması ve kolay değiştirilememesidir. Ölçme sistem ünitelerinin kontrolü; delinmiş kart teybi, manyetik teyp veya yarı-iletken bellekler üzerine kayıt edilmiş komutlar kullanarak sağlanır; bu yüzden, komutların sırası sabittir. Bu sistemler oldukça ucuzdur ve yapım ve işletme sırasında yazılım uzmanına ihtiyaç gerektirmez. Ancak, bu aletlerin daha az uyumlu ve bilgisayara dayanan sistemlerden daha yavaş olmaları dezavantajdır.

Şekil 1.4 California Instruments tarafından üretilen CP 70 A tipi kontrol üniteli harici-programlanan alet sistemini ve dijital multimetreleri göstermektedir. Bunlar sadece -oku- hafızasında (Read - Only - Memory - ROM) çeşitli ölçme işlevi ve hesaplamaları sırayla yapmak için programlanır.

Dahili - programlı bilgisayar kontrollu cihaz sistemleri değiştirilebilir belleğe kayıt edilmiş programlar tarafından belirlenir; böylece, yüksek esneklik sağlanır. Hızlı çalışan bilgisayar, yavaş çevre aletleri ve zaman-paylaşma işlem metodunda diğer sistem üniteleri ile çalışabilir.



Şekil 1.4: California Instruments tarafından CP 70-A tipi programlanabilen kontrol ünitesi

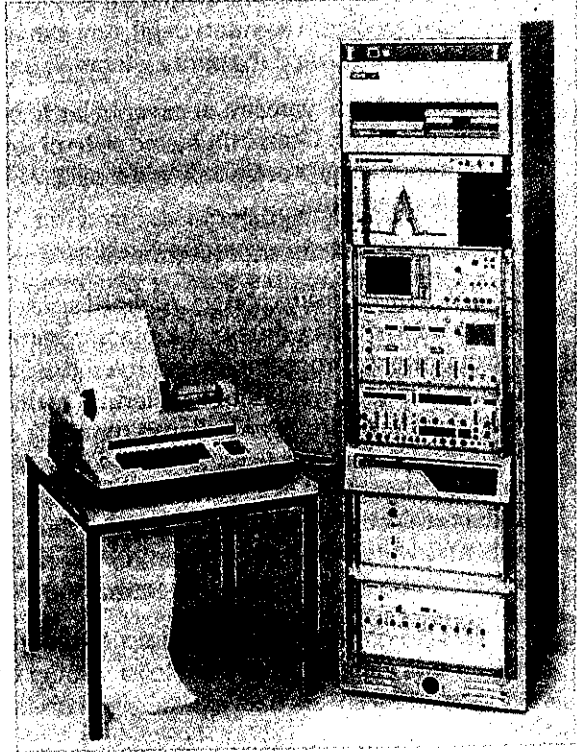
Bilgisayar kontrollu alet sistemleri daha önceki kategori sistemlerinden daha pahalıdır. Şekil 1.5 dahili-programlı alet sistemini göstermektedir (Schlumberger tarafından üretilen FAHD tipi otomatik analiz cihazı). Bu tip cihaz sistemi VHF vericilerinin karakteristiklerin test etmek kullanılabilir ve DEC tipi PDP 11/04 minibilgisayarı tarafından kontrol edilir.

1.3. Uygulama Alanları

Otomatik kontrol, karmaşık ve pahalı bir mühendislik işidir. Bu yüzden otomatik ölçme sistemlerinin geleneksel el ile kontrol sistemleri üzerine avantajlarının nasıl belirleneceği ve uygulama alanlarının nerede en faydalı avantajı vereceği soruları ortaya çıkar.

Otomatik ölçümlerin avantajları aşağıdaki gibidir.

(1) *Daha yüksek hız*, sadece yaklaşık 10 bit/saniye hızlı analog aletleri okuyabilen insan operatörüne karşı kontrol ünitesinin daha yüksek hızı dolayısıyla. Dijital alet yaklaşık 1000 bit/saniye hızlı yazıcı ile 1 M bit/saniye hızlı iyi kaliteli manyetik teyp kaydedicisine birleştirilir. Analog sinyallerin dijital formata çevriminde hakim olan örnek alma kurallarından dolayı, analog sinyaller örnekleme frekansının yarısından daha düşük frekanslara sahiptir. Bunun sonucu olarak, yukarıda bahsedilen manyetik teyp kaydedicileri sadece yaklaşık 60 kHz'e kadar olan analog sinyalleri kayıt etmede kullanılır. Eğer sinyal bu frekanstan yüksek harmonikler içerirse, örnek alma sırasında veri hataları kaçınılmazdır. Böyle durumlarda, daha hızlı kayıt aleti ile donatılmış otomatik ölçme sistemleri gereklidir. Çünkü, veri transfer metoduna göre



Şekil 1.5: Schlumberger tarafından üretilen FAHD tipi otomatik analiz cihazı.

onların birleşik işlem hızı 1 Mbit / saniyeyi geçer. Otomatik ölçme sistemlerin yüksek hızı toplam ölçme zamanını da düşürür. Bu, özellikle ölçme işi çok adımlı yapıldığında çok önemlidir.

(2) *Ölçme hatası azaltılır.* Ölçüm işlerinin sürekli olarak artan karmaşıklığı ve daha hassas yapılması isteği bu işlemlerin operatör tarafından yapılmasını imkânsız hale getirmektedir. Otomatik ölçme sistemleri tarafından üretilen sonuçlar, otomatik kontrol ve dijital gösterim nedeniyle subjektif hatalardan bağımsızdır. Diğer bir avantajda, otomatik ölçme sistemlerinde sistem hataları belirlenir, saklanır ve sonuçların değerlendirilmesinde dikkate alınır.

(3) *Sonuçlar direkt olarak uygun mühendislik birimlerinde ve güvenilir sertifika formunda elde edilir.* Bu avantaj ölçme zamanının azaltılmasıyla ilgili önceki söylenenlerle yakından ilgilidir. Bazı kontrol ünitelerinde, mini bilgisayarlar veya hesap makinaları ölçme esnasında mühendislik birimlerine çevirme işlemlerini yapabilir ve ölçme algılayıcı pozisyonunu hesaplayabilir.

Sonuçların kayıt edilmesinin önemini vurgulamak gerekir. Otomatik sistemin kontrol ünitesine bağlanan uygun çevre aletleri ile (örneğin seri yazıcı), sadece ölçüm kayıtları değil aynı zamanda veri toplama ünitesinde elde edilen sonuçlarda daha sonra işlenmek üzere kayıt edilir.

Avantajların yanısıra dezavantajlarda belirtilmezse gerçek durum tam anlaşılmayacaktır. Otomatik ölçme sistemi tasarım aşamasında, dezavantajların bilinmesi ve göz önüne alınması sistemin kullanılabilirliğinin sağlanması için çok önemlidir.

Otomatik ölçme sistemlerinin dezavantajları şunlardır.

(1) *Sermaye maliyeti el ile işletmeli sistemlerden oldukça fazladır.* Bu fazla maliyet iki kısımdan oluşur. İlk olarak; manuel operasyonda bulunmayan kontrol ünite ve programlama maliyeti düşünülmelidir. İkinci olarak, programlama, dijital-sinyal kontrol aletlerinin maliyeti eşdeğer el ile kontrollü tiplerden daha fazladır. Eğer kullanıcı otomatik ölçme sistemini standart ölçüm arabirimleri kullanarak yaparsa bu ekstra maliyet düşürebilir. Bu durumda, kontrol aleti, mevcut hesap makinası veya minibilgisayar olabilir ve sadece standart arabirim ünitesi alımı gerekir. Bundan başka, cihazlara ayrılan sermaye maliyetleri azaltılabilir, çünkü, birçok üretici bugün kendi aletleri için standart arabirim seçenekleri sağlamaktadır.

(2) *Özel eğitilmiş personel ihtiyacı.* Otomatik ölçme sistemleri tasarımcı ve operatörleri, yaygın ölçme teknolojisi ve bilgi işleme ile aşina olmalıdır. Üreticiler tarafından sık sık özel eğitim sağlanabilmektedir.

(3) *Otomatik sistemi elde etmeden önce ölçme işleminin detaylarını doğru bir şekilde belirlemek gerekir.* Birkaç istisna ile; otomatik ölçme sistemleri, değişen ölçme ihtiyaçlarına geleneksel el-işlemleri sistemlerden daha kolaylık uygula-

namaz. Bu büyük bir dezavantajdır. Çünkü çok hızlı teknolojik gelişme, ölçme sistemlerinde hemen her gün yeni ihtiyaçlar yaratır.

(4) Ölçüm ünitelerinde otomatik ölçümler için değişiklikler gerekli olacaktır. Yani otomatik ölçümün özel şartları tasarım aşamasında düşünülmelidir. Bu-nu başlangıçta yapmanın gereği test edilen üniteyi birleştirirken el ile yerine uygun kontrol bulmadaki güçlükten dolayıdır. Değişikliklerin özellikleri, arabirim tarafından sağlanan olanaklar ve ölçüm işinin yapısı tarafından belirlenir. Örneğin, bu işler dijital devre panellerinin olağan dışı test ölçümlerini, yardımcı çıkışları ve kapı (gate) devrelerini içerir.

Yukarıdantartışmadan otomatik ölçme sisteminin faydalarının ölçümlerin aşağıda belirtildiği şekilde yapıldığı zaman gerçekleşeceği açıktır.

- fazla adım ve tekrar işlemlerini içermesi;
- aynı anda hesaplama veya karar verme işlemlerini gerektirmesi;
- büyük doğruluk ve tekrarlılık gerektirmesi.

Ölçme otomasyonunun sadece mühendislik problemi olmadığı açıktır. Pratikte; önerilen ölçme sisteminin maliyet etkinliği, alma veya yapım kararından önce incelenmek zorundadır.

1.4. Arabirim Sistemleri (Interface Systems)

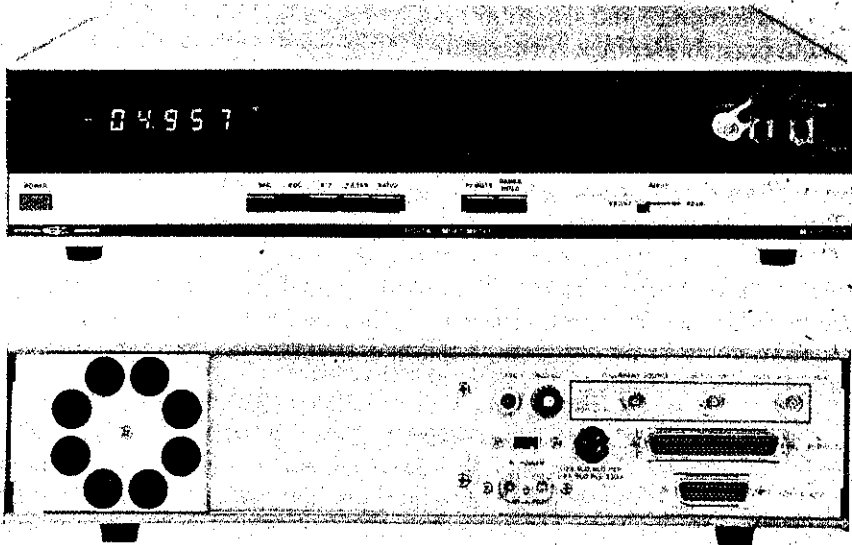
1950'lerin ortalarında çok farklı yapıda otomatik ölçme sistemleri üretil-di. Bunlar sipariş üzerine yapılmışlardı. O günlerde, otomatik kontrole karşı bir karar faktörü, otomatik sistemlerin yüksek yatırım maliyetleriydi. Bu yüksek maliyetin sebebi, sadece otomatik sistemlerde kullanılan çok pahalı cihazlar değildi; aynı zamanda cihazları bağlamakta gerekli arabirim ünitelerinin fiatları ve sistemin donanım/yazılım maliyetleri bu maliyetlere önemli ölçüde katkıda bulundu.

Dijital teknolojinin ilk gelişme aşamasında, otomatik ölçme sistemlerinin arabirim bağlantıları paralel, ikili-kodlu desimal (BCD) veri çıkışları ve uzaktan kumanda fonksiyonları ve dijital girdiler kullanarak yapıldı. Veri çıkışları (Örneğin paralel çıktı, BCD çıktı, dijital çıktı vs) paralel bit formunda transfer edildi. Bu çıktı sinyalleri, desimal sayısal cihazların çıkışlarında direkt olarak mevcuttu. Bu yüzden, BCD çıkış laboratuvar kullanımı için yapılan hemen hemen tüm dijital çıkışlı cihazda isteğe bağlı fazladan bir seçenektir.

Bu cihazlarda ölçümün sayısal değeri 8-4-2-1 ikili kodunda yaratıldı. Ancak, her alette uzaktan kontrol fonksiyonu geniş bir şekilde değişiyordu. Farklı üreticiler farklı fonksiyonları ve buna karşı gelen farklı uzaktan-kontrol sinyallerini kullandılar. Tek ortak özellik, uzak kontrol kabloları ve verileri

aletlerin arka paneline birleştirmek için 50-bacaklı bağlantı elemanı kullanılmıydı. Bağlantı transferin başlama, taşma ve ölçüm limitleri ve transferine ilave olarak diğer benzer sinyalleri başlatırdı. Bu yaklaşım cihazlar ile sonuçları otomatik kayıt eden yazıcıların ara bağlantısını kolaylaştırdı.

Otomatik ölçme sistemleri için özellikle geliştirilmiş cihazlar bazı kolay fonksiyonları ve aynı zamanda ölçme sonuç kayıtlarını uzaktan kontrol ile yapar. Lokal/uzaktan kontrol seçimi, işlem modu ve ölçüm sınır değişimi, bu basit fonksiyonların örnekleridir. Cihazların kontrolunu başlatan sinyaller şekil 1.6'da gösterilen aletin arka yüzünde bulunan ayrı uzaktan kontrol soketiyle yönlendirilirdi.



şekil 1.6: Systron-Donner dijital multimetre'sinin (Model 7115) iki görünüşü. Veri transferini sağlayan girdi/çıkıtı bağlantıları aletin arkasında açıkça görölür.

Sadece ilkel sistemler BCD arabirim elemanları kullanarak yapılabilir ve bunların üretimi kullanıcı için önemli parasal ve mühendislik problemlerine sebep oldu. Sipariş üzerine tasarlanan bu pahalı sistemlerde her elemanın ara bağlantısı her sistem için farklıydı. Her alet kontrol ünitesine kendi veri ve kontrol sinyal transfer kablolarıyla bağlıydı. Bundan dolayı ortaya çıkan ilave bir problemde ölçüm işindeki her değişiklik veya ölçüm şartlarındaki herhangi bir değişikliğin ölçüm sisteminin önemli bölümünün sık sık tekrar tasarımını gerektirmesiydi.

1.4.1. RS - 232 -C Arabirimi

Otomatik ölçme sisteminin performansı büyük bir ölçüde kontrol aleti olarak kullanılan bilgisayarın işlem hızı, veya hızlı işleyen bilgisayarın her alete bağlanma durumuna dayanır.

Ölçme sistemlerinin kontrol üniteleri, mini veya mikro işlemciler, 8, 12 veya 16 bitlik paralel ikili formda işlenecek veri kabul eder. Bu yüzden cihazları bağlamak için BCD/ikilik çevrimi gerekir. Bu tek başına yeterli değildir, çünkü her bilgisayar diğerlerinden farklı hassas zamanlama özelliklerine sahip arabirim şartlarına sahiptir. Bu her bilgisayar için farklıdır. Bu sebepten, tüm bilgisayarlar için uyumlu ara bağlantı metodu gereklidir ve teletayp çevre bilgisayarları için seri bağlantı standartı bu şartları sağlar. RS-232-C standartları tamamen Amerikan EIA (Electronic Industries Association) Standart Uygulama Notunda tanımlanmıştır ve daha sonraki bölümlerde kısaca anlatılmıştır. Bu çok basit, seri, eş zamanlı olmayan mod ara bağlantısında, standart ASCII (American Standart Code for Information Interchange) kod sistemi veri transferi ve bazı kontrol komutları için kullanılır. Bu arabirim, tek veri hattıyla sınırlıdır ve veri, veri kaynağından veri algılayıcısına taşınır. Böylece çok aletli ölçme sisteminde, her bir alet bilgisayara ayrı arabirim ile birleştirilir.

1.4.2. Ölçme Otomasyonu İçin Standart Arabirimler

Otomatik sistemlerin performans/maliyet oranını etkileyen teknolojik gelişmelerden dolayı birçok önemli değişiklikler olmasına rağmen otomatik ölçüm sistemleri halâ oldukça pahalıdır.

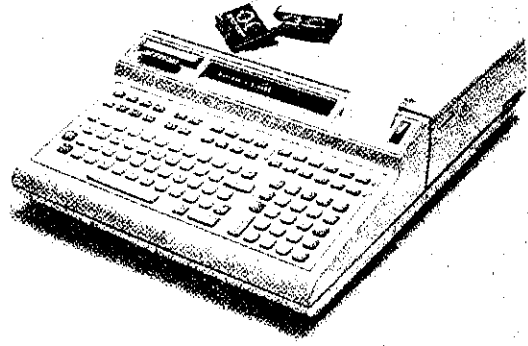
Önemli bir gelişme, el ile kontrollu ve programlanabilir cihazlar arasındaki fark oldukça azalmıştır. Bu, bilgisayar kontrolünün yaygın kullanımının direk sonucudur. Bugün birçok cihaz, kontrol fonksiyonları ve basit veri işleme için kullanılan bir bilgisayarı içerir.

Faydalı bir değişiklikte ölçme sistemlerinin kontrolunda güvenle kullanılabilen ve BASIC veya HPL gibi yüksek seviyeli dillerle programlanabilen hesap makinalarının ortaya çıkışı ile olmuştur. Bu hesap makinalarının per-

formans ve operasyon hızı bilgisayarlardan az olmasına rağmen, programlanmaları basittir. Son nokta çok önemlidir; çünkü ölçme teknoloji uzmanları için ölçme işlerini programlama önemli sorunlar yaratır.

Standart arabirim sistemlerindeki gelişme ölçme otomasyonunda en önemli değişimdir. 1960'ların sonlarına doğru, birçok ölçme teknoloji enstitüleri otomatik ölçme sistem arabaglantılarını aynı anda standartlaştırmaya başladı. Bu arabirim tavsiyeleri ve standartlarının amacı çeşitli üreticilerin farklı uygulamalar için geliştirdiği aletleri birbirine ve ölçme

şartları değiştiğinde ölçme sisteminin daha kolay genişletme veya değiştirilmesine izin veren kontrol ünitesine bağlamayı sağlamadır. Birçok standart arabirim ortaya çıkmıştır ve bunlar aşağıda tanımlanmaktadır.



Şekil 1.7: Yüksek-seviyeli programlanabilir masa hesaplayıcısı (Hewlett-Packard Tip 9825)

1.4.3. BSI Arabirimi

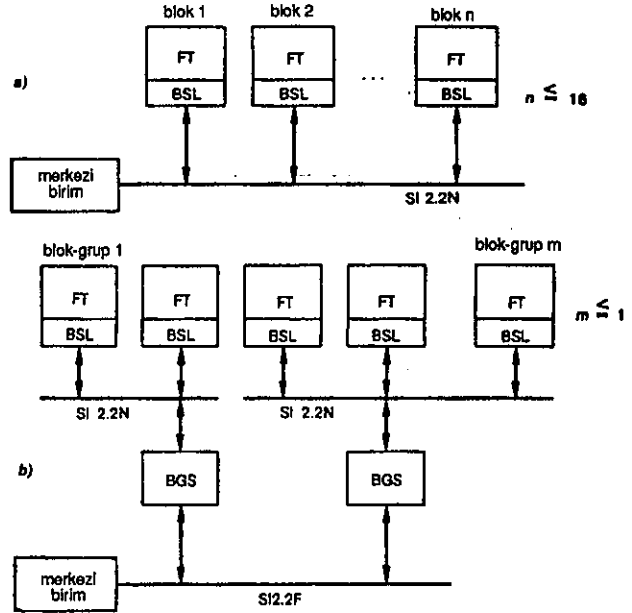
İngiliz standart arabirim (The British Standart Interface-BSI) sistemi ilk kabul edilen standartlar (BS 4421; 1969) arasındadır. Bu, tek yönlü seri bayt, eş zamanlı olmayan veri trafik işlem sistemi kullanır. BSI arabirim noktadan noktaya bağlantı sistemidir, yani sadece KAYNAK ve ALGILAYICI aletleri arabirime bağlanır. Tek-yön veri trafiğinden dolayı iki aletin rolleri değiştirilemez; eğer çift-yön veri trafiği gerekirse iki alet arasında, iki zıt yön BSI arabirim kablolarıyla birlikte sağlanmalıdır. BSI arabiriminde 18 sinyal hattı vardır. Bunlardan sekizi veri hattıdır, kalanlar belli basit kontrol fonksiyonlarını sağlar. Yukarıda tanımlanan yapının sonucu olarak, alet adresleme veya ara sinyalleri BSI özelliklerinde mevcut değildir. BSI sistemi pratik uygulamalarda yaygınlaşamadı, çünkü birincil olarak sistemin elektronik parametreleri modern entegre devre teknolojiyle uyumlu değildi.

1.4.4. SIAK ve SIAL Arabirimleri

SIAK arabirimi COMECON ülkeleri içinde geliştirildi ve BSI arabirimleriyle aynı zamanda Doğu Almanya tarafından başlatıldı. BSI sistemlerine benzer olarak, basit yapılıdır. Tesadüfi kelime uzunluğu ve eş zamanlı olmayan işleminden dolayı, transferin organizasyonu ve zamanlaması bu sistemde daha az sınırlıdır. Buna rağmen bu sistem yaygın uygulama kazanamamıştır.

Diğer standart sistem SI 2.2/1974 arabirimidir. Bu Doğu Almanya'da geliştirilmiş ve COMECON'un daimi mühendislik komitesinin 8. bölümünde, "SIAL standart arabirimi", adı altında kabul edilmiştir.

Bu sistem veri toplama ve proses kontrol modüler aletleri için geliştirilmiştir. Modüler yapı arabirimin yol benzeri organizasyonu ile sağlanmıştır ve işletim sisteminin değişikliği veya genişletilmesi donanım değişiklikleri gerektirmez.



Şekil 1.8: SIAL ölçme sistemlerinin yapısı
(a) Temel düzenleme
(b) genişletilmiş sistem.

SI 2.2 sisteminin basit yapısı (Şekil 1.8.(a)) merkezî ünite ve 16 bloktan fazla olmayan "bloklar"dan oluşur. Ortak kablo sistemi blokları, birbirine ve iki yönlü bilgi transferini sağlayan merkezî üniteye bağlar. Bilgi transfer işlemi birçok durumda bilgi işleyen merkezî ünite tarafından kontrol edilir.

Bloklar iki parçadan oluşur, işlemsel kısmı (FT) ve blok kontrol kısmı (BSL). Blok kontrol bölümü işlemsel kısmı ortak kablo sistemine bağlar. Eğer 16 bloktan fazlası merkezî üniteye bağlanırsa, her bir blok grubu, blok grup kontrol ünitesiyle (BGS) SI 2.2.F aracına (Şekil 1.8.(b)) bağlanır. Bloklar arası bilgi transferi paralel bit modunda yapılır; 16-bit uzunluktaki bilgi kelimeleri 40 000 kelime/saniye hızla transfer edilebilir.

SI 2.2 sistemi bilgisayar kontrollu işleme sisteminde ve değiştirilmiş formda, nümerik makina aletlerinde kontrol ünitelerinde kullanılır.

1.4.5. CAMAC Arabirim Sistemi

Daha karmaşık diğer bir sistem CAMAC arabirimidir (bilgisayarlı otomatik ölçme ve kontrol). 1960'lar esnasında nükleer ölçme sistemleri için EURATOM organizasyonları içindeki çok uluslu ESONE komitesi tarafından geliştirilmiştir. 1969'da yayınlanan, EUR 4100 ilk özellik dökümanı ile başladı ve diğerleri ile devam etti. ABD'de AEC NIM komitesiyle işbirliği de sürdürüldü.

Sistem Amerikan IEEE ve IEC tarafından kabul edilmiştir. İlki, IEEE 583, 595, 596 ve 683 standartlarını donanım ve protokolu içeren ilgili diğer dökümanlarla birlikte kullanır; ikinci IEC 582, 516, 552, 640 ve 677 yayınları ile birlikte ilgili yazılım yayınlarını kullanır.

CAMAC'ın temel özellikleri;

- (a) Modüler sistemdir; fonksiyonel, takılabilen üniteler standart çerçeye yerleştirilmiştir.
- (b) Katı hal aletleriyle yüksek paketleme yoğunluğunu kullanmaya tasarlanmıştır.
- (c) Takılabilen tipteki üniteler çerçevede ortak iç veriyolu ile birleştirilir ve veri, kontrol sinyallerini ve gücü taşır.
- (d) Her ne kadar bilgisayar kullanımı seçime bağlı ise de sistem arunda bilgisayara bağlanabilir.
- (e) Şase düzeni paralel veya seri ana iletim hattı ile bağlanabilir.

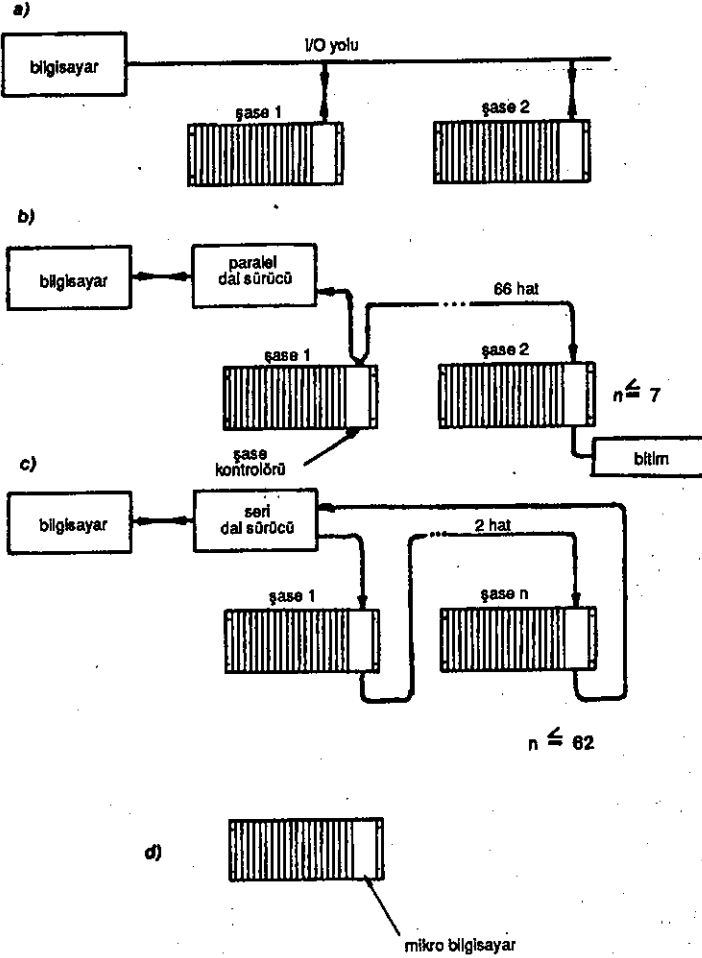
Sistem aşağıdaki veri ve adres kapasitelerine sahiptir.

(a) okuma hatları (yol hatları)	24
(b) yazma hatları (yol hatları)	24
(c) istasyon (modül) adresi (belli hatlar)	24
(d) istasyon (modül) isteği (belli hatlar)	24
(e) alt adresler (her istasyon adresi) (ikili kodlu)	16

Veri hattı minimum 1µ saniye çevrim zamanına ve kontrol aletinden veya aletine modüllerden 24+24 okuma ve yazma hatları taşıyan paralel veri hattına sahiptir; böylece, 24 bit uzunluktaki kelimeler tek veri transfer hattı ile ele alınabilir.

Direkt sokulabilen CAMAC ünitesi (modül) veri hattı şartlarını doğrulamak için harici fonksiyonları çeviren fonksiyonel ünitelerdir. Her modül uygun veri hat soketine 86 kontaklı iki yönlü baskılı devre fişinde biter. Modül 17 mm genişlikteki birçok üniteden biri olabilir ve standart sadece boyutları, elektrik-

sel güç sağlama kaynaklarını, sinyal standartlarını ve arabirimin veri yoluna veri transfer protokolunu belirler. Standart girdilerin modüllere tamamen serbest girişini sağlar ve her modülün dahili fonksiyon ve devre teknolojisi tasarımcıya bırakılır.



Şekil 1.9: CAMAC değişimleri (a) Paralel sistem, (b) brans ana iletim yolu düzenlemesi (c) seri ana iletim yolu düzenlemesi (d) tek CAMAC şaşe.

CAMAC şasesi ortak yuvaya kolaylıkla sokulup-çıkarılan ünitelere hizmet eder ve boyutları, güç şartları ve veri yolu standartta belirtilmiştir. CAMAC şasesi 25 modülü alabilecek yuvaya sahiptir ve her çerçevenin sağ tarafındaki iki yeri çerçevenin kontrol aleti için ayrılmıştır (veya harici bilgisayara bağlantı için ayrılmıştır).

Bu özelliklerden dolayı, herbiri sistem ile uyumlu olan, farklı girdi özelliklerine sahip çok değişik CAMAC modülleri, çok sayıdaki üreticiden sağlanabilir.

CAMAC sistemleri, tek çerçeveli basit sistemlerden yaygın şekilde dağıtılan karmaşık çok çerçeveli sistemlere kadar değişir. Bunlar uygun standartlar tarafından tanımlanmıştır ve uygun tasarımdaki ünite kontrol aletlerine sahiptir. Şekil 1.9(a)'da gösterilmiştir.

Şekil 1.9(a)'da görülen düzenlemede, şase kontrol aletleri şaseye bilgisayarın paralel I/O aracıyla direk bağlanmıştır. Bu düzenleme mümkün olan en yüksek veri transfer hızına izin verir; fakat bu sadece oldukça kısa uzunluktaki I/O araçları için uygundur.

Şekil 1.9(b) 7 şaseye kadar arabağlantıya müsaade eden dallı ana hat düzenlemesini göstermektedir. Dal sürücüsünün kullanımı, dengeli iletim modlarının kullanımıyla ana hat uzunluğunun (10-100 m) uzatılmasına müsaade eder.

Şaseler ve bilgisayar kilometrelerce uzakta olduğu veya 7'den fazla şase gerektiğinde Şekil 1.9(c)'deki seri anayol düzenlemesi bu iş için uygundur. Bu metot ile, seri bit modunda çalışan iki dengeli kablo çifti kullanarak veya 9 dengeli çift kullanarak seri-bayt modunda 63 kadar şase bağlanabilir. Mesafe bazı durumlarda uzatılabilir.

Mikro veya minibilgisayarlar CAMAC sistemlerinde ya tek modül veya şase kontrol aleti olarak kullanılabilir. Bir CAMAC şasesi Şekil 1.9(d) de görülmektedir, burada bilgisayar şase kontrol aleti olarak rol alır.

CAMAC sisteminin ana avantajı, kullanıcının sistemi yaparken tüm tasarım ve arabağlantı problemlerinden muaf olmasıdır. Çok farklı üreticilerden elde edilse bile, uygun seçilen şase ve modüller kolayca birbirine bağlanabilir.

600 çeşit CAMAC ünitesi 70'den fazla üretici tarafından yapılmaktadır ve bunlar nükleer endüstrinin araştırma ve geliştirmesinde de olmak üzere elektrik üretimi ve çelik ve alüminyum üretimleri gibi çok değişik endüstriyel işlem kontrol uygulamalarında kullanılır.

1.4.6. IEC Tavsiyeleri

BSI, SIAC ve CAMAC sistemleri otomatik ölçme standartlaşmasının problemlerine evrensel kabul edilebilir çözümleri tamamen getirememiştir. Bunun ana sebepleri, bu sistemlerin karmaşık şartları karşılama yeteneğine sahip olmaması ve bu yüzden basit işlem sunan ve ucuz standart arabirim kullanıcılarının çoğunun karmaşık isteklerini karşılama yeteneği taşımasındandır.

Arabirim sistemlerinin sık sık geliştirme ve standartlaştırılmasının uzun zaman alması diğer bir problem yaratır. Hızlı teknolojik gelişme nedeniyle, bazı standartların modası birçok durumda geçmiş olur ve durumlar her zaman değişebilir.

1970'lerin ortalarında, otomatik ölçme sistemleri için uluslararası standartların, alet üretici ve aynı zamanda kullanıcıları tarafından evrensel kabul edilen arabirim sistemi olması açıklık kazanmıştır. Bu zor görünen görev sonunda IEC (uluslararası elektrik komisyonu) tarafından çözülmüştür.

IEC Teknik Komite 66'da (programlanabilir aletler ile ilgilidir), Batı Alman alet üreticileri genel amaçlı alet arabirim sisteminin geliştirilmesini tavsiye etti. Tavsiye yapıldığı zaman, yeni sistem mevcut cihazların genellikle en az değişiklik ile kullanılması şartını ortaya koydu.

Tavsiyeler, büyük alet üretici firmalar tarafından iyi anlaşıldı ve işin ilk aşaması standart arabirim sistemlerini ilgilendiren evrensel şartların kayıt edilmesiyle başladı. Bu iş için çok ileriye görmek ve önemli bağımlılığa ihtiyaç vardı. Yeni arabirim sistemiyle ilgili şartların her mevcut ölçme teknoloji problemi için bir çözüm sağlayamayacağı açıktı. Tek amaç sadece genel uygulamada ölçme işlerinin çoğuna uygun yeni evrensel sistemi bulmak olmuştur.

Sonuçta genel amaçlı arabirim geliştirme ile ilgili aşağıdaki temel sınırlamalar belirlenmiştir.

- sistemdeki maksimum ünite sayısı 15 olmalıdır;
- maksimum veri trafik hızı 1 Mbyte/san. olmalıdır;
- sistemin üniteleri arasındaki maksimum mesafe 20 m olmalıdır.
- komutların uzunluğu 10-20 bayt arasında olmalıdır.

Yukarıdaki şartları yerine getiren sistem için bir öneri en büyük alet üreticilerinden biri tarafından, Hewlett Packard şirketi, 1972'de sunuldu ve kendilerinin teknik yayınında, Hewlett-Packard Dergisi, Ekim, 1972, basıldı.

Bu öneri, biraz değişiklikle, IEC'nin teknik Komite 66'sına 1974'de Bükreş'te düzenlenen Eylül konferansında sunuldu ve Uluslararası tavsiye olarak kabul edildi.

Tavsiyelerin başlığı "Programlanabilir ölçme aletleri için arabirim sistemleri, seri-bayt, bit-paralel" (Bölüm I referans bibliyografyasına bakınız).

Tavsiyelerin sembolu



120 sayfalık tavsiyeler arabirim sisteminin elektrik, mekanik ve fonksiyonel özelliklerini tanımlar. Sistemde kullanılan aletler ile ilgili şartlar belirtilir ve tasarımcılara her durumda optimum ölçme sistemini başarmak için ipuçları verir.

Uluslararası tavsiyeler birçok ülkedeki standart organizasyonları tarafından kabul edildi. Diğerleri arasında Amerikan IEEE onu Std 488-1975 ve ANSI MC 1.1-1975 olarak kabul etti.

IEC tavsiyeleri aynı zamanda COMECON ülkeleri tarafından da kabul edildi. İlgili COMECON standartları IMR-2SI referansını taşır.

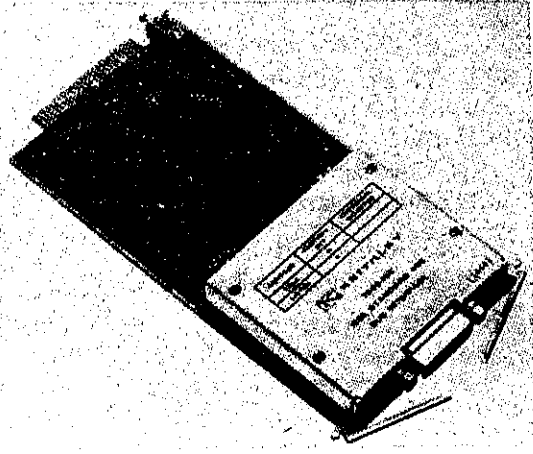
IEC arabirim sistemi büyük cihaz üreticileri tarafından evrensel olarak kabul edilmiştir. Başlatıcı Hewlett-Packard, diğer Amerikan firmaları örneğin Fluke, Dana, Tektronix, Wavetek, Systron-Donner, Keithley ve Avrupa'lı firmalar örneğin Philips, Siemens, Solartron-Schlumberger, Rohde & Schwarz IEC arabirimlerini standart olarak veya kendi aletlerine seçim olarak sunmaktadır. (Şekil 1.10). IEC arabirimlerine uyumlu aletlerin kullanım talimatları programlama için ayrıntılı bilgi sağlar ve ölçme sistemlerinde kullanımıyla ilgili önemli faktörleri bildirir.

Farklı üreticiler, arabirim sistemlerine farklı isimler kullanır. HP-IB (Hewlett-Packard Interface Bus) Hewlett-Packard tarafından kullanılır, GPIB (General Purpose Interface Bus), IEC 625, IEC Bus, IEEE-488, ASCII Bus ve Plus Bus bazı ortak isimlerdir. (Bu kitapta "IEC arabirim" terimi kullanılacaktır). Bunun ile ilgili detaylar yukarıda adı geçen arabirim sistemleriyle de ilgilidir. İsimdeki fark arabirim sistemlerinin pratik uygulamada değişimi anlamına gelmez. Eğer bir üretici IEC tavsiyelerinden saparsa, standart arabirimin büyük avantajının kaybı kaçınılmaz olur; aynı zamanda, IEC-uyumlu cihazı üreten diğer üreticilerin sistemindeki cihazlara uyumsuzluk olur.

Hatta yarı-iletken üreticileri bile IEC arabirimlerin yaygın kabulünü dikkate almış ve alet tasarımcılarının işini kolaylaştıran çok çok özel entegre devreler üretmişlerdir.

Motorola yarı-iletken üreticileri tarafından üretilen MC68 488, 40 bacaklı, LSI entegre devre IEC arabirimin tüm konuşma ve dinleme fonksiyonlarının uygulaması için uygundur ve bazı yardımcı devreler kullanarak kontrol fonksiyonu da sağlanabilir. Philips benzer entegre devreyi HEF4738V referansı ile üretir ve Intel, Fairchild, Texas-Instruments ve NEC'in IEC yongaları vardır.

IEC arabirimin evrensel uluslararası kabulü, bu arabirim sisteminin kullanımında standartlaşmayı gözetmeyen bilgisayar üreticilerini bile zorladı. Digital Equipment, Computer Automation, Texttronix, Intel ve elbette Hewlett-Packard, profesyonel mini ve makro bilgisayarlar ve ölçme sistem kontrol aletlerinde kullanılan hesaplanabilir hesap makinaları üreticileridir ve bunlar standart seçenek olarak IEC arabirimi sağlar. Arabirim popüler kişisel ve ev bilgisayarlarında, örneğin Commodore, Apple ve diğerlerinde bulunur.



Şekil 1.10: Keithley tarafından üretilen IEC arabirimi.

1.4.7. IEC Tavsiyelerindeki Diğer Gelişmeler

IEC yayını 625-1'in adaptasyonunu takiben, tam işlem sistemi sunmak için arabirim sisteminin işlemsel yönlerini tanımlayan diğer özellikleri geliştirme üzerine çalışmalar devam etti.

Standart 625-1 sadece arabirim bağımlı mesajları belirtir; uyumlu alet üreticileri bu yüzden kontrol ve veri transfer kodlarını tesadüfi seçerler. Böylece farklı üreticilerin cihazlarından oluşan sistemlerin kontrol ünitelerini programlamakta sık sık değişen farklı komutlar gerekir. 625-1'i kullanarak geniş bir aralıktaki ürünleri tatmin edecek bir tek kod seti ya da mesaj formatı tanımlamak mümkün değildir, fakat genel uygulama için değişik kod ve formatlar için bazı anahatlar tanımlamak mümkündür.

Bu IEC Standardı, yayın 625-2 (IEEE 728) olarak yapıldı ve yayınlandı. Amaçları şunlardır:

- farklı üreticilerin ürünleri arasında en yüksek uyum derecesini sağlama,
- aletlerin birbiriyle bağlanmasını sağlama;
- farklı mesaj tiplerini yaratma, işleme ve yorumlama;
- sistem düzenleme maliyetleri ve uygulama yazılımının yaratılmasını en aza indirecek kodların ve formatların tanımlanması;
- aletten-bağımsız olarak sınırlı sayıda tercihli mesaj kodları ve formatların tanımlanması;
- vs.

IEC 625-2'nin kullanımı ileriki bölümler de örneklerle verilmektedir.

2. IEC ARABİRİM SİSTEMİ

IEC 625 arabirim sistemi (veya IEEE 488), programlanabilen cihazlar için standart ara bağlantı sağlar. Aşağıdaki kısaltılmış tanımlar orijinal IEC dökümanları 625-1 ve 625-2 'nin yerini alamaz. Sistemler ve alet grupları arasında bilgi transferi için seri-bayt, paralel-bit yollarını kullanır ve sürekli parti-hat yol sistemi üzerinde haberleşebilen ve birbirine çok yakın aletler için aletler arası arabirim olarak tasarlanmıştır.

O, kullanıcıya farklı üreticilerin aletlerini kolay olarak bir sistem de tertip etmek için hem basit ve hem de iç bağlantılı karmaşık sistemlere müsaade eder.

2.1. Karakterler (Özellikler)

Bağlı ünite sayısı : Maksimum 15 cihaz.

Bağlantı modu: Pasif bağlantı kablolu yol sistemi ve arabirim fonksiyonları her alette dahili olarak gerçekleştirilir.

Bağlantı kabloları : Ortak seçilmiş kablolar, 16 sinyal hattı ve 8 toprak hattı içerir, birleşik uzunlukları 20 m veya her alet için 2 m'yi geçmez.

Priz : 25 silindirik temas bacağı vardır ve trapezoid-şekillidir. Amerikan ve Avrupa standartlarına göre tercih edilen iki tipi vardır ve bunlar daha sonra anlatılacaktır.

Veri transferi : Seri-bayt, paralel bit, asenkron.

Veri hızı : Sınırlı kablo uzunluğu için maksimum hız 1 M bayt / saniyedir; etkin tipik maksimum veri hızı 200-500 k bayt / saniyedir.

Tipik Mesaj Uzunluğu : 10-20 karakter.

Sinyal Seviyesi : TTL

Adresleyebilme : 31 konuşucu ve 31 dinleyici adresi birincil adresleme (1-bayt adres ile) için mümkündür.

2.2. Arabirim Sisteminin Yapısı

IEC 625 tavsiyelerinde tanımlanan arabirim otomatik ölçme sistemlerinin ünitelerini birleştiren genel amaç arabirimidir ve aralarında veri akışı için bir kanal sağlar. Aşağıda "alet" olarak tanımlanan çeşitli sistem üniteleri (cihazlar, hesap makinaları, yazıcılar vs), yol sistemi vasıtasıyla arabirim tarafından bağlanırlar.

Aletler arasındaki bilgi transferi seri-bayt, paralel-bit, eş zamanlı-olmayan modda olur ve mesaj formu olarak adlandırılır.

İki çeşit mesaj vardır:

- a) Sistem operasyonu için sorumlu *arabirim mesajları* ve,
- b) Her aletin operasyonundan sorumlu *alet-bağımlı mesajlar*.

2.2.1. Aletlerin Sınıflandırılması

Arabirim sistemine göre, her bir alet üç fonksiyona sahiptir.

- **Konuşucu** : Bu aletler arabirim mesajıyla seçimli olarak adreslenir ve adreslenmiş durumlarında onlar alet-bağımlı mesajları yaratır ve yola iletirler. Bir sistemde sadece bir alet, herhangi bir zamanda aktif konuşmacı durumunda olur ve yoldaki mesaj sadece o aletten gelebilir.
- **Dinleyici** : Bu aletler bir arabirim mesajıyla seçimli olarak adreslenebilir ve adreslenmiş (aktif) durumda iletim yolundan alet-bağımlı mesajlar alır. Bir sistemde, birden fazla alet aynı anda dinleyici durumunda olabilir.
- **Kontrol aleti** : Bu aletler sistemdeki diğer aletleri seçimli olarak adreslemeye uygundur; diğer bir deyişle, onlar konuşucu ve dinleyici rollerini ayırır ve diğer arabirim mesajlarını sistemin sadece bazı adreslenmiş aletlerine veya tamamına iletebilir. Kontrolörler sadece kontrol aleti modunda veya dinleme ve konuşma modunda da fonksiyon yapar. Sadece kontrol kapasitesine sahip olanlar alet-bağımlı mesajları iletmez veya almaz.

Arabirim sisteminin operasyonunda aletlerin rolleri kalıcı veya değişken olabilir. Her alet yukarıda bahsedilen rollerden en az birine sahiptir; ancak, sık sık bir alet farklı zamanlarda farklı rollerde fonksiyon yapar. Basitleştirme için, "konuşucu" bundan sonra aktif konuşucu anlamına gelecektir.

Her konuşucu ve dinleyici alet "adres" olarak adlandırılan tek tanımlı koduna sahiptir. Bu adres, aleti sistemin diğer ünitelerinden ayırır. Bir alet ya dinleyici adresine veya konuşucu adresine ya da her ikisine birden sahiptir. Bir sistem içinde, birçok alet aynı veriyi daima aldığı sürece aynı dinleyici adreslerine sahip olabilir. Diğer taraftan, bir sistem aynı adrese sahip iki dinleme aleti içeremez.

IEC arabirim sistemine birleştirilen alet sayısı 15'i geçemez. Minimum konfigürasyonda, tek konuşucu ve tek dinleyici alet kontrolörsüz olarak birleştirilebilir. Böyle bir ölçme sisteminin basit bir örneği dijital voltmetre ve yazıcıdan oluşan yarı-otomatik veri toplama sistemidir.

2.2.2. Yol Yapısı

IEC arabirim sisteminde aletler, 16 sinyal hatlı iletim yolu aracılığıyla bağlanır. Arabirim sisteminin tüm veri trafiği bu 16 sinyal hattı üzerinde kodlanmış formda olur. Bu iletim yol arabiriminde bağlantı hatlarının ana rolü her aletin aynı tip bağlayıcılarının karşı gelen noktaları arasında paralel bağlantıları yapmaktan ibarettir.

Bu arabirimin avantajı, ölçüm sistemlerinin genişletme veya yapısal değişikliklerinin basitliğidir. Bu genel amaçlı arabirim sistemlerinde çok önemlidir.

Paralel sistemin dezavantajı, her alet arasında veri transferi için oldukça kompleks adresleme ve kontrol fonksiyonları gerekmesidir. İletim yol sisteminin bir diğer sonucu olarak, tüm aletler mutlaka arabirim ünitesine sahip olmalıdır. Bunlar iletim yolundan gelen alet-bağımlı mesajları (örneğin alet programlama verisi) ilgili aletin operasyonu için uygun formata çevirir. Aletlerin (örneğin ölçüm verisi) iç sinyallerinin iletim yol sistemleri için uygun kodlu formata çevrilmesi de bu ünitelerin görevidir.

IEC arabirim sisteminin iletim yol yapısı Şekil 2.1'de görülmektedir. Arabirim sistemindeki işlem rollerine göre, 16 sinyal hattı şöyle gruplandırılır:

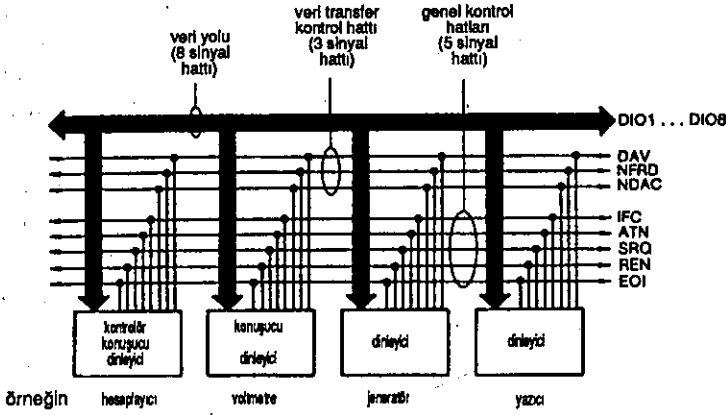
- Veri iletim yolu (8 sinyal hattı);
- Veri transfer kontrol yolu (3 sinyal hattı) ve
- Arabirim idare yolu (genel kontrol) (5 sinyal hattı).

Veri iletim yolunun 8 hattı arabirim mesajlarını seri-bayt, senkronize-olmayan işlem modunda taşır. Mesaj bir adres, programlama verisi, ölçüm verisi veya çeşitli komutlar olabilir ve konuşmacı veya kontrol aleti olarak çalışan ve mesaj iletme yeteneğine sahip herhangi bir alet sisteminden ortaya çıkabilir.

Veri yol hatları için kullanılan semboller:

- Veri girdi / çıktı, DIO1 DIO8

Üç sinyal hattından oluşan veri transfer kontrol yolunun fonksiyonu, DIO sinyal hatları üzerindeki veri baytlarının adreslenmiş konuşucudan veya kontrol aletinden bütün dinleyicilere transferinin kontrolüdür. Otomatik ölçme sistemleri üniteleri farklı veri transfer hızlarında çalışır. Bu yüzden, konuşucu ve dinleyiciler arasında birçok-bayt-uzunluğundaki mesajların transferini etkilemek için kontrol gerekli olacaktır. Bu kontrol, konuşucunun sadece dinleyiciler tarafından dinlendiği zaman "konuşuyor" olmasını sağlar ve konuşucunun etkin işlem hızı en yavaş dinleyicinin hızını geçmeyecektir.



Şekil 2.1: IEC arabirimin yapısı

IEC arabirim sisteminde bu kontrol, veri transfer kontrol iletim yolunun üç sinyal hattı üzerinde oluşacak senkronize-olmayan el-sıkışma çevriminin fonksiyonudur.

Bu sinyal hattının sembolleri :

- **Veri Geçerli (DAV) :** Bu sinyal hattında, L seviyesi veri iletim taşıtındaki bilginin geçerli ve kabul edilebilir olduğunu gösterir.
- **Veri İçin Hazır Değil (NRFD) :** Bu sinyal hattında dinleyici aletler veri kabul etmeye hazır olduğu zamanı belirtirler (H seviyesi kullanır).
- **Hiçbir Veri Kabul Edilmedi (NDAC) :** Bu sinyal hattında, dinleyici aletler verinin kabul edilip edilemeyeceğini gösterir (H-seviyesi kullanarak).

Veri transfer kontrol sinyalleri veri trafiğinde yer alan konuşucu ve dinleyici arabirim üniteleri tarafından yaratılır; ancak kontrol ünitesi tarafından yaratılmaz.

Arabirim idare yolunun 5 sinyal hattının her biri arabirim boyunca bilginin organize akış kontrolunda bir göreve sahiptir.

- **Arabirim Temiz (IFC) :** Arabirim sisteminin temiz sinyal hattı, sistemin tüm aletlerini başlangıç durumuna reset etmek için kontrol aleti ta-

sağlar. Birkaç kontrol aleti içeren sistemlerde, bu mesaj sadece en yüksek öncelikli kontrol aleti tarafından verilebilir, bu "sistem kontrol aleti" olarak adlandırılır.

- *Dikkat (ATN)* : Dikkat sinyal hattında, kontrol aleti veri iletim taşıtında bilginin nasıl yorumlandığı ve hangi aletin cevap vermesi gerektiği belirtilir. Eğer bu sinyal hattında L seviyesi varsa, veri iletim taşıtında arabirim mesajı-yani bir adres, bir komut veya adres komutu vardır. H seviyesinde ise alet-bağımlı mesaj (örneğin program emri) vardır.
- *Servis İsteği (SRQ)* : Aletler dikkat isteğini belirtir ve kontrol aletinden bu sinyal hattı aracılığıyla o andaki işlemi kesmesini isteyebilir.
- *Uzaktan yetkilendirme (REN)* : Bu sinyal hattında, sistem kontrol aleti, diğer mesajlar ile birlikte, bir üniteyi uzaktan kontrol operasyonuna değiştirebilir veya alet programlama verilerinin iki alternatif kaynağı arasında seçim yapabilir.
- *Son veya Belirle (EOI)* : Konuşucu tarafından yaratılan çok - baytlı veri gruplarının son birimi bu sinyal hattı tarafından belirlenir; Bu hat ATN ile birlikte paralel sorgulamanın yapılmasını sağlar, bu durumda mesaj kontrol aleti tarafından yaratılır.

2.3. Elektriksel ve Mekanik Özellikler

2.3.1. Elektriksel Özellikler

TTL (Transistor Transistor Logic) teknolojisinin kullanımı IEC arabirim sistemlerinin sürücü ve alıcı devreleriyle ilgili tüm standartları kabul eder. Bundan ayrı olarak, arabirim fonksiyonları sağlayan devreler tasarımcının özel isteklerine göre diğer teknolojileri kullanarak da yapılabilir.

2.3.1.1. Sinyal seviyeleri

Mesaj kod tablosunda, sinyal hatlarındaki verilen lojik durumları ve ölçülen elektrik seviyelerinin ilişkileri aşağıdaki gibidir:

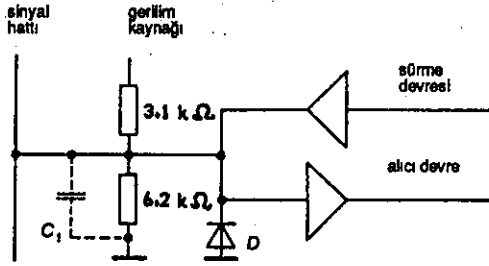
Lojik değer (kod) Elektrik Sinyal Seviyesi

0 (yanlış) $\geq +2\text{ V}$ (yüksek durumu)

1 (doğru) $\leq +0.8\text{ V}$ (alçak durumu)

Yüksek gerilimler, aletlerin bağlantı noktalarında lojik toprağına göre ölçülmelidir.

Belli bir sinyal hattına bir alet birleştirmede kullanılan devre şekil 2.2'de görölmektedir. Aletlerde, eğer sürücü ve alıcı devreler onlara birleştirilmese bile, her sinyal hattı direnç tipi bir yük ile sonlandırılmalıdır.



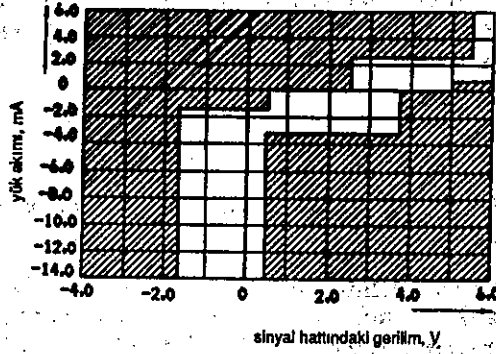
şekil 2.2: IEC iletim yolu sinyal hattı bağlantılarının devre diyagramı

Bu çeşit sonlandırmaların amacı, tüm sürücü ünitelerine bağlı olan aletlerin hepsi H seviyesinde bile olsa, sinyal hattında önceden belirlenmiş gerilim değeri bulunmasıdır. Bundan ayrı olarak, sonlandırma ucu düzgün alet empedansı sağlar ve gürültüye duyarlılığı azaltır. şekilde görölen maksimum yük kapasitans (C_1) değeri her alet için 100 pF' tır.

Her alet negatif gerilim geçişlerini sınırlayacak devreye sahiptir. şekildeki alıcı ünitesine ilave edilmiş diyot, bu amaca hizmet eder.

2.3.1.2. Yükleme

Aletlerin yüklenme özellikleri direnç sonlandırmaları, gerilim bağlama devreleri ve sürücü / algılayıcı devreler tarafından belirlenir. Bu yüzden, standart yük karakterleri her alet için verilemez; fakat arabirim yüzeyindeki aletin tamamı için verilir (şekil 2.3). Doğru çalışma için, DC yük özelliği, sinyal hattı gerilimi ve giriş akımı tarafından belirlenir ve şekildeki karalanmamış alanın içine düşmek zorundadır.



Şekil 2.3: IEC arabirim yük standartları

2.3.1.3. Kablo yapımı

IEC arabirim sisteminde, her aleti birleştiren kabloların toplam uzunluğu 20m'yi geçmemek zorundadır. Kablo uzunluğu günümüzde yol uzatıcı kullanımıyla arttırılabilir. Bu, paralel veriyi modem bağlantısıyla veya fiber optik, koaksiyel veya iki-çift kablolar ile iletme uygun seri bit'lere çevirir. Uzun kablolar için, elektriksel gürültü ve girişimlerin yaratılması veya alınmasına karşı uygun koruma gerekir ve bu yüzden IEC standartları kablo şartlarının detaylı tanımlarını verir.

Arabirim sisteminde kullanılan bağlantı kablosu en azından dış muhafaza ve 24 iletici uç içermelidir. Bu uçlardan 16'sı sinyal hatlarıdır, diğerleri lojik toprak dönüşleri olarak kullanılır. NRFD, DAV, NDAC, EOI, ATN ve SRQ sinyal hatları bir toprak ucuyla burkulmalı veya çapraz konuşmayı azaltacak şekilde kaplanmalıdır.

2.3.1.4. Sürücü devreleri

Sinyal kablolarının sürücü devreleri, ya açık kollektör veya üç-durumlu sürücüdür. Sonuncunun kullanımı yüksek hız sistemlerine uygundur.

Sürmek için sadece açık kollektör sürücüler SRQ, NRFD ve NDAC sinyal hatları kullanılır, çünkü bu sinyal hatları, kablolu OR (veya) bağlantı (bak bölüm 2.4) ile her aletin uygun noktalarını bağlar.

Açık kollektör veya üç-durumlu sürücüler DAV, IFC, ATN, REN ve EOI sinyal hatlarını sürmek için aynı derecede uygundur.

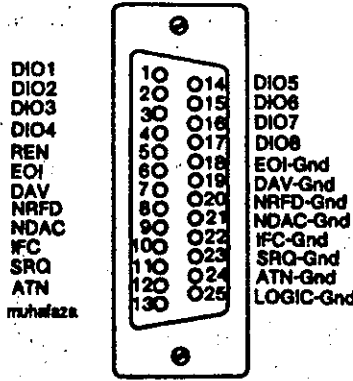
Paralel sorgulama gerektiği zaman, DIO1... DIO8 sürme hatları için sadece açık kollektör kullanılabilir. Eğer buna ihtiyaç yoksa, herhangi bir tip sürücü kullanılabilir.

2.3.2. Mekanik Spesifikasyonlar

Standartda belirsizlik olan tek alan aletlere ve kablolarla birleştirilen bağlayıcılarla ilgilidir.

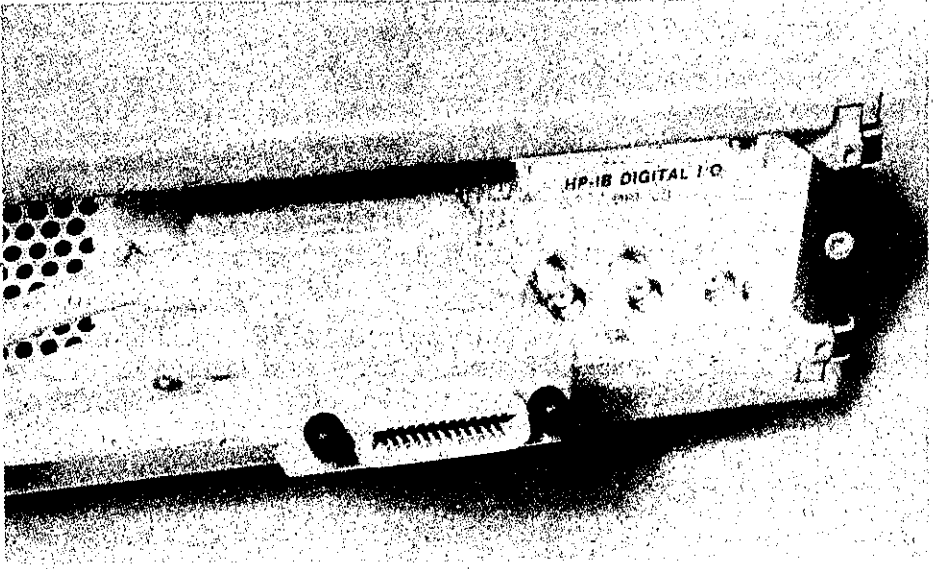
Arabirim sistem yaratıcısı Hewlett-Packard başlangıçtan beri hesaplayıcı ve cihazlarda 57 bağlayıcı Cinch serisi veya 24 bacaklı Ampherol kullandı. Aynı tip bağlantı Amerikan IEEE ve ANSI Standartlar Komitesi tarafından da kabul edildi ve Amerikan cihaz üreticileri tarafından uygun şekilde kullanıldı.

Bu dayanıklı, başarılı ve pratik bağlayıcı maalesef IEC tarafından tavsiye edilen bağlayıcıların özellikleri içine dahil edilmemiştir ve bu yüzden IEC tarafından tavsiye edilemedi. Onun yerine 25 bacaklı, trapezoid şekilli, silindirik kontaklı benzeri bir bağlayıcı seçildi. [IEC 48B (sekreterlik) 80A tavsiye listesine dahil edildi.] Şekil 2.4 bağlayıcının bacak yerleşimini ve şematik diagramını göstermektedir.



Şekil 2.4: Standart IEC arabirim bağlantısının kablo sistemi

Hem IEC ve hem de IEEE spesifikasyonları peşpeşe bağlantıda her kablunun iki ucunu uydurabilmek için birleşik fiş ve soket tipi bağlayıcı gerektirir. Bu şekilde her kablo birbirine (piggy back bağlantı) bağlanır; bu yüzden aletlerin seri veya yıldız sistemlerinde (Şekil 2.5) bağlanması kolaylaşır. Alet fiş tipi bağlayıcı ile donatılmak zorundadır.



Şekil 2.5: Çok (piggy back) bağlantıya müsait Hewlett-Packard aletinin arka görünüşü

2.4. El-Sıkışma Prosesi (Handshake)

Maksimum 1 Mbayt / saniye hızlı IEC arabiriminin veri trafiği üç-hat veri transfer iletim yolu tarafından koordine edilir, diğer bir deyişle, onların aralarındaki el-sıkışma işlemi aracılığıyla olur. Eğer konuşucu, dinleyici(ler)'e arabirim vasıtasıyla veri gönderirse, veri transfer hızı konuşucu ve dinleyicilerin her ikisinin hızıyla belirlenir.

Arabirim sistemi, farklı ölçme sistemleri için bağlantı sağlarsa ve bu cihazların işlem hızları çok geniş bir aralıkta değişirse, veri transferi sadece asenkron olur. Bu "en yavaş" dinleyicinin bile "en hızlı" dinleyicilerden veri almasına izin verir. Bu durumda veri transferi en yavaş aletin hızıyla belirlenerek gerçekleşir.

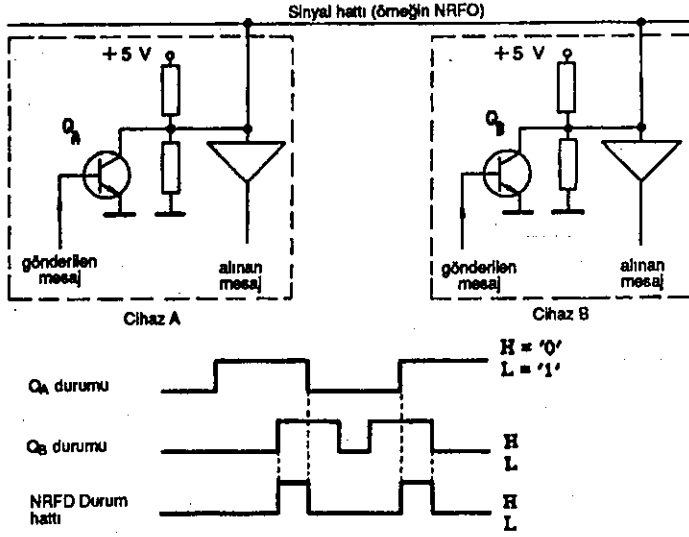
Üç el-sıkışma hattının çalışması dijital teknolojiye çok iyi bilinen kablo-lu-OR fonksiyonunun kullanımına dayanır. Şekil 2.6 iletim taşıtının sinyal hatlarından birinin (NRFD) bağlantısını gösterir. Alet çıktılarında açık kollektör sürücü devreleri toprağa bağlantı iletkeni olarak çalışır; böylece NRFD sinyal hattı eğer iki sürücünden (Q_A ve Q_B) biri veya her ikisi de açıldığında L seviyesinde olacaktır. IEC iletim yol sisteminin negatif lojik kabulunun bir sonucu olarak, eğer hatta birleştirilmiş alet çıktılarından herhangi biri L seviyesinde ise; NRFD doğrudur (L seviyesinde).

IEC arabirim sisteminde, veri transfer kontrol yolu her aletin NRFD ve NDAC çıktıları arasında kablolu-OR lojik fonksiyonu yaratır. Bu sebepten bütün aktif dinleyici aletleri (en yavaşıda dahil) H çıkış seviyesi ile yeni veri baytının kabul etmeye hazır olduklarını (NRFD) veya kabul ettiklerini (NDAC) belirttikleri zaman sinyal hatlarında H seviyesi mevcuttur.

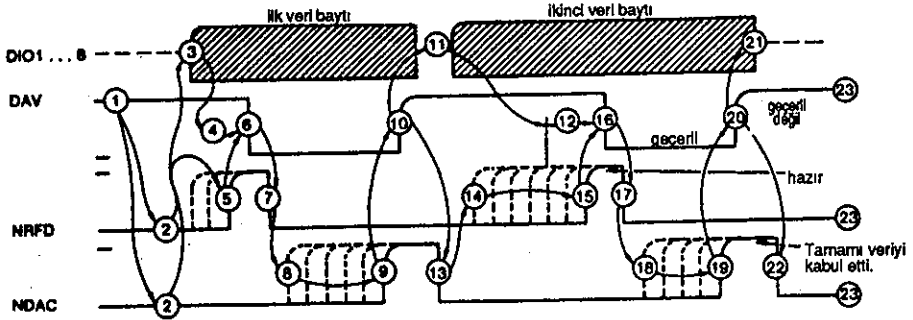
NRFD ve NDAC sinyal hatları dinleyici cihazları tarafından kontrol edilirken, veri transfer kontrol yolunun DAV sinyal hattı kaynak (konuşucu) tarafından kontrol edilir.

El-sıkışma veri transfer çevriminin zamanlama fonksiyonu Şekil 2.7'de görülmekte ve Şekil 2.8 çalışma akış diagramını göstermektedir. Her iki şeklin yanlarındaki daire içindeki numaralar aynı olaylara karşılık gelir:

1. Kaynak DAV'ı orijinal H durumuna getirir böylece verinin geçerli olmadığını belirtir.
2. Algılayıcılar NRFD ve NDAC hatlarını original L durumuna getirir.
3. Kaynak NRFD veya NDAC'ın L seviyesinde olup olmadığını kontrol eder ve sonra DIO hatlarında veri baytını iletir.
4. Kaynak DIO hatlarındaki verilerin kararlı olabilmesi için gecikme koyar.
5. Tüm alıcılar veri baytını (NRFD hattı H seviyesindedir) kabul etmeye hazır olduğunu sinyaller.
6. Kaynak NRFD hattının H seviyesinde olduğunu algıladığı zaman verinin kararlı duruma geldiğini ve geçerli olduğunu belirtmek için DAV hattını L seviyesine getirir.
7. İlk algılayıcı NRFD'yi L durumuna ayarlar; böylece şimdi hazır olmadığını belirtir. Sonra veriyi alır-diğer algılayıcılar da benzer şekilde kendi işlem hızlarında çalışır.



Şekil 2.6: Sinyal hat sürücü devrelerinin kablolu - OR (VEYA) bağlantısı



Şekil 2.7: El-Sıkışma prosesinin zamanlaması

8. İlk algılayıcı verinin kabul edildiğini göstermek için NADC'ı H durumuna ayarlar (bu zamanda, kablolu-on bağlantısı sebebiyle NADC'de halâ L seviyesi hakimdir).
9. Son algılayıcı da veriyi almıştır ve NDAC sinyal hattında H seviyesi oluşur.
10. NDAC'da H durumunu algılayan, kaynak veri geçerli sinyalini iptal eder (DAV, H seviyesinde olacaktır).
11. Kaynak yeni veri bayt'ını DIO hatlarına kaydırır.
12. Kaynak DIO hatlarındaki verinin kararlı olması için gecikme koyar.
13. DAV (10)'ın H seviyesini hisseden, algılayıcılar bir sonraki çevrim için hazırlık olarak NDAC hattını L seviyesine ayarlar.
14. İlk algılayıcı bir sonraki veri baytını kabul etmeye hazır olduğunu belirtmek için NRFD hattı üzerinde sinyal verir (NRFD L seviyesinde kalır).
15. NRFD sinyal hattı, son algılayıcı hazır olduğu anda H seviyesinde olacaktır.
16. Kaynak, DAV'da L seviyesi ile verinin geçerliliğini gösterir.
17. İlk algılayıcı NRFD'nin L seviyesi ile veri transferinin başlangıcını gösterir.
18. İlk algılayıcı NDAC hattında H seviyesiyle verinin kabul edildiğini gösterir.
19. Son algılayıcı verileri kabul eder; böylece NDAC hattı H seviyesinde olacaktır.
20. Kaynak DAV'da H seviyesi ile veri geçerliliğini belirtir.
21. Kaynak daha sonra veri baytını DIO hatlarından uzaklaştırır.
22. Algılayıcılar NDAC'ı L seviyesine ayarlayarak bir sonraki veri baytını kabule hazırlanır.
23. El sıkışma işlemi original duruma (1) geri döner.

Zamanlama diagramlarından hem NRFD ve hem de NDAC sinyallerinin karmaşık olduğu açıktır, bunlar iki veya daha fazla algılayıcıdan gelen birleşik sinyallerden oluşur. Bu, farklı cevap zamanları ve farklı transfer uzunluğunda dolayı aynı zamanda cevap veremeyen dinleyicilerin farklı işlem hızlarının sonucudur.

Ancak, hızlı iki alet arasındaki veri transferi, iletim yollarına fiziksel olarak birleştirilen fakat veri transfer çevriminde not almayan (yani adreslenme-

yen) aletler tarafından yavaşlatılmaz; Onların NRFD ve NDAC hatlarında sabit H seviyesi vardır ve bu yüzden veri transferini etkilemezler.

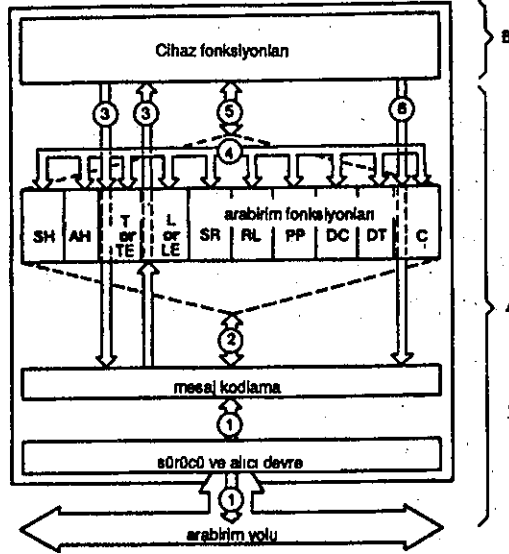
Hewlett-Packard'ın birçok ülkede üç-hat el sıkışma tekniğinin patent hakkına sahip olduğu not edilmelidir. Nominal bir ödeme ile şirketler uygulamaları açıklamadan kaideleri kullanabilir.

2.5. Arabirim Sisteminin Fonksiyonel Yapısı

2.5.1. Fonksiyonel Elemanlar

Şekil 2.9'da IEC uyumlu aletlerin fonksiyonel elemanları görülmektedir. Bu işlevler üç gruba ayrılabilir:

- Alet fonksiyonları,
- Arabirim fonksiyonları ve
- Mesaj kodlama.



Şekil 2.9: IEC - arabirim - uyumlu alet fonksiyonlarının diagramı

Temel olarak alet fonksiyonu, alet veya cihazın tasarlandığı amaç için uygulanmasıdır; örneğin, gerilim ölçümünde bir voltmetre, ölçüm sonuçlarının kaydında bir yazıcı vs. kullanılır. IEC arabirim sisteminin standartları alet fonksiyonlarının yapı ve içerik durumu ile ilgili değildir. Bu genel amaçlı, arabirimin uygulanabilirliğinin evrenselliğini sağlar. Alet tasarımcıları alet kapasitelerini serbestçe belirleyebilir ve bu özellikleri gerçekleştirme yolunu seçebilir. Bu fonksiyonel parça şekilde B olarak gösterilmiştir.

Arabirim fonksiyonları, sistemde diğer aletler ile bilgi değişimine diğer bir deyişle, mesajların alınma, işleme ve gönderilmesine izin veren aletin çalışma elemanlarıdır.

IEC sistemi aşağıdaki 10 arabirim fonksiyonunu içerir:

- Kaynak el sıkışma (SH),
- Kabul edici el sıkışma (AH),
- Konuşucu veya genişletilmiş konuşucu (T veya TE),
- Dinleyici veya genişletilmiş dinleyici (L veya LE),
- Servis isteği (SR)
- Uzaktan / lokal kontrol (RL)
- Paralel yoklama (PP),
- Alet temiz (DC),
- Alet tetikleyici (DT)
- Kontrol aleti (C)

"Arabirim fonksiyon seti" IEC arabirim standardı tarafından tam olarak tanımlanır. Cihaz tasarımcıları yeni arabirim kapasiteleri belirleyemez ve bu yüzden arabirim seti genişletilemez. Diğer taraftan, aletin gerçek kullanımı hangi arabirim fonksiyonlarının gerekli olduğunu belirlediği için aletin tasarımı sırasında gerekli arabirim fonksiyonları serbestçe seçilebilir.

Mesaj kodlama kısmen gelen bilgi ve arabirim fonksiyonları ile ilgili olarak iki-yollu fonksiyondur. Arabirim fonksiyonları ve onların civarındaki tüm bilgi transferi mesaj iletim ve alımı tarafından başlanır. Mesajların iki aşaması ayrılabilir ve her mesaj herhangi bir anda yanlış veya doğru durumda olabilir. Paralel sinyal hatları üzerinde mesaj iletimlerinin durumu H ve L seviyeleri tarafından verilirse, çok hatlı mesaj durumunda artan karmaşıklık ve açıklık eksikliği meydana gelmesinden dolayı bu sistemin kullanımı haklı olabilir. Yanlış ve doğru değerlerinin kullanılması çok hatlı mesajlarda dahi basit ikili değerlendirmeye izin verir.

İki çeşit temel mesaj grubu vardır: lokal ve uzak mesajlar. Lokal mesajlar, alet ile arabirim fonksiyonları arasındadır. Arabirime gelen mesajlar tanımlanmıştır ve arabirim fonksiyonlarına yeri bir lokal mesaj sokulamaz. Diğer taraftan, arabirimden çıkan mesajlar tasarımcı tarafından seçilebilir, yani herhangi bir arabirim fonksiyonunun her durumundan kaynaklanan yerel mesaj bir veya daha fazla alet fonksiyonunda birleştirilebilir. Farklı aletlerin arabirim fonksiyonları arasındaki mesajlar "uzak mesajlar" olarak adlandırılır. Bölümün giriş kısmında bahsedildiği gibi, iki çeşit uzak mesaj vardır: arabirim mesajları ve alet-bağımlı mesajlar.

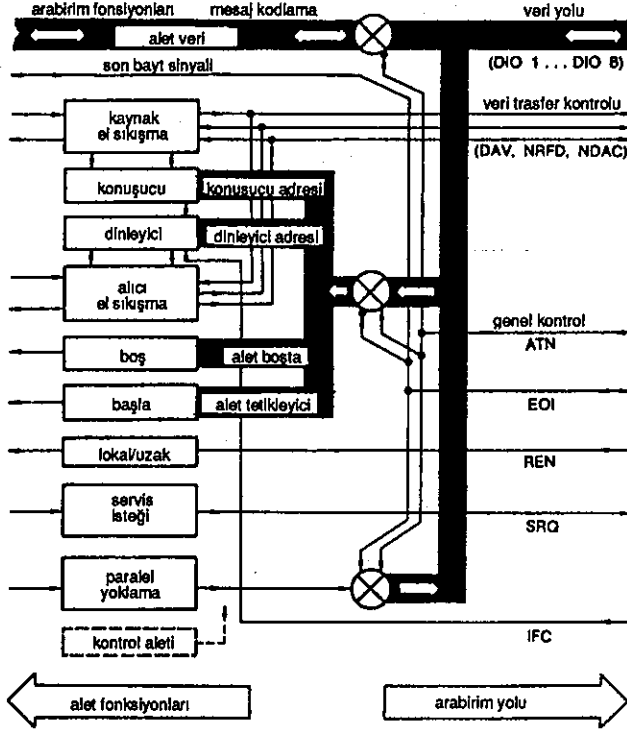
Her alette ATN mesajı, mesaj değerlendirmedeki kargaşayı önler. Eğer ATN mesajı yanlış ise (ATN sinyal hattında H seviyesi vardır) aletler mesajı alet-bağımlı olarak yorumlar. Bu durumda mesaj sadece aktif dinleyiciler tarafından alınır. Alet-bağımlı mesajlar alet fonksiyonları ve mesaj kodları arasında olanlardır. Örneğin, programlama verisi veya ölçüm sonucu elde edilen veri alet-bağımlı mesajlardır (bunlar Şekil 2.9'da 3 ile belirtilmiştir). Eğer ATN mesajı doğru ise (ATN sinyal hattında L seviyesi vardır), aletler mesajı arabirim mesajı olarak yorumlar. Arabirim mesajları sistemdeki tüm aletler tarafından alınabilir ve işlenebilir. Diğerlerinin yanı sıra, konuşmacı ve dinleyici adresleri ve genel komutlar böyle mesajlardır. Her durumda arabirim mesajlarının amacı arabirim fonksiyonunda durum değişimi sağlamaktır (Şekil 2.9'da mesaj 2 ile belirtilmiştir).

Mesajlar, transferlerinde kullanılan sinyal hat sayılarına göre sınıflandırılabilir. Bir sinyal hattında gönderilen mesaj, "tek hatlı mesaj" olarak adlandırılır. IEC mesaj tavsiyeleri iki veya daha fazla tek hatlı mesajların aynı anda, doğal olarak farklı sinyal hatlarında, taşınmalarına izin verir. Çok hatlı mesajların transferi sinyal hat grubunda oluşur. Herhangi bir zamanda yalnızca bir çok hatlı mesaj transfer edilebilir.

2.5.2. Arabirim Fonksiyonları

IEC arabirim sistemindeki on arabirim fonksiyonu arabirim mesajlarının üreticileri ve işleyicileri olarak hizmet verir. Temel olarak bu fonksiyonlar arabirim sisteminin evrensel özelliklerini sağlar ve kapasitelerini belirler.

Şekil 2.10 arabirim fonksiyonlarını, mesaj kodlama ve mesajları transfer eden sinyal hat sistemini gösterir. Şekilden açıkça görüldüğü üzere, arabirim fonksiyonlarının ve mesaj kodlamanın görevi aletin dahili kontrol sistemini IEC arabiriminin iyi tanımlanmış, birleştirilmiş sistemine bağlamaktır.



Şekil 2.10: IEC sisteminin arabirim fonksiyonları ve mesaj kodlama

Arabirim fonksiyonları iki grupta sınıflanabilir. Beş "temel fonksiyon" olarak adlandırılan konuşucu, dinleyici, kontrol aleti, kaynak el sıkışması ve alıcı el sıkışması temel veri trafiğine hizmet eder. Servis isteği, uzak/lokal kontrol, paralel yoklama, alet boşta ve alet tetikleme ilave fonksiyonlardır.

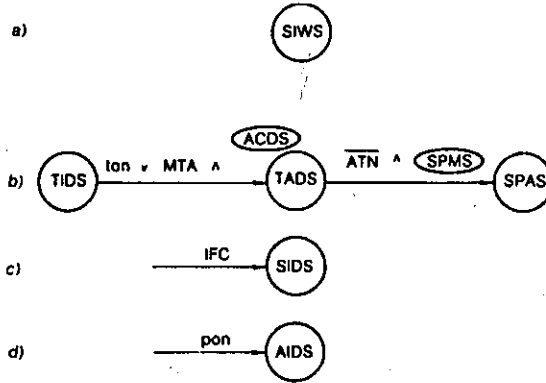
Temel fonksiyonlar aletlerde daha sık kullanılır. Tüm aletler konuşucu veya dinleyici fonksiyonuna veya her ikisine de sahiptir. Sadece birkaç alet kontrol fonksiyonuna sahiptir; buna rağmen, sınırlı kontrol kapasitesine sahip birçok alet vardır. Tüm aletler bir kaynak veya alıcı el sıkışma fonksiyonuna sahip olmalıdır çünkü bunlar olmadan veri trafiği mümkün değildir.

IEC arabirim sisteminde, arabirim fonksiyonlarının tanımı durum diag-

ramları yardımıyla yapılır. Bu metod, fonksiyonların tam doğru tanımını sağlar ve herhangi bir devre teknolojisi kullanımıyla seçilen fonksiyonun gerçekleşmesini kolaylaştırır. Bu sebepten, arabirim fonksiyonları hem uygulamaları ve hem de gerçekleşmesi bakımından tamamen evrenseldir.

2.5.2.1. Kodlama sistemi

IEC tavsiyelerinde, tüm arabirim fonksiyonları birçok karşılıklı ilişki durumlarını içeren "durum sistemi" ile tanımlanır. Her durum, her fonksiyonu tanımlayan durum diagramlarında bir daire ile belirtilir. Daire içine yazılan 4 büyük harf durumu belirler (Şekil 2.11(a)). Bu durum sembolleri durumun İngilizce isminin ilk harflerinden oluşur; örneğin şekilde görüldüğü gibi "SIWS = Source Idle Wait State" "Kaynak boş bekleme durumu"nu ifade eder. Durum sembolleri daima durumun ilk harfi olan "S" ile biter.



Şekil 2.11: Arabirim durum fonksiyon sembolleri (a)Durum sembolleri, (b) Durum ilişki sembolleri, (c) Arabirim temiz kısaltma sembolü, (d) Başlama modu için kısaltılmış sembol

Arabirim fonksiyonları arasında mümkün transferler ok ile temsil edilir. Her transfer, değeri doğru veya yanlış bir ifade ile belirtilir. Eğer verilen durumdan başlayan geçişler ile ilgili ifadeler doğru olursa, arabirim fonksiyonu durumunu değiştirir.

Geçişlerin ifade karakterleri, lokal mesajlar, uzak mesajlar ve durum ilişkileri veya AND, NOT ve OR (Şekil 2.11 (b)) operatörleri ile birlikte kullanılan minimum zaman limitlerinden oluşur.

Lokal mesajlar, lokal mesajın ilk harflerinden oluşan üç küçük harfli sembolle ifade edilir; örneğin "pon" "power on=güç açık" anlamına gelir. Arabirimin lokal mesajları Tablo 2.1'de, uygun arabirim fonksiyonlarıyla birlikte özetlenmiştir. Her arabirim fonksiyonu, kendisinin ilk harfleri ile adlandırılmıştır.

Arabiriminden gelen uzak mesajlar, kendilerinin ilk harflerini kullanarak büyük üç-harf sembolü kullanır; örneğin, MTA "My Talk Address=Konuşma adresim" anlamındadır. IEC arabirim uzak mesajları Tablo 2.2'de özetlenmiştir.

Tablo 2.1 : IEC Arabirimin Lokal Mesajları

Kısaltma	Mesaj	Fonksiyon
gts	bekle	C
isr	özel servis isteği	PP
lon	sadece dinle	L, LE
(Ipe)	lokal yoklama yetkilendirme	PP
ltn	dinle	L, LE
lun	lokal dinlememe	L, LE
nba	yeni bayt mevcut	SH
pon	güç açık	SH, AH, T, TE, L LE, SR, RL, PP, C
rdy	hazır	AH
rpp	paralel yoklama isteği	C
rsc	sistem kontrol isteği	C
rsv	servis isteği	SR
rtl	lokale dön	RL
sic	arabirimi temiz gönder	C
sre	uzak göndermeyi yetkilendir	C
tca	asenkon olarak kontrolü ele al	C
tcs	sekron olarak kontrolü ele al	AH, C
ton	sadece konuş	T, TE

Her arabirim fonksiyonu arasında "durum ilişkileri" elipsoid şekille kapalı büyük dört-harf sembolle gösterilir. Bu sembol arabirim durumunun isminin kısaltılmasıdır; örneğin "SPMS" "Serial Poll Mode State= seri yoklama, mod durumu" anlamındadır. Durum ilişkisi, sinyalli durum aktif olduğu zaman doğrudur; aksi halde yanlıştır.

Tablo 2.2: IEC Arabirimlerinin Uzak Mesajları

Kısaltma	Mesaj	Fonksiyon
ATN	dikkat	SH, AH, T, TE, L, LE, PP, C
DAB	veri baytı	(L, LE yoluyla)
DAC	veri kabul edildi	SH
DAV	veri geçerli	AH
DCL	alet temiz	DC
END	son	(L, LE yoluyla)
GET	grup çalıştırma tetikleyicisi	DT
GTL	lokale git	RL
IDY	belirle	PP, L, LE
IFC	arabirim temiz	T, TE, L, LE, C
LLO	lokal kitleme	RL
MLA	dinleme adresim	L, LE, RL
(MLA)	dinleme adresim	T
MSA	ikinci adresim	T, LE
(MSA)	ikinci adresim	T, LE
MTA	konuşma adresim	T, LE
(MTA)	konuşma adresim	L
OSA	diğer ikinci adres	TE
OTA	diğer konuşma adresi	T, TE
PCG	ilk komut grubu	TE, LE, PP
PPC	paralel yoklama yapısı	PP
(PPD)	paralele yoklamayı yetkisizleştir	PP
(PPE)	paralel yoklamayı yetkilendir	PP
PPRn	paralel yoklama cevabı	(C yoluyla)
PPU	paralel yoklama düzenlememe	PP
REN	uzak yetkili kıl	RL
RFD	veri için hazır	SH
RQS	servis isteği	(L, LE yoluyla)
(SDC)	seçilen alet temiz	DC
SPD	seri yoklamayı yetkisiz kılma	T, TE
SPE	seri yoklamayı yetkilendir	T, TE
SRQ	servis isteği	(C yoluyla)
STB	durum baytı	(L, Le yoluyla)
TCT	kontrol et	C
(TCT)	kontrol et	C
UNL	dinleme	L, LE

AND (VE) operatörü arabirim fonksiyonlarının geçişlerini tanımlayan ifadelerde " ^ " sembolü ile temsil edilir. Operatör Boolean AND fonksiyonu ile aynı etkiye sahiptir. Benzer şekilde " V " sembolü Boolean OR (VEYA) fonksiyonu ile aynı etkiye sahip OR operatörünü temsil eder.

NOT (DEĞİL) operatörünün kullanıldığı ifadelerde, değillenen ifadelerin üstünde yatay çizgi bulunur. Eğer yatay çizgi altındaki ifade yanlışsa, değillenen ifadenin değeri doğrudur.

Önceden tartışıldığı gibi, arabirim fonksiyonları, her aletin tasarımcıları tarafından farklı devre çözümlerinin seçildiği zaman bile alet zamanlama problemlerini önlemek için geliştirilmiştir. Bu yüzden, optimum alet uyumunu başarmak için belli zaman limitlerine bağlı kalınması zorunludur. Bu zaman limitlerinin değerleri Tablo 2.3'de gösterilmektedir. Bu değerler geçişin yayılma zamanı ve aletlerin devre özelliklerinin gecikme zamanlarından kaynaklanır. Tablodaki değerler açık kollektör sürme devreleri için geçerlidir ve

Tablo 2.3 : Arabirim Fonksiyonlarının Durum Diagramlarında Görülen Zaman Limitlerinin Değerleri

Sembol	İlgili Fonksiyon	Tanım	Zaman Sınırı
T ₁	SH	çok hatlı mesajların dengelenme zamanı	≥ 2 µsaniye
t ₂	SH, AH, T, L, LE, TE	ATN'ye cevap	≤ 200 nsaniye
T ₃	AH	arabirim mesajının kabul zamanı	> 0
t ₄	T, TE, L, LE, C, RL	IFC veya REN yanlış mesajına cevap	< 100 µsaniye
t ₅	PP	ATN EOI mesajına cevap	≤ 200 nsaniye
T ₆	C	Paralel yoklama çalışma zamanı	≥ 2 µsaniye
T ₇	C	ATN'yi tanımak için konuşucuyu yetkili kılmak için kontrolör geçikmesi	≥ 500 nsaniye
T ₈	C	IFC veya REN yanlış mesaj uzunluğu	> 100 µsaniye
T ₉	C	EIO mesajlarının gecikmesi	≥ 1.5 µsaniye

daha hızlı-işleyen üç-durumlu sürücüler için farklıdır.

Her fonksiyonun durum diagramlarında zaman limitleri görülür ve iki çeşit sembol tarafından ifade edilir:

- T_n ile ifade edilen ve bir fonksiyonun verilen bir durumda en az zaman kalma zorunluluğu anlamına gelen "en az zaman limiti".
- t_n ile ifade edilen ve en fazla geçiş durumuna izin verilen zaman anlamına gelen "maksimum zaman".

İlave olarak, durum diagramlarında aşağıdakilere benzer birkaç özel sembol vardır:

- Eğer ifadenin belli bir parçası istenildiği şekilde seçilebilirse ve bu yüzden bütün ifadenin doğru olması için o parçasında doğru olması gerekmiyorsa bu parça köşeli parantez içine alınır. Örneğin [MLA].
- Eğer bir ifade diagramdaki diğer durumların her birinden özel duruma geçişi sağlar ise, her geçişi temsil yerine kısaltılmış bir sembol kullanılır. Bu durum orijinal durumu göstermeyen bir ok ile temsil edilir (Şekil 2.11 (c)). Bu çeşit sembol genellikle fonksiyonların başlangıç durumunda bulunur.

Başlama durumlarıyla birlikte kullanılan bir ilave genel kısaltma vardır. Basitlik için, aletlerin çalışmayan durumu, durum diagramlarında gösterilmez. Şekil 2.11 (d) kısaltılmış sembolleri göstermektedir. "pon" mesajı çalışır durumda tanımlanan ilk durumu ayarlar.

2.5.2.2. IEC fonksiyonlarının tanımı

Arabirim fonksiyonlarının kesin tanımı IEC sistemlerinin uyumluluğunu sağlar. Böylece, IEC tavsiyeleri bu fonksiyonları yukarıda kısaca tanımlanan semboller ile çok hassas ve tam olarak tanımlar.

Tanımın temeli, her arabirim fonksiyonun bir veya daha çok durum diagramından oluşan durum sistemidir. Durum diagramı onun yapısal diagramından ve herbir durumun tablolaştırılmış bilgilerinden ve durumları yaratan mesajlardan çıkarılır. IEC tavsiyeleri aynı zamanda herbir fonksiyonun giden mesajlarını ve fonksiyonların mümkün değişimlerini tablo halinde içerir.

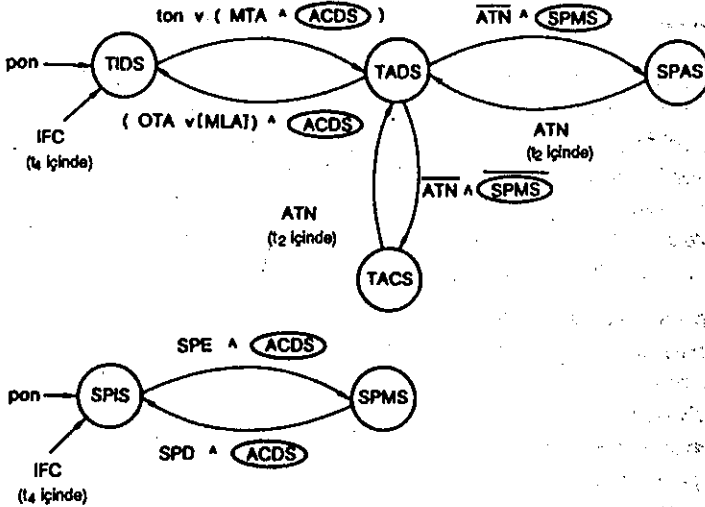
Aşağıda, arabirim fonksiyonları IEC tavsiyelerinden daha basit ve kısa şekilde tanımlanacaktır. Bu tanımlama şekli doğal olarak çok karışık olacaktır ve IEC tavsiyelerinin yerini hiçbir şekilde alamaz.

Durum diagramları sadece detaylı konuşma ve dinleme fonksiyonları için tanımlanacaktır; okuyucu durum diagramlarının diğer kısımlarını kıyaslamayla kolayca yorumlayabilir. Ancak; tüm fonksiyonların durumlarının isimleri mümkün fonksiyon çeşitlerinin isimleriyle ve kısa özellikleri ile birlikte tablo halinde verilir. IEC arabirim sistemlerinin ana avantajı her alete belirlenmiş her fonksiyonu yükleme zorunluluğunun olmamasıdır. Ayrıca, özel her fonksiyon aletin kullanım şartlarına göre sadece kısmen yüklenebilir.

2.5.2.3. Konuşucu (T) ve uzatılmış konuşucu (TE) fonksiyonları (Talker and Extended Talker)

Konuşma fonksiyonuna sahip bir alet arabirim yardımıyla diğer alete alet-bağımlı veri gönderebilir; fakat, bu kapasite sadece verilen fonksiyon konuşmaya adreslendiği zaman mevcuttur.

Adresleme modlarındaki farklara göre konuşma fonksiyonunun iki çeşiti vardır: adres uzantılı ve adres uzantısız. Uzantılı konuşma arabirim fonksiyonu (TE) iki bayt içerirken normal fonksiyon (T) bir-bayt adres kullanır.



Şekil 2.12: Konuşucu fonksiyonunun durum diagramı

İki çeşitlin kabiliyetleri her açıdan benzerdir. Her aletle, iki konuşma fonksiyonundan sadece biri gerçekleşir.

Konuşucu fonksiyonunun durum diagramı Şekil 2.12'de görülmektedir. Konuşma fonksiyonu, her iki durum ayrı gruplara dahil olursa aynı anda iki aktif durumda olabilir. Şekilde görülen iki durum grubunun uygun durumları karşılıklı olarak ayırdır ve bu yüzden her gruptan sadece bir durum aktif olur. Bu şart, diğer arabirim fonksiyonlarının durum diagramlarına da aynı şekilde uygulanır.

Tablo 2.4 : Konuşucu Fonksiyonunun (T) Durumları

Kısaltma	Durum
SPAS	seri yoklama aktif
SPIS	seri yoklama temiz
SPMS	seri yoklama modu
TACS	konuşucu aktif
TADS	konuşucu adreslenmiş
TIDS	konuşucu temiz

Çeşitli konuşucu fonksiyonlarının isimleri Tablo 2.4 'de özetlenmiştir. "TIDS" "Talker Function Start State", IFC (Interface Clear message) arabirim temiz mesajı geldiği zaman veya aletin güç kaynağının anahtarı açıldığı zaman konuşucu fonksiyona başlama durumudur. Tanıma göre, IFC mesajı alındığı zaman, konuşucu fonksiyonu herhangi bir aktif durumdan TIDS durumuna dönmek zorundadır. TIDS durumunda, konuşma fonksiyonu veri veya durum baytlarını iletmeyecektir.

IFC mesajı yanlış ve "sadece konuşucu" (ton) mesajını çalıştıran anahtar "işler" durumunda ise veya alet alıcı el sıkışma fonksiyonunun ACSD durumunda ve aynı anda kendisinin konuşma adresini (MTA) alırsa, konuşucu fonksiyonu TADS durumuna gitmelidir. Bu durumda, konuşma fonksiyonu hali hazırda kendi adresini almıştır ve bunun sonucu olarak veri veya durum baytlarını iletmeye hazırdır. Daha sonra sistem kontrol aleti veri transfer çevriminin başlamasına izin vermek için bir veya daha fazla aleti dinleyici olarak adreslemek zorundadır.

Konuşucu ve dinleyici (ler) belirlenirse, kontrol aleti ATN mesajını yanlış değerle gönderir. Bu durumda SPMS durumu aktif değilse, konuşma fonksiyonu TACS durumuna gider ve alet, arabirim sinyali hatlarıyla sistemin dinleyici aletlerine mesajlar gönderebilir. Mesajların içeriği alet fonksiyonları tarafından belirlenir.

Arabirim fonksiyonu, kontrol aleti ATN mesajını tekrar gönderene kadar aktif konuşma durumunda kalır. Bu, diğer konuşmacının görevlendirilmesini belirten OTA mesajı tarafından takip edilir. Daha sonra konuşucu fonksiyonu TADS durumuna döner, daha sonra ise, DTA mesajından dolayı, temel duruma döner. Konuşucu fonksiyonun organizasyonu sistemde birden fazla aktif konuşucu olmasına mani olur.

Veri transferinden farklı olarak, eğer alet SRQ servis istek mesajı iletmeye kapasitesine tasarlanmışsa, konuşma fonksiyonu için başka görev mümkündür. Bu durumda seri yoklama sırasında yol kontrol aleti tarafından istenirse yola uygun bir durum baytı göndermelidir.

Konuşucu durum diagramının ikinci kısmı, SPIS ve SPMS durumlarını içeren servis istek amacına hizmet eder. Normal durumlarda, konuşucu fonksiyonu (SPIS) durumundadır. Fonksiyon SPE mesajını aldıktan sonra SPMS durumuna gitmek zorundadır.

Bunu takiben, eğer verilen alet kendisinin konuşucu adresini alır ve ATN mesajı yanlış olursa, konuşma fonksiyonu TADS durumundan SPAS durumuna (Şekil 2.12'nin sağ üst kenarına bak) gider. Bu durumda, konuşma fonksiyonu servis isteğinin yapıp yapılmadığını belirten uygun bayt durumunu kontrol aletine gönderir. İlave olarak, hangi özel olay veya durumun servis isteğini doğruladığını belirtmek mümkündür.

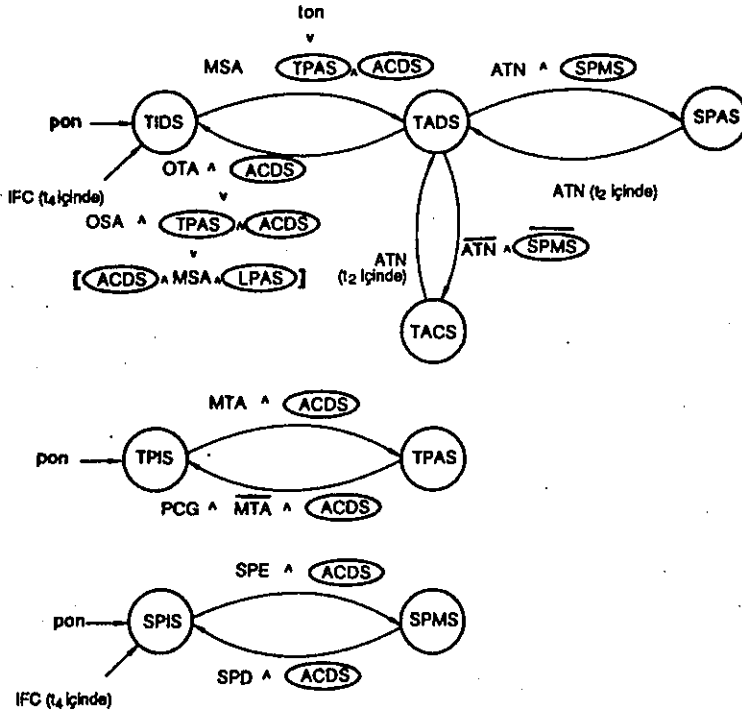
IEC tavsiyeleri çeşitli durumlarda arabirim fonksiyonları tarafından gönderilen mesaj çeşitlerini tam olarak belirler. Örneğin, aletin durumunu belirten STB mesajı, sadece SPAS durumunda gönderilebilir. Veribaytı (DAB) yola sadece TACS durumunda girebilir. Tek hatlı mesajların iletim şartları tavsiyelerde aynı şekilde tanımlanır. Örneğin, veri iletiminin sonunu belirten END mesajı, EOI hattında sadece TACS durumunda gönderilebilir.

Sistemin çalışması esnasında, arabirim fonksiyonları birçok rolü yerine getirebilir. Tüm rol ve çeşitlerin gerçekleştirilmesi her durumda gerekmez. Bu sebepten, mümkün olan çeşitler ve onların özellikleri arabirim fonksiyonlarının tanımında listelenir. Çeşitlerin dahil edilmemesi belli bir aletin kapasitesini sınırlar; fakat tüm sistemin çalışmasında etkisi olmaz.

Konuşma fonksiyonunun mücadele edilen çeşitleri aşağıdaki işleri yapabilir:

- **Temel konuşucu:** alet tarafından diğer aletlere veri transferine izin verir.
- **Seri yoklama:** Aletin servis istediğini belirtmek için kontrol aletine veri baytı transferine izin verir.
- **Sadece konuş :** Sistemde kontrol aleti olmadan aletin konuşucu olarak çalışmasına izin verir.
- **Adresizleştirme (yetkisiz kılma):** Eğer MLA konuşma ve dinleme fonksiyonlarına sahip bir aletin kendi ilettiklerini almasını önlerse.

Genişletilmiş konuşucu fonksiyonunun (TE) durum diagramı Şekil 2.13'te ve farklı durumların isimleri Tablo 2.5'de liste halinde gösterilmiştir.



Şekil 2.13: Genişletilmiş konuşucu durum diagramı

Bu fonksiyon, yukarıda tanımlanan konuşma fonksiyonundan ikincil adresleme ile ilgili durumlar tarafından ayrılır. Bu durumlardan birisi konuşucu, birincil adresini henüz almadığı için kendisinin ikincil adresini tanıyamadığı TPIS'dir. Uzak mesajlar bu durumda gönderilemez. Eğer MTA mesajı doğru ve ACDS durumu aktif ise, genişletilmiş konuşma fonksiyonu TPAS durumuna gider. Bu durumda, TE fonksiyonu kendisinin ikincil adresini tanıyabilir.

Genişletilmiş konuşucu fonksiyonunun izin verilen çeşitleri ikincil adres tarafından desteklenen konuşucu fonksiyonlarına benzer.

Konuşucu ve genişletilmiş konuşucu fonksiyonlarının şartları aşağıdaki gibidir:

- Bu fonksiyonlara sahip aletlerde, konuşma adresleri (MTA) veya ikincil adreslerin (MSA) kullanıcı tarafından değiştirilmesi sağlanmalıdır.
- Sadece konuşma çeşidine sahip her alet, ton mesajı yaratan el ile çalışan anahtara sahip olmak zorundadır.

Tablo 2.5: Genişletilmiş Konuşucu Fonksiyonu (TE) Durumları

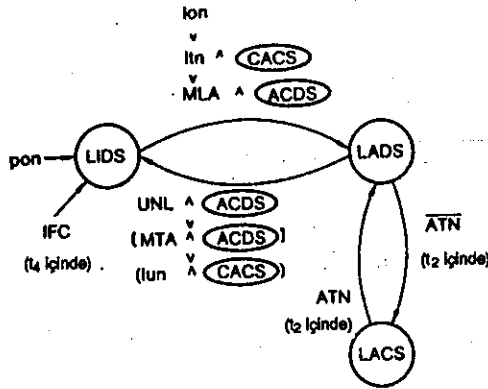
Kısaltma	Durum
SPAS	seri yoklama aktif
SPIS	seri yoklama boşta
SPMS	seri yoklama modu
TACS	konuşucu aktif
TADS	adresli konuşucu
TIDS	konuşucu boşta
TPAS	konuşucu birincil adres
TPIS	konuşucu birincil boşta

2.5.2.4. Dinleyici (L) ve genişletilmiş dinleyici (LE) fonksiyonları (Listener and Extended Listener)

Dinleme fonksiyonuna sahip alet, arabirim aracılığıyla diğer aletlerden bağımlı veri alabilir. Bu yetenek yalnızca verilen fonksiyonun kendi adresini kontrol ünitesinden alması durumunda mevcuttur.

Adresleme mod farklılıklarına göre iki çeşit dinleme fonksiyonu vardır. Genişletilmiş dinleme fonksiyonu iki bayt içerirken normal fonksiyon 1-bayt adres ile adreslenebilir. Her iki çeşidin de kapasiteleri diğer bütün durumlarda benzerdir. Her alette iki dinleme fonksiyonundan sadece biri gerçekleştirilebilir.

Dinleyici fonksiyonunun durumu Şekil 2.14 'de görülmektedir ve her durumun ismi Tablo 2.6'da liste olarak verilmiştir.



Şekil 2.14: Dinleyici fonksiyonunun durum diagramı

Eğer güç kaynağı açıksa (pon) veya arabirim temiz (IFC) mesajı ulaşırsa, fonksiyonun başlama durumu LIDS'dir. Eğer IFC mesajı yanlırsa ve sadece dinleyici (lon) mesajı yaratan alet anahtarı çalıştırılırsa, dinleme fonksiyonu dinleyici adreslenmiş durumunda (LADS) olacaktır. Eğer alet başlama durumunda kendisinin dinleme adresini alırsa, ve alıcı el sıkışma arabirim fonksiyonu aynı zamanda ACDS durumunda ise aynı işlem yerine getirilecektir.

LADS durumunda, dinleyici fonksiyonu alet-bağımlı mesajları almaya hazırdır, fakat henüz onları alamaz. Dinleyici fonksiyonu, bilgi transferine katılan birimlerin, konuşucuların ve dinleyicilerin adreslenmesi sistem kontrol aleti tarafından bitirilinceye kadar bu durumda kalır. Bu zaman esnasında, MTA ve MLA adres belirten mesajları iletilir ve ATN mesajı doğrudur.

Eğer ATN mesajı yanlış ise, dinleme fonksiyonu LACS durumuna taşınır. Bu transfer ATN değişiminden başlayarak 200 n saniyede sona ermek zorundadır. Bu üst zaman sınırı dinleyicinin konuşucudan gelen verileri almaya hazır olmasını sağlar.

LACS durumunda, dinleyici fonksiyonu arabirim taşıtından alet-bağımlı verileri alır ve onları alet fonksiyonlarına iletir.

Tablo 2.6 : Dinleyici Fonksiyonunun (L) Durumları

Kısaltma	Durum
LACS	dinleyici aktif
LADS	adresli dinleyici
LIDS	dinleyici boşta

Fonksiyon LADS durumuna geri döndüğü zaman, dinleme fonksiyonu, kontrol aleti ATN mesajını doğruya değiştirinceye kadar bu durumda kalır. Bunu takiben, kontrol aleti tarafından gönderilen UNL mesajının bir sonucu olarak başlama durumuna döner.

LADS durumundan başlama durumuna seçimli transfer vardır. Bu, eğer dinleyici olarak adlandırılan alet kendisinin konuşucu adresini alırsa (MTA) oluşacaktır. Bu transfer kendisinin iletim alışı engelleyici; çünkü, dinleme fonksiyonu adresleme çevriminden sonra LACS durumu yerine başlama durumuna gider.

Dinleyici fonksiyonunun mümkün çeşitleri aşağıdaki özellikleri sağlar:

- *Temel dinleyici*, alete diğer aletlerden alet-bağımlı veri almaya izin verir.
- *Sadece dinle*, kontrol aleti bulunmayan sistemde aletin dinleyici olarak çalışmasına izin verir.
- *MTA adresiz ise*, aletin kendi iletimini almasını önler (aletler hem dinleme ve hemde konuşma fonksiyonlarına sahip).

Genişletilmiş dinleyicinin durum diagramı Şekil 2.15'de görülür ve herbir durumun isimleri Tablo 2.7'de liste halinde verilmiştir.

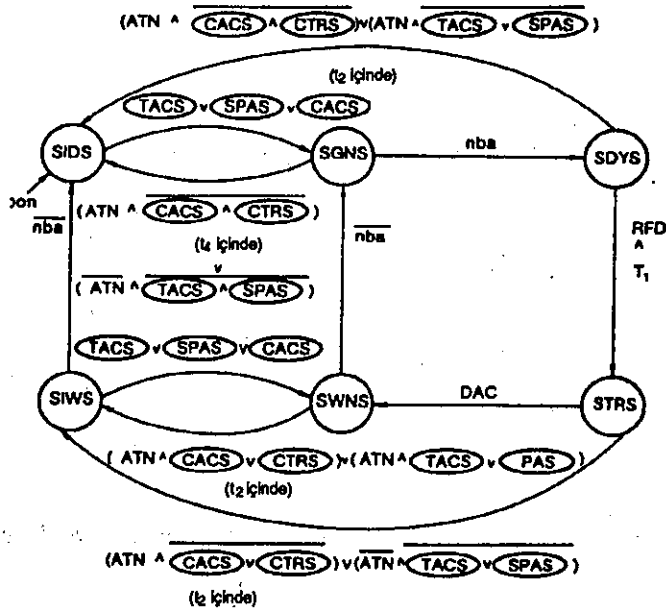
Fonksiyon yukarıda tartışılan, özellikle ikincil adresleme durumlarını içeren durumlarda, dinleme fonksiyonlarından ayrılır. Bu durumlardan biri LPIS dir, burada fonksiyon kendisinin birincil adresini tanıyabilir; fakat kendisinin ikincil adresine ulaşamaz. Birincil adresin (MLA) tanınmasından sonra, fonksiyon çalışır durumu takip eden bu durumdan LPAS durumuna gider. Bu durumda, fonksiyon kendisinin ikincil adresini tanıyacaktır ve ona ulaşacaktır.

2.5.2.5. Kaynak el sıkışma (SH) fonksiyonu (Source Handshake)

Bu fonksiyon aletlerde çok hatlı mesajların transfer kabiliyetlerini sağlar. Her çok hatlı mesajın transferi, bir kaynak tarafı ve birçok alıcı tarafı el sıkışma fonksiyonları arasındaki bir transfer çevrimi tarafından sağlanır. SH fonksiyonu, DAV sinyal hattı ile çok hatlı mesaj bayt iletiminin başlamasını ve bitimini kontrol eder.

SH fonksiyonunun durum diagramı Şekil 2.16'da görülmektedir ve Tablo 2.8 her durumun isimlerini liste halinde gösterir.

SH fonksiyonunun yalnızca bir çeşidi olmasına rağmen şekil tüm yapıyı göstermektedir. SH fonksiyonu olmadan alet bilgi değişimine katılamaz.



Şekil 2.16: Elsıkışma fonksiyonunun durum diagramı

Tablo 2.8 : Kaynak El sıkışma Fonksiyonunun (SH) Durumları

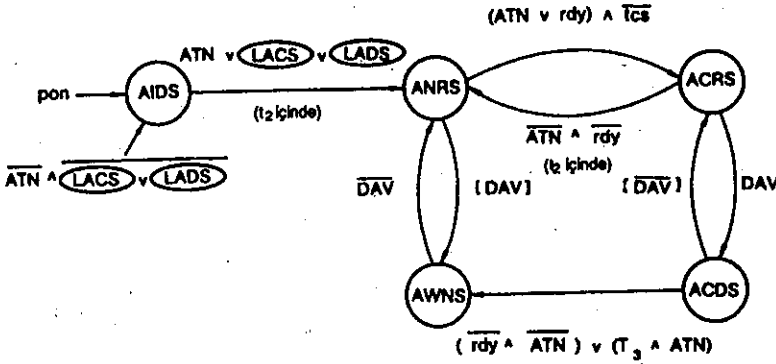
Kısaltma	Durum
SDYS	kaynak gecikmesi
SGNS	kaynak yaratma
SIDS	kaynak boşta
SIWS	kaynak boşta bekle
STRS	kaynak transfer
SWNS	kaynak yeni çevrim için bekle

2.5.2.6. Alıcı el sıkışma (AH) fonksiyonu (Acceptor Handshake)

AH fonksiyonu çok hatlı mesajların alet tarafından alınabilmesini sağlar. Her bir mesajın iletimi transfer çevrimi tarafından sağlanır. Bu eş zamansız veri transferinde AH fonksiyonunun rolü, daha fazla bilgi gerektirmeyen DAC hattı yardımıyla ve yeni veri almaya hazır RFD sinyal hattı yardımıyla, konuşucu ile haberleşmektir.

AH fonksiyonunun durum diagramı Şekil 2.17 ve durumların isimleri Tablo 2.9'da görülmektedir.

Şekilde tüm yapı gösterilmesine rağmen AH fonksiyonunun kullanılabilir yalnızca bir çeşidi vardır. AH fonksiyonu olmadan alet veri kabul edemez.



Şekil 2.17: Alıcı el sıkışma fonksiyonunun durum diagramı

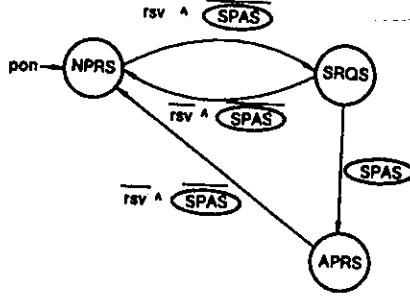
Tablo 2.9 : Kabul Edici El sıkışma Fonksiyon (AH) Durumları

Kısaltma	Durum
ACDS	veri kabulü
ACRS	alıcı hazır
AIDS	alıcı boşta
ANRS	alıcı hazır değil
AWNS	alıcı yeni çevrim için bekle

2.5.2.7. Servis isteği (SR) fonksiyonu (Service Request)

SR fonksiyonuna sahip alet, eş zamansız olarak sistem kontrolünden dikkat ister. Bir SR fonksiyonu sadece bir sebep için servis isteklerine izin verir. Eğer alet, birkaç sebep için servis isterse, her sebep için bir başka SR fonksiyonu kullanılmalıdır.

SR fonksiyonunun durum diagramı Şekil 2.18 ve fonksiyon isimleri Tablo 2.10'da görülmektedir.



Şekil 2.18: Servis istek fonksiyonunun durum diagramı

SR fonksiyonunun sadece bir çeşidi tüm kabiliyetleri sağlar ve o olmadan alet servis isteği için uygun değildir.

Tablo 2.10 : Servis İstek Fonksiyonunun (SR) Durumları

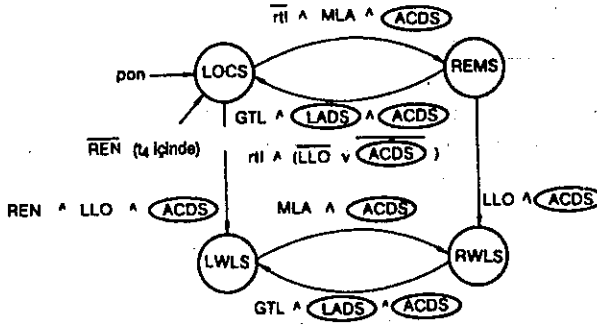
Kısaltma	Durum
APRS	doğrulayıcı yoklama cevabı
NPRS	negatif yoklama cevabı
SRQS	servis isteği

2.5.2.8. Uzak / lokal (RL) fonksiyonları (Remote / Local)

RL fonksiyonu ile donatılmış alet iki farklı bilgi kaynağı arasındaki farkı anlayabilir. Bu fonksiyon alete, ya onun ön panel işlemsel kontrollerinden (lokal) kaynaklanan ya da arabirimden (uzak) gelen bilgileri kabul etmesini

belirtir. Uzak kontrolda alet, program verisini adreslenmiş dinleyici fonksiyonunda alır.

RL fonksiyonunun durum diagramı Şekil 2.19 ve fonksiyon isimleri Tablo 2.11'de görülmektedir.



Şekil 2.19: Lokal / Uzak fonksiyonlarının durum diagramı

Tablo 2.11 : Uzak / Lokal (RL) Fonksiyonunun Durumları

Kısaltma	Durum
LOCS	lokal kontrol
LWLS	lokal kilitli
REMS	uzak kontrol
RWLS	uzak kilitli

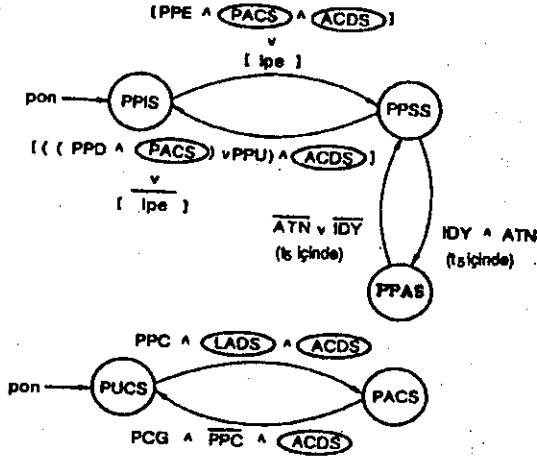
RL fonksiyonlarının mücade edilebilir çeşitleri aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- *Temel uzak / lokal*, aletin kontrolünün lokaldan - uzağa ve uzaktan - lokale değişiminin kontrolünü sağlar.
- *Lokal kilitleme yok*, bu varyasyon "lokale dönüş" (rti) mesajının kilitlenmesine izin vermez.

2.5.2.9. Paralel yoklama (PP) fonksiyonu (Parallel Poll)

Paralel yoklama arabirim fonksiyonu, aletin konuşucu adresini önceden almaksızın kontrol aletine bir bitlik durum mesajı göndermesine izin verir. Paralel yoklamada, (DIO1 DIO8) veri taşıtının sinyal hatları her aletin durum bitlerinin transferinde kullanılır ve bu yüzden, paralel yoklamaya aynı anda 8 alet katılabilir. DIO sinyal hatlarının her bir alete görevlendirilmesi paralel yoklama çevriminden önce yapılmak zorundadır. Her aletin durum bilgileri, lojik operatörleri (VE, VEYA) ile birlikte belli sinyal hattına gittiği zaman, birden fazla alet bir sinyal hattını paylaşabilir.

Paralel yoklama fonksiyonunun organize olarak aralıklı çalışması sistem kontrol aletinin görevidir. Durum diagramı Şekil 2.20'de görülür ve durum fonksiyon isimleri Tablo 2.12'de liste halinde verilmiştir.



Şekil 2.20: Paralel yoklama fonksiyon durum diagramı

Paralel yoklama fonksiyonunun izin verilen çeşitleri aşağıdakileri sağlar:

- *Paralel yoklama uzak düzeni*, aletin paralel yoklama çevrimindeki durumunu PPC mesajı tarafından görevlendirilen DIO yolu üzerinden kontrol aletine haber vermesine izin verir.
- *Paralel yoklama lokal düzeni*, paralel yoklamada lokal düzene izin verir.

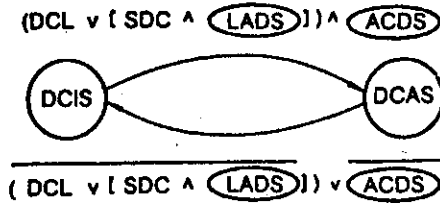
Tablo 2.12 : Paralel Yoklama Fonksiyon (PP) Durumları

Kısaltma	Durum
PACS	düzenleme için paralel yoklama adresi
PPAS	aktif paralel yoklama
PPIS	boşta paralel yoklama
PPSS	beklemede paralel yoklama
PUCS	düzenleme için adressiz paralel yoklama

2.5.2.10. Alet silme (DC) fonksiyonu (Device Clear)

DC fonksiyonu aletlerin (tekrar başlama durumuna getirme) tek-tek veya grup halinde temizlenmesine izin verir. Grup sistemin bir alt kümesi veya ondaki tüm adreslenmiş aletlerin alt topluluğu'dur.

DC fonksiyonunun durum diagramı Şekil 2.21'de görülür ve durum fonksiyonlarının isimleri Tablo 2.13'te liste halinde verilmiştir.



Şekil 2.21: Alet silme fonksiyonu durum diagramı

Tablo 2.13 : Alet Silme Fonksiyonunun (DC) Durumları

Kısaltma	Durum
DCAS	alet silme aktif
DCIS	alet silme boşta

Alet silme fonksiyonunun müsade edilen eitleri aşağıdaki yeteneklere sahiptir:

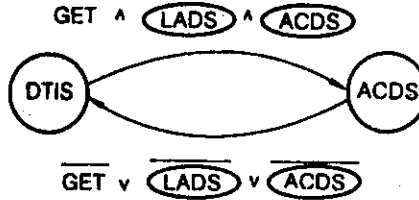
- *Tüm aleti sil*, sistem aletlerinin aynı anda veya seçimli olarak silinmesine izin verir.
- *Seçimli alet silinmesine hayır*, sistemin tüm aletlerinin sadece aynı anda silinmesine izin verir.

2.5.2.11. Alet tetikleyici (DT) fonksiyonu (Device Trigger)

Alet tetikleyici fonksiyonu aletlerin tek-tekk veya gruplar halinde temel işlem sürecine (rneğın ölçüm) arabirimden balamasını sağlar.

Alet tetikleme fonksiyonunun durum diagramı ekil 2.22'de grlr ve durum fonksiyonlarının isimleri Tablo 2.14'de liste halinde vermiştir.

Alet tetikleyici fonksiyonunun kullanılabilen tek çeşidi şekilde görülen tam yapısıdır.



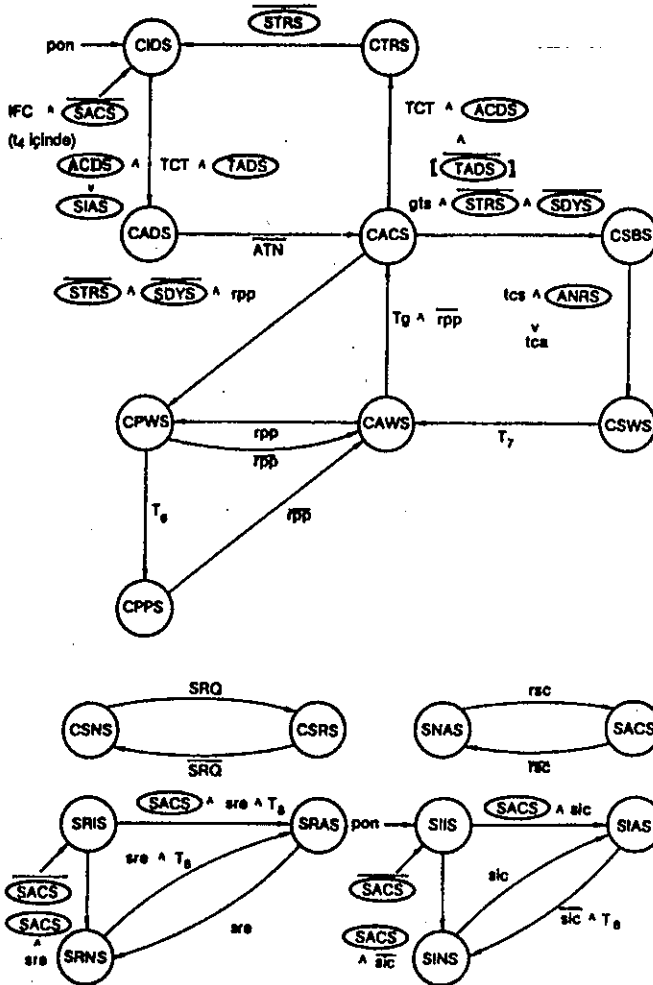
Şekil 2.22: Alet tetikleyici fonksiyonunun durum diagramı

Tablo 2.14: Alet Tetikleyici Fonksiyonu (DT) Durumları

Kısaltma	Durum
DTAS	alet tetikleyici aktif
DTIS	alet tetikleyici boşta

2.5.2.12. Kontrol aleti (C) fonksiyonu (Controller)

Kontrol fonksiyonlarına sahip alet, arabirim vasıtasıyla diğer aletlere alet adresleri, evrensel komutlar ve adresli komutlar gönderebilir. Bundan ayrı olarak, aletin servis isteyen alet veya aletleri tanımak için paralel yoklamayı yapmasına, IFC mesajı ile arabirimi temizlemesine ve aletleri uzaktan kontrol edilmeleri için REN sinyali ile yetkilendirmesine izin verir.



Şekil 2.23: Kontrolör fonksiyon diagram durumu

Kontrol aletinin durum diagramı Şekil 2.23'de görülmekte ve durumların fonksiyonları Tablo 2.15'de liste halinde bulunmaktadır.

Tablo 2.15 : Kontrolör Fonksiyon (C) Durumları

Kısaltma	Durum
CCAS	kontrolör aktif
CADS	kontrolör adreslenmiş
CAWS	kontrolör aktif bekle
CIDS	kontrolör boşta
CPPS	kontrolör paralel yoklama
CPWS	kontrolör paralel yoklama bekle
CSBS	kontrolör beklemede
CSNS	kontrolör servis istemedi
CSRS	kontrolör servis istedi
CSWS	kontrolör eş zamanlı bekle
CTRS	kontrol transfer
SACS	sistem kontrolü aktif
SIAS	sistem kontrol arabirim temiz aktif
SIIS	sistem kontrol arabirim temiz boşta
SINS	sistem kontrol arabirim aktif değil
SNAS	sistem kontrol aktif değil
SRAS	sistem kontrol uzaktan yetkilendirme aktif
SRIS	sistem kontrol uzaktan yetkilendirme boşta
SRNS	sistem kontrol uzaktan yetkilendirme aktif değil

Kontrolörün izin verilen çeşitleri aşağıdaki kapasitelere sahiptir:

- *Sistem kontrol aleti*, arabirim IFC ve REN mesajlarının alet tarafından iletilmesine izin verir.
- *IFC gönder ve emir al*, diğer aletten kontrolör rolünü almak için alete IFC mesajının iletimine izin verir.
- *REN gönder*, kontrolöre aleti uzağa yeniden ayarlamaya izin verir.
- *SQR'ye cevap*, kontrolörün, servis isteğinden sonra seri yoklama çevrimini başlatmasına izin verir.
- *Arabirim mesajları gönder*, kontrolörün arabirim sinyal hatlarından çokhatlı mesajlar göndermesine izin verir.
- *Kontrolü al*, kontrolöre diğer aletlerden kontrolü üzerine almasına izin verir.
- *Kontrolü geçir*, kontrolörün kontrolü diğer aletlere bırakmasına izin verir.
- *Kontrolü kendine geçir*, kontrolörün kontrolü o anda görevli kontrolörden kendi üzerine almasına izin verir.
- *Paralel yoklama*, kontrolörün paralel yoklama yapmasına izin verir.
- *Eş zamanlı olarak kontrolü al*, kontrolörün o andaki veri transferine zarar vermeyecek şekilde kontrolü almasına izin verir.

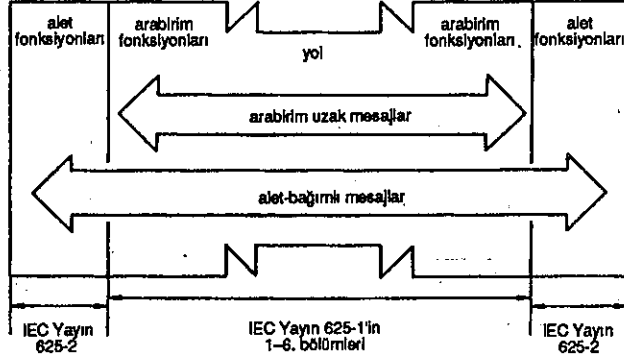
Aşağıda kontrolör fonksiyonlarıyla ilgili şartlar ve komutlar verilmektedir:

- Sistemin bir aletinden fazlası kontrol fonksiyonuna sahipse, onlardan biri haricinde tamamı sürekli olarak kontrolör "Boşta Durumu"nda olma zorundadır. CIDS durumunda olmayan alet "sistemin görev kontrolörü" olarak adlandırılır
- Herhangi bir sistemde, sadece bir aletin kontrolör arabirim fonksiyonunu Sistem Aktif Kontrol Durumunda (SACS) olmalıdır, sistemin tüm çalışması esnasında orada kalır; böylece, herhangi bir zamanda IFC ve REN mesajlarının iletimine izin verir. Bu alet "sistem kontrolörü" olarak adlandırılır.

2.6. Mesaj Kodlama

IEC arabirim sisteminde, aletler arasındaki bilgi transferi uzak mesajlar formunda olacaktır. Bu uzak mesajlar veya arabirim mesajları arabirim sinyal hatlarında arabirim fonksiyonları tarafından iletilenlerdir; alet-bağımlı mesajlar alet fonksiyonları tarafından belirlenenlerdir.

İki çeşit mesaj arasında temel farklılıklar vardır. Arabirim mesajları arabirim-bağımlıdır ve onların kodlanması aletlerin uyumluluğunu sağlamak için tam olarak tanımlanır. Diğer taraftan, alet-bağımlı mesajlar sistem ve alet-bağımlıdır ve bu yüzden, uniform kodlama sistem ve mesaj formatı onlar için standartlaştırılamaz. Ancak, alet-bağımlı mesajlar için dahi kodlama ve format tavsiyesi verilebilir ve bu tavsiyelere uyma ölçme sistem yapısının ta-



Şekil 2.24: IEC arabirim fonksiyonları ve mesajları ilişkisi

sarım işlemini kolaylaştırır.

Şekil 2.24, EC sistem fonksiyonları ve mesajları arasındaki ilişkiyi gösterir.

2.6.1. Arabirim Mesajlarının Kodlanması

Arabirim sisteminin arabirim mesajlarının kodları Tablo 2.16 'da görülür. Tabloda listelenen iki çeşit mesaj vardır:

- "Tekhat mesajlar" (Uniline Messages) (örneğin ATN) olarak adlandırılan, tek sinyal hattının lojik durumu tarafından karakterize edilen mesajlar
- "Çok hatlı mesajlar" (Multiline Messages) (Örneğin DCL) birçok sinyal hatlarının birleşik lojik durumu tarafından karakterize edilen mesajlar.

Bazı arabirim mesajları diğer mesajların (örneğin OTA) lojik birleşimleri olarak tanımlanır.

Arabirim mesajları fonksiyonlarına göre sınıflandırılabilir:

- | | |
|---------------------------------|----|
| • adreslenmiş komut | AC |
| • konuşucu veya dinleyici adres | AD |
| • alet bağımlı mesaj | DD |
| • el sıkışma | HS |

Tablo 2.16: IEC Arabirim Mesajlarının Kodlaması

Yol Sinyal Hat Modu																		Mesaj	
Kodlama	DIO8	DIO7	DIO6	DIO5	DIO4	DIO3	DIO2	DIO1	DAV	NRFD	NDAC	ATN	EOI	SRQ	IFC	REN	Tip	Smtf	
ACG	Y	X	D8	X	X	D3	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AC	
ATN	X	X	D7	0	X	D4	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	U	DD	
DAB	X	X	D6	0	X	D5	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	U	HS	
DAC	X	X	D5	0	X	D4	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	U	UC	
DCL	X	X	D4	0	X	D3	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	ST	
END	X	X	D3	0	X	D2	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	DD	
EOS	Y	X	D2	0	X	D1	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AC	
GET	Y	X	D1	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	UC	
GTL	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	U	
IDY	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
IFC	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
LAG	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
LLO	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
MLA	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
MTA	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
MSA	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
NUL	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
OSA	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
OTA	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PCA	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PCG	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PFC	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PPE	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PPD	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PPR1	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PPR2	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PPR3	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PPR4	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PPR5	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PPR6	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PPR7	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PPR8	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
PPU	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
REN	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
RFD	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
RQS	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
SCG	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
SDC	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
SPD	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
SPE	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
SRQ	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
STB	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
TCT	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
TAG	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
UGG	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	
UNL	Y	X	D0	0	X	D0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	M	AD	

• evrensel komut	UC
• ikincil adres	SE
• durum mesajı	ST

Tablo 2.16 tüm mesaj tip ve sınıflarının sembollerini içerir ve uzak mesaj satırlarında mesaj iletimi için gerekli kodlamayı tanımlar. İletilen mesajların kodlanması aynı iken, mesaj alımı için de kodlayıcı olarak görev yapar. Tablodaki değerlerin anlamı :

- 0 sıfır lojik (H seviyesi)
- 1 bir lojik (L seviyesi)

X alınan mesajın kodlanması açısından önemsiz (eğer diğer mesaj tarafından yönetilmezse iletilen veri kodlaması için sürmeye izin verilmez).

Y, iletilen mesaj kodlaması ile ilgileniliyorsa önemsizdir.

Tek hat mesajının değeri atanan lojik değerinin tanınmasından sonra geçerli sayılır. Çok hat mesajının geçerliliği bundan daha karmaşıktır. Zaman geçikmesinden doğacak problemleri önlemek için bu mesajlar el sıkışma fonksiyonlarıyla da ilgilendirilir. İletilen çok hatlı mesaj, kaynak el sıkışma fonksiyonu Kaynak İletim Durumunda (STRS) olduğu süre içinde geçerlidir. Alınan çok hat mesajı, alıcı el sıkışma fonksiyonu veri transfer durumunda (ACDS) olduğu süre içinde geçerlidir.

2.6.2. Alet-Bağımlı Mesajları Kodlama

IEC arabirim sistemlerinin rolü arabirim fonksiyonları vasıtasıyla alet fonksiyonundan alet fonksiyonuna alet-bağımlı mesajların iletimidir. Arabirim sistemleriyle bağlı aletler çeşitli amaçlar için çeşitli zamanlarda çeşitli alet-bağımlı mesajlar alır ve iletir.

Alet-bağımlı mesajlar şu şekilde sınıflandırılır:

- a) Ölçüm verisi (örneğin cihazla ölçülen özellikler)
- b) Program veya kontrol verisi (örneğin cihazın ölçme fonksiyonlarının hazırlanması)
- c) Durum verisi (örneğin cihazın iç durumu)
- d) Gösterilen veri (örneğin alfanümerik mesajlar).

Yukarıdaki mesajların formatı aynı ölçme sistemi içinde bile değişir; bu yüzden genel amaçlı IEC sisteminde çok değişen uygulamalar ve farklı tipte kullanılan aletlerden dolayı, farklı alet-bağımlı mesajların aynı formatı sağlanması ne mümkün ne de gereklidir. IEC arabirim kullanarak iletilen mesajların en düşük seviyeleri için tavsiyeler gerektiren ölçme sistemleri yapılabilir; fa-

kat, bunun en yüksek veri iletim seviyesinde gerekli olduğu sistemler de vardır.

Alet-bağımlı mesajlar her alet tarafından yaratılır, işlenir veya değerlendirilir. Böylece, bu mesajların özellikleri o aleti içine alacak sistem tipi tarafından önemli derecede etkilenir.

Bunun tersi de doğrudur. Alette kullanılan kodları ve formatları aletin verimli çalışmasına uygun sistemleri belirleyecektir. Bu sebepten, yeterli sistem çalışmasından emin olmak için, her aletin format ve kod tanımları tasarımın ilk aşamasında dikkatlice incelenmek zorundadır.

2.6.2.1. Tavsiye edilen mesaj formatı

Alet bağımlı mesaj, tanımlanmış ya da ima edilmiş bir başlangıç ve sonu olan bir bilgi paketini temsil eder. Bu bilgi paketi bu yüzden kendinden içerikli birim olarak yaratılır, iletilir ve değerlendirilir veya işlenir. Alet-bağımlı mesajlar giriş veya başlık (alfa) bölümü, ana bölüm ve sonuç veya son (sınırlayıcı) bölüm içerir.

Tablo 2.17 : Alet-Bağımlı Mesajların Yapısı

Mesaj kısmı	Sembol	İçerik	Karakter
Giriş kısmı (Alfa)	T	Verinin miktar ve tipinin tanımı	C
Ana kısım (nümerik)	U	Verinin işaret veya polaritesi	O
	V	Verinin nümerik değeri	C
	W	Üssün işareti	O
Sonuç kısmı (sınırlayıcı)	X	dizi sınırlayıcısı	O
	Y	blok sınırlayıcısı	O
	Z	kayıt sınırlayıcısı	O

Mesaj, mesaj içinde tanınabilir ve ayrılabilir veri bölümleriyle karakterize edilen alt veri alanlarına ayrılabilir. Bunlar isteğe bağlı veri alanları için gereklidir. Mesajların hepsi bütün veri alanlarını içermez; fakat, bazı veri alanları her mesajın parçası olmak zorundadır. Tablo 2.17 her veri alanının içeriklerini ve sembollerini göstermektedir. "O" ile adlandırılan veri alanları isteğe bağlıdır; "C" ile adlandırılanlar zorunludur; yani her mesaj onları içermelidir.

2.6.2.2. Ölçme verilerinin kodlanması

Cihazlar genellikle bir ölçüm işinin sonucu olarak veri iletir. Cihazın konuşma arabirim fonksiyonu TACS durumunda iken veri yola taşınır. Çıkış verisi format uzunluğu farklı cihaz tipleri için değişebilir, alfabetik ve nümerik bilgi içerir. Alfabetik bilginin görevi çıkış verisinin nümerik kısmını tanımlamak ve açıklamaktır.

Ölçüm verisinin temsili her birinin farklı amaca hizmet ettiği beş farklı veri alanı içerebilir. Tablo 2.17'de sıralanan veri alanlarında X, Y ve Z'nin kullanımı karşılıklı kabul etmeme anlamına gelir. Çünkü bunlardan yalnızca biri bir mesajda kullanılabilir.

Tüm veri alanları, nümerik değerleri içeren V alanı hariç, isteğe bağlıdır. Aletlerin çeşitli özelliklerinden dolayı; T, V ve W alanlarının uzunluğu, veri şeridinin nümerik kısmını tanımlamak ve belirtmek için gerektiği şekilde değişebilir.

T alanının İçeriği : T alanı, ölçüm verilerinin kalite ve tipini belirler. Genellikle bu alanın mümkün olduğunca kısa olması tavsiye edilir. Verinin değerlendirilmesi her alet için T alanının uzunluğu sabitlenirse kolay yapılır. Eğer T alanı ölçüm birimleri ile ilgili ise temel birimlerin (F, V, A, m) kullanımı tercih edilir. Ölçekli değerler de kullanılabilir; bu durumda 10^3 ve 10^{-3} çarpanlarının kullanımı tercih edilir. T alanı, V alanını takip eden verilerin kalitesini tanımlayan, örneğin taşma, kalibrasyon değeri vs, komutları içerebilir.

U alanının İçeriği : U alanı sadece tek karakter içerir. Bu alan V alanını takip eden verinin işaretini (polarite) belirlemede kullanılır ve "işaretli temsil" olarak adlandırılır. Eğer işaret pozitifse veya sembole ihtiyaç yoksa, U alanı Δ (veya boşluk) içerir ve "işaretsiz temsil" olarak adlandırılır.

V alanının İçeriği : Ölçüm verilerinin nümerik değerlerini içeren V alanının uzunluğu her bir aletin şartlarını sağlamak için değişebilir. Bu alanda en önemli hane ilk önce iletilir. Bu, mesaj içeren veri ölçümü için tek zorunlu alandır.

W alanının İçeriği : W alanı, V alanını takiben nümerik değerin üs kısmını verme amacına hizmet eder. Bu alan aşağıdaki sırada üç zorunlu kısımdan oluşur :

- (1) Tek E, işaretleriyle birlikte takip eden sayıların 10'un kuvveti olarak yorumlanacağını belirtir.
- (2) Tek + veya - karakteri üssün işaretini belirtir; eğer üs sıfır ise, + işareti kullanılmalıdır.
- (3) Üssün nümerik değeri bir veya birkaç sayı ile ifade edilir; iki-haneli sayı kullanımı tercih edilir.

X, Y ve Z alanlarının İçerikleri : İçeriklerin detaylı tanımları ve bu "sınırlayıcı alanların" pratik kullanımı Bölüm 2.6.2.7'de, ve "Mesaj birimlerinin ayrımı" başlığı altında verilecektir.

2.6.2.3. Program verisi

Program verisi (örneğin ölçme limitleri, işlem modu vs), cihaz tarafından ölçümün yapılmasına hazırlanma için ölçme cihazları tarafından alınırken, dinleyici arabirim fonksiyonlarının LACS durumundadır.

Mesaj içeren program verisi T ve V veri alanlarından oluşturulabilir. V alanının kullanımı seçimli iken T alanının kullanımı zorunludur.

Alet-bağımlı şartlar ve yetenekler öyle yaygındır ki veri programının formatını tanımlamak mümkün değildir. Birkaç ana emir mümkün olabilecek karışıklıkları azaltacaktır. Tüm mesajlar, mesajın işlevsel kullanımını belirlemek için T alanında en az bir giriş özelliği içermek zorundadır. Uygun T alan karakterlerinin seçimi, herbir fonksiyon mesajı arasındaki ayırıcı sınır sayısını tamamen yok etme veya azaltmaya izin verir. Seçimli V alanının verileriyle ilgili tek tavsiye, üs gösterimi durumunda, karışıklığı önlemek için E'nin dikkatli kullanımıdır.

2.6.2.4. Durum verisi

Durum verisi DIO1 ... DIO6 'da ve DIO8 sinyal hatlarından, konuşma arabirim fonksiyonunun SPAS durumunda, STB mesajlı aletler tarafından gönderilir. Servis istek (SQR) mesajı, bu mesaj ile aynı anda DIO7 sinyal hattında gönderilir. Bu aynı anda iletilen çift mesajın rolü veya diğer bir deyişle "birleşik durum baytı" sistem kontrolörü için kritik durum verisi sağlar. Aynı kategoriye sahip detaylı durumun lojik VEYA'sı olarak yorumlanır.

Detaylı durum verileri aşağıdadır:

- a) *Normal durumdan başka:* aletlerin normal dışı çalışmasıyla ilgili birleşik bit-format durum denklemini DIO6 sinyal hattında iletilir.

Karakteristik uygulamalar :

- alet fonksiyonlarında hata durumları
 - yanlış program verileri alımı
 - tam olmayan veya yanlış ölçüm verileri
 - sınır değer veya alarm durumu
- b) *Meşgul durumu* : DIO5 hattı, ana alet fonksiyonunun (örneğin gerilim ölçümü, analog çıktı sinyali üretimi, vs.) meşgul veya hazır duruma bağlayan birleşik durumunu belirtmede kullanılır.
- c) *Diğer durumlar*: DIO1 ... DIO4 sinyal hatları, yukarıdaki durumları daha detaylı ifade etmek veya ileri birleşik durumları belirtmek için sistem tasarımcıları tarafından kullanılabilir. Her kodun verilmesi maksimum esneklik için serbesttir.

Tablo 2.18 : Durum Bayt (STB) Mesajlarının Kodlanması

mesaj lojik değer	STB				
	RQS	DIO8	DIO6	DIO5	DIO4 ...DIO1
1	servis istendi	genişletildi	normal değil	meşgul	XXXX
0	servis istenmedi	genişletilmedi	normal	hazır	XXXX

DIO8 sinyal hattında iletilen işaret biti, alet-bağımlı STB mesajının bir bölümünü genişletmek veya değiştirmek için kullanılabilir. STB mesajı için tavsiye edilen kodlama adlandırmaları Tablo 2.18'de görülür.

2.6.2.5. Veri - kaydırma metodları

Bazı aletlerde, girdi veri baytları özel zamanlarda veya belli sıra durumlarında farklı şekilde yorumlanabilir. Örneğin, bir görüntü aleti (örneğin X-Y çizici) öncelikle uygun çalışma şartlarını kuracak komutu alacaktır ve sonra gösterilmek üzere özel veri noktalarını alır. Böyle durumlarda, veri trafiğinin program verilerinden veri göstergesine yönlendirilmesine izin verecek yeni metodlara ihtiyaç vardır. Diğer bir deyişle, çıkışa verilecek farklı kalite veri grupları arasındaki farkı belirlemek için dinleyici alete yardım edecek metodlara ihtiyaç vardır.

Veri-kayması iki şekilde yapılabilir. Belli dereceye kadar, çok - dinleyicili adresler program verileri ve görüntü verilerini belirler. Diğer çözüm, bir dinleyici adresi kullanımıdır ve mümkün kod alanlarından, tasarımcı tarafından alet-bağımlı kayma-kodu seçimidir. Doğal olarak, kayma kodunun (veya kodları) belirlenmesi program ve görüntü verileri için kalan kod alanları boyutunu azaltır.

2.6.2.6. Verilerin temsili

Aşağıdaki veri formları alet-bağımlı uzak mesajlarında bulunur:

- alfabetik karakter (örneğin A, B, e vs);
- sayısal karakter (örneğin (0, 1, 2), ikili düzende (2'nin tamamlayıcıları), vs);
- semboller (örneğin +, -, :, =, vs)

IEC arabirim tavsiyeleri alet-bağımlı uzak mesajların kodlanması için zorunlu ayrıntıları içerir; fakat, 7-bit ISO kodunun kullanımını tavsiye eder. Tablo 2.19 uluslararası kod sistemini göstermektedir. İki veri tipinin kodlanmasında kullanılan alfanümerik karakterler ve semboller Tabloda görülmektedir. Nümerik verilerin temsilinde, birçok olanak vardır.

Desimal verinin temsili : ISO 7-bit kodu kullanarak desimal verinin nümerik temsili için üç değişik metod vardır. NR1, NR2 ve NR3 nümerik temsil metodları aşağıdaki karakterlerle uygulanır:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 E + - . ,

NR1, NR2 ve NR3 nümerik temsil metodları temsil edilen verinin hane sayılarını belirlemez; böylece, aşağıdaki örneklerdeki hane sayıları, o kadar sayıda hane iletilmesi gerektiğinin tavsiye edildiği anlamına gelmez.

NR1 nümerik temsili : Nümerik değerlerin NR1 desimal temsili tam sayıları tanımlar; desimal noktanın sayı serisi sonunda düşünülür, fakat iletilmez. "İşaretli temsil" ve "işaretsiz temsil" in her ikisi en az bir hane içerir; diğer işaretler veya nihai boş alana (Δ) izin verilmez. Eğer alanın uzunluğu sabitlenirse, rakam dizisinin başlangıcında boşluklar olabilir. SIFIR sayısal değerinin işaretli temsili ya pozitif işaret veya boşluğa sahip olur.

Tablo 2.20, NR1 sayısal temsili için bir kaç örneğini listeler. Altı çizilmiş örnekler tavsiye edilen gösterimlerdir.

NR1 temsil formatı sınırlı veya sabit aralıkta yaratılan veya yorumlanan nümerik veri veya aletler arasında çok miktarda sabit format verisinin iletimi için avantajlıdır.

Tablo 2.20 : NR1 Nümerik Temsil Örnekleri

<i>Normal Format</i>	<i>İşaretsiz NR1</i>	<i>İşaretili NR1</i>
4902	0004902 Δ Δ 04902 Δ Δ Δ 4902	+ 004902 Δ + 04902 Δ Δ + 4902 Δ Δ Δ 4902
+ 1234	0001234 Δ Δ Δ 1234	+ 001234 Δ Δ + 1234 Δ Δ Δ 1234
- 56780	temsil edilemez	- 056780 Δ - 56780
0	0000000 Δ Δ Δ Δ Δ Δ 0	+ 0000000 Δ Δ Δ Δ Δ + 0 Δ Δ Δ Δ Δ Δ 0

NR2 nümerik temsili : NR2 metodu nümerik değeri desimal noktalı olarak temsil eder. Açıklık için, hem "işaretili temsil" ve hem de "işaretsiz temsil" de en az bir hane desimal işaretin önüne gelir.

Tablo 2.21, NR2 nümerik temsilinin birkaç örneğini gösterir. Eğer virgül desimal işaret için kullanılırsa sınırlayıcı olarak kullanılamaz.

NR2 temsil metodu sınırlı aralıkta veri yaratma ve değerlendirme için veya taşınan veri kullanıcı tarafından yorumlanacaksa avantajlıdır.

NR3 nümerik temsil : NR3 nümerik temsil, işaretili desimal ve üssel işaretili temsili içerir. Bu temsil metodu, eğer ölçme aletleri geniş veya önceden iletilen verinin (veya alınan) karakteristik değerinin aralığı tahmin edilemezse kullanılabilir.

Tablo 2.22, NR3 temsil metodunun kullanım örneklerini verir. Altı çizili örnekler tavsiye edilen notasyonu belirtir.

Desimal - olmayan veri temsili: ISO 7-bit kodu uygun değer isimlendirmesi kullanılarak desimal-olmayan temsil için uygundur.

İkili nümerik değerlerin temsili : İkili nümerik değerler bir desimal sayı alt kümesi kullanılarak temsil edilebilirler.

Tablo 2.21 : NR2 Nümerik Temsil Örnekleri

Normal Format	İşaretsiz NR 2	İşaretili NR 2
1327.	1327.000 0001327. Δ Δ Δ 1327.	+ 1327. 00 Δ Δ + 1237. Δ Δ Δ 1327.
123.45	00123.45 Δ Δ 123.45	Δ + 123.45 Δ Δ 123.45
1237.0	Δ Δ 1237.0	Δ + 1237.0 Δ Δ 1237.0
.00001	00.00001	+ 0.00001
- 5.678	temsil edilemez	- 5.67800 - 05.6780
0	000.0000 Δ Δ Δ Δ 0.0	+ 0.00000 Δ Δ Δ Δ + 0.0 Δ Δ Δ Δ 0.0 Δ Δ Δ Δ Δ 0.

Tablo 2.22 : NR3 Nümerik Temsil Örnekleri

Normal format	İlk tavsiye	İkinci tavsiye	Üçüncül tavsiye
5600	005.6E + 03 + 05.6E + 03 Δ Δ 5.6E + 03 Δ + 5.6E + 03	00.56E + 04 + 0.56E + 04 Δ 0.56E + 04	000056E + 02 + 0056E + 02 Δ Δ Δ 56E + 02 Δ Δ + 56E + 02
0.00002	0020.E - 06 00020E - 06 + 0020E - 06 Δ Δ Δ 20E - 06 Δ Δ + 20E - 06	000.2E - 04 0.200E - 04 + 00.2E - 04 Δ Δ 0.2E - 04 Δ + 0.2E - 04	00002E - 05 + 0002E - 05 Δ Δ Δ Δ 2E - 05 Δ Δ Δ + 2E - 05
- 4.2	- Δ 04.2E + 00 Δ - 4.2E + 00	- 0.42E + 01	0042E - 01 Δ Δ 42E - 01
0	00000E + 00 + 0000E + 00 Δ Δ Δ Δ 0E + 00 Δ Δ Δ + 0E + 00	0.00000E + 00 + 0.00E + 00 Δ Δ 0.0E + 00 Δ + 0.0E + 00	00000E + 00 + 0000E + 00 Δ Δ Δ Δ 0E + 00 Δ Δ Δ + 0E + 00

V alanı ikilik sayısal temsil durumunda sadece aşağıdaki karakterleri içerir:

0 1

Oktal nümerik değerler temsili: İkili nümerik değerlere benzer olarak oktal nümerik değerler desimal sayı grup altgrubuyla temsil edilebilir. İzin verilen oktal temsil karakter seti :

0 1 2 3 4 5 6 7

Hekzadesimal nümerik sayı temsili : Genişletilmiş karakter seti hekzadesimal için gereklidir. Aşağıdaki karakter seti IEC önerisinde tavsiye edilir:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

Bu temsil metodu kullanıldığı zaman A F karakterlerinin giriş alanının (T) sembollerile karıştırılmamasına dikkat edilmelidir.

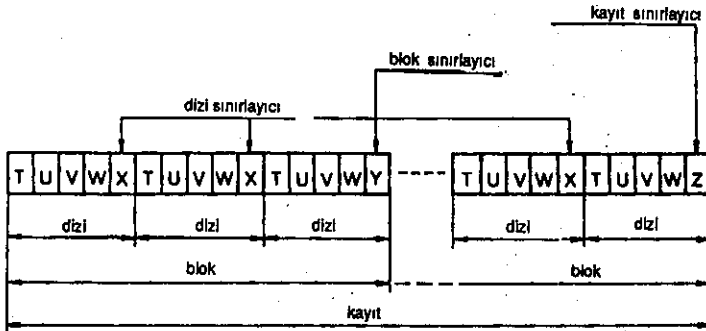
2.6.2.7. Mesaj birimlerini ayırma

IEC arabirim sisteminin aletleri arasındaki trafikte, çift halinde bulunan (örneğin genlik ve faz) veya diğer çoklu bağlantılarda bulunan korelasyon veri setleri vardır. Bu tip veri grupları, her bir temel mesaj birimlerinin yüksek dereceli setleri gibi, yaratılır, işlenir ve beraberce değerlendirilir.

Veri formatları aşağıdaki gibidir:

- dosya,
- kayıt,
- blok,
- dizi (string)

Pratikte üç temel seviyenin, dizi, blok ve kayıttan ayrımı gerekli olur. Sınırlayıcılar karmaşık mesajların değerlendirilmesini kolaylaştırarak bu amaçla hizmet eder. Şekil 2.25 karmaşık mesajda sınırlayıcı pozisyonunu gösterir.



Şekil 2.25 : Karmaşık mesaj serisinde sınırlayıcı pozisyonları

Şekil 2.25 de açıkça görüldüğü üzere- iki sınırlayıcı farklı tipte olsalar bile birleşik pozisyonlarda yerleştirilemezler.

Dizi (string) sınırlayıcı, X : Veri formatının en küçük birimi dizidir. Dizi, veri setini oluşturan baytlar ve karakter setlerinden oluşur ve hem algılayıcı hem de veri kaynağı tarafından bir birim olarak ele alınır. Dizi sınırlayıcılar, verilen bir cihazın konuşma fonksiyonunun TACS durumunda değişkenleri (örneğin genlik, faz) ya da seri haldeki birbirine benzeyen veri tiplerinin ayırt etmesinde kullanılırlar.

Blok sınırlayıcıları Y : Blok sınırlayıcıları ya tek ölçülen değerli veya ilgili mesaj ünite gruplarını sonlandırmada kullanılır.

Kayıt sınırlayıcıları Z : Kayıt sınırlayıcısı veri blok serilerini veya özel durumlarda tek veri bloğunu sonuçlandırır. Kayıt sınırlayıcı IEC standardında kullanılan enyüksək dereceli sınırlayıcıdır.

Sınırlayıcıların kullanımı : IEC arabiriminin (DIO1 DIO8) veri hatlarındaki bilgilerin fonksiyonu ATN mesajının durumu tarafından belirlenir. ATN mesajının doğru durumunda, veri yolunda genel adres veya komut vardır ve bu yüzden, sınırlayıcılara ihtiyaç yoktur. ATN mesajının yanlış durumunda, veri yolunda alet bağımlı mesajlar vardır ve bunların bazı kısımları sınırlayıcılar tarafından ayrılır.

Dizi sınırlayıcıları seri halde gönderilen verileri ayırmada kullanılır. Konuşma fonksiyonunun kullanım karakteri TACS durumundadır.

Blok sınırlamanın kullanımı esnasında, aletin konuşma fonksiyonu TACS durumundan TADS veya TIDS durumuna transfer olur; fakat, TACS durumunda da kalabilir. Örneğin, kontrolör veya başka bir aletin kesintisi olmaksızın daha sonraki bir zamanda alet diğer mesaj birimini iletecek ise blok sınırlayıcısının kullanımı tek ölçümden kaynaklanan mesaj biriminden sonra doğrulanır.

Kayıt sınırlayıcıları genellikle konuşma fonksiyonu TIDS durumuna değiştiği zaman kullanılır. Mecbur olmamakla birlikte kayıt sınırlayıcıyı kullandıktan sonra yeni bir konuşmayı belirtmek için, ATN mesajını "doğru" durumuna reset etmek doğaldır.

Tablo 2.23 : Tavsiye Edilen Sınırlama Kodları

Alan	Sınırlama	Tavsiye Edilen ISO 7-bit kodu	Diğer Kod
X	dizi	, veya ;	
Y	blok	ETB veya CRLF	ETB ^ END
Z	kayıt	ETX veya END ^ DAB	ETX ^ END

Kontrolör fonksiyonu, yüksek-öncelikli görevleri çalıştırmak için eş zamanlı olarak çoklu mesaj birimleri içeren kayıt, blok veya diziyi kesebilir. Bu durumlarda, kesilen aletin kesilmeden önce taşınan baytı takibeden bayt ile daha sonra veri transferine başlaması tavsiye edilir.

Tablo 2.23 dizi, blok ve kayıt sınırlayıcıları için tavsiye edilen işaretleri listeler. Tablo ile ilgili bir kaç önemli nokta vardır :

- (1) Eğer blok sadece bir dizi içerirse, dizi sınırlayıcısının kullanımına ihtiyaç kalmaz.
- (2) Eğer kayıt sadece bir blok içerirse, blok sınırlayıcısı kullanımına ihtiyaç kalmaz.
- (3) ETB ve ETX kodları, ISO kodu tarafından ayarlanan DIO hatlarını temsil eder.
- (4) END mesajı, eğer bu mesaj sınırlayıcı olarak kullanılırsa EOI hattı tarafından transfer edilir ve son veri baytı ile aynı anda iletilmelidir.
- (5) Eğer virgöl, desimal işaret olarak kullanılırsa, sınırlayıcı olarak kullanılmayacaktır.

2.6.2.8. Büyüklük tahsis etme

IEC arabirim sisteminde genel kural olarak, küçük değerlikli kod biti en küçük sayı tarafından belirlenen veri hattına tahsis edilir. Eğer 8 bitlik ikili kod kullanılırsa, DIO1 ... DIO8 hatları $2^0 \dots 2^7$ bitlerini transfer eder. 5 bit'lik kod durumunda DIO1 ... DIO5 hatları $2^0 \dots 2^4$ bitlerini transfer eder. Herhangi bir kullanılmayan hat pasif (yanlış) seviyesine set edilmek zorundadır.

Tablo 2.24 kullanılan kod büyüklükleri tahsisi için birkaç genel tavsiye gösterilmektedir. Tabloda görülen "yığılı sayılar" ın temsili esnasında, en önemli hane DIO5 ... DIO8 hattında transfer edilir. Tabloda kullanılan X ya sıfır veya parite (eşlik) bitini belirtir.

Tablo 2.24 : Çeşitli Kodlar İçin Büyüklük Tahsisi

DIOHatları Kod	DIO8	DIO7	DIO6	DIO5	DIO4	DIO3	DIO2	DIO1
ISO 7-bit		b_7	b_6	b_5	b_4	b_3	b_2	b_1
İkili (Binary)	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Paketlenmiş ikili								
Kodlu oktal	X	2^2	2^1	2^0	X	2^2	2^1	2^0
Paketlenmiş ikili kodlu	2^3	2^2	2^1	2^0	2^3	2^2	2^1	2^0
Hekzadesimal	2^3	2^2	2^1	2^0	2^3	2^2	2^1	2^0
İkili kodlu								
Hekzadesimal	X	0	0	0	2^3	2^2	2^1	2^0
Paketlenmiş BCD	2^3	2^2	2^1	2^0	2^3	2^2	2^1	2^0
BCD	X	0	0	0	2^3	2^2	2^1	2^0

2.6.2.9. Tavsiye edilen SI birimleri

Tablolar 2.25, 2.26 ve 2.27, IEC sisteminin alet bağımlı mesajlarında kullanmak için tavsiye edilen birim sembollerini göstermektedir. Tablo 2.28 verilerin sayısal değerlerini temsil etmek için tavsiye edilen çarpma faktör sembollerinin listesini göstermektedir.

Tablo 2.25: Temel SI Birim Sembolleri

<i>Birim</i>	<i>Standart Sembol</i>	<i>Büyük - Harf Sembol</i>
Metre	m	M
Kilogram	kg	KG
Saniye	s	S
Amper	A	A
Kelvin	K	K
Mol	mol	MOL
Kandela	cd	CD

Tablo 2.26: Çıkarılan (Türetilmiş) SI Birim Sembolleri

<i>Birim</i>	<i>Standart Sembol</i>	<i>Büyük - Harf Sembol</i>
hertz	Hz	HZ
newton	N	N
paskal	Pa	PA
joule	J	J
wat	W	W
Kulomb	C	C
volt	V	V
farad	F	F
ohm	Ω	OHM
simens	S	SIE
weber	Wb	WB
tesla	T	T
henry	H	H
lüks	lx	LX
bel	B	B

Tablo 2.27 : Çeşitli Semboller

<i>Birim</i>	<i>Standart Sembol</i>	<i>Büyük - Harf Sembol</i>
desimal derece (grad, açı)	g (s)	GON
derece (açı)	° (s)	DEG
dakika (açı)	' (s)	MNT
saniye (açı)	" (s)	SEC
litre	l	L
dakika (zaman)	min	MIN
saat	h	HR
gün	d	D
sene	a	ANN
gram	g	G
ton	t	TNE
bar	bar	BAR
poise	p	P
stokes	St	ST
elektron volt	eV	EV
derece Celsius	° C	CEL

Tablo 2.28 : Çarpma Faktör Sembolleri

<i>Çarpma Faktör Adı</i>	<i>Birim Çarpma Faktörü</i>	<i>Uluslararası (Standart) Sembol</i>	<i>Büyük - Harf Sembol</i>
tera	10 ¹²	T	T
giga	10 ⁹	G	G
mega	10 ⁶	M	MA
kilo	10 ³	k	K
hekto	10 ²	h	H
deka	10 ¹	da	DA
desi	10 ⁻¹	d	D
senti	10 ⁻²	c	C
mili	10 ⁻³	m	M
mikro	10 ⁻⁶	μ	U
nano	10 ⁻⁹	n	N
piko	10 ⁻¹²	p	P
femto	10 ⁻¹⁵	f	F
atto	10 ⁻¹⁸	a	A

2.7. IEC Arabirim Sisteminin Çalışması

Şimdi yukarıda detaylı olarak tartışılan IEC arabirimin çalışmasını pratik bir örnekle inceleyelim:

Şekil 2.26'da, tipik ölçme sistemi birimleri görülmektedir: programlanabilir kontrolör olarak çalışan masa hesaplayıcısı, test edilen üniteye bağlı güç kaynağı, fonksiyon üretici, multimetre, frekans metre ve yazıcı (görevi ölçülen verileri kayıt etmektir) ortak arabirim aracına bağlanırlar.

Sistemin çalışması için temel şart tüm aletlerin IEC arabirim ünitesine sahip olmasıdır ve o arabirimler herbir aletin verimli çalışması ve kullanıcının programlayabilmesi için temel arabirim fonksiyonlarını içerir.

Şekilde açıkça görüldüğü gibi tüm ölçme sistemi, iki işlevsel parçaya ayrılabilir. Analog-ölçme sistemi test altındaki birime bağlanan alet-bağımlı fonksiyon aletlerini içerirken, dijital arabirim sistemleri arabirim fonksiyonları ve bağlantıyı sağlayan yol sistemini içerir.

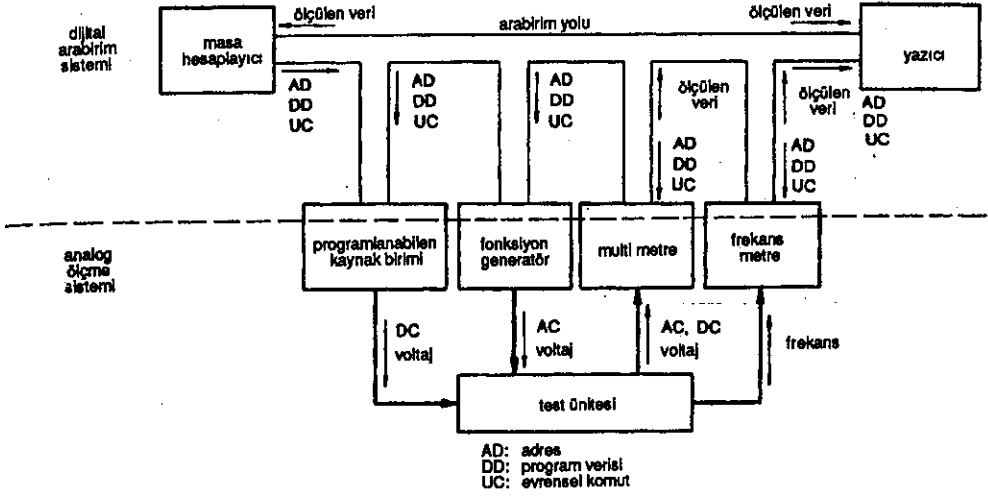
2.7.1. Adres Tahsis Etme (Verme)

IEC arabirim sistemine bağlanan aletler dinleyici veya konuşucu adresleri yardımıyla tanınır. Kontrol aleti, aktif dinleyiciler veya konuşucuları veri transferinden önce bu adresleri göndererek belirler. Alet dinleyici, konuşucu veya bu iki adresin ikisinde sahiptir. Şekil 2.26 'da görülen sistemde multimetre, hem dinleyici ve hemde konuşucu adrese sahiptir. Konuşucu adres ölçüm verisinin çıktısını çağırırken cihaz dinleme adresiyle program veri alışına tasarlanmıştır. Ters olarak, sisteme bağlanan yazıcı sadece dinleyici adrese sahiptir. Bu alet sadece veri alır.

IEC sisteminde adresler 7-bitlik ikili kod ile temsil edilir. İlk 2 bit adreslerin (dinleyici veya konuşucu) karakterini belirler.

Bitlerin büyüklüğü	b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁
Konuşucu adresi	1	0	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁
Dinleyici adresi	0	1					

Arabirim sistemlerinin kuralları son 5 bitin değeri 1 (1011111 veya 0111111) olduğunda adreslerin kullanımına izin vermez. Böylece birincil adresleme kullanılarak (1 baytlık adres) 31 farklı konuşucu ve dinleyici adresleri belirlenir. İkincil adres "Benim ikinci adresim" (MSA) mesaj kodlu genişletilmiş dinleyici ve konuşucu fonksiyonlarına sahip olan aletlerin, S₅ ... S₁ bitleri tarafından belirlenir. Toplam 961 dinleyici ve 961 konuşucu ikincil adresleme ile ayırt edilebilir.



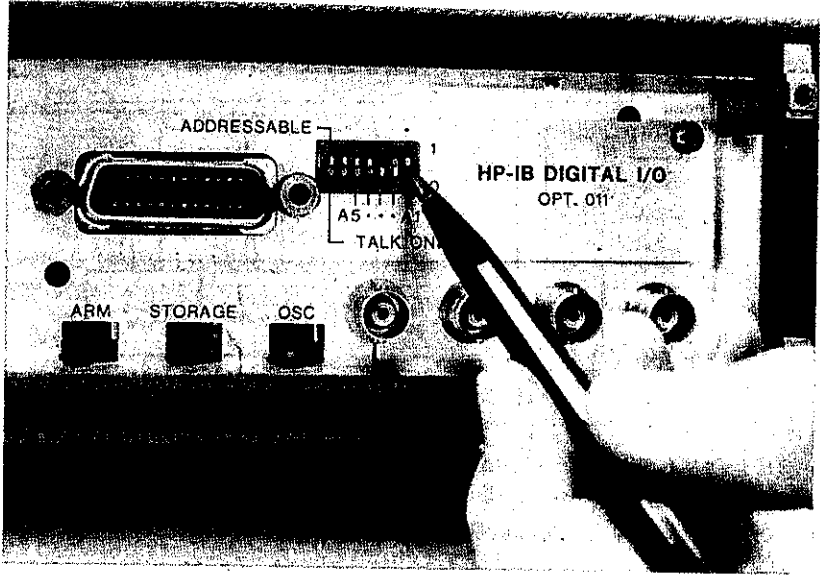
Şekil 2.26 : Tipik IEC ölçme sistem yapısı

Ölçme sistemine bağlanan aletlerin adreslerinin tahsisi kullanıcının görevidir. Herhangi iki aletin normal olarak aynı adrese sahip olmamasına dikkat edilmelidir. İki veya daha fazla dinleyici benzer adreslere sahip olabilir; ancak, bunların aynı bilgiyi alması gerekir. İki konuşmacı hiçbir durumda aynı adresleri alamaz.

IEC - uyumlu cihazlarda dinleyici ve konuşucu adresleri genellikle cihazın (Şekil 2.27) arkasında değişken çapraz-bağlantılar veya anahtarlar tarafından sağlanır. Cihazın çalıştırma kılavuzunda anahtarların ve çapraz-bağlantıların durumları ve adres tahsisi detaylı tanımlanmıştır. Adres anahtarlarının veya çapraz-bağlantıların özel pozisyonlarının konuşma adresi ve dinleme adresinin ikisini de belirlediği akılda tutulmalıdır.

Bazı aletler adreslenebilen ayrı bir anahtar kullanarak bir duruma sahip olabilir. Anahtarın diğer pozisyonunda bu aletler, aletin yapısına göre "sadece dinle" veya "sadece konuş" operasyon modundadır. Kontrolör içermeyen sistemlerde bu çözüm önemli olur.

Bazı aletler iki dinleyici veya konuşucu adresine sahiptir. Örneğin, alet konuşucu adreslerinden birinde veri programlarını ve diğerlerinde ölçüm verilerini alır. Bazen cihaz iki farklı adresten iki farklı formatta verilen ölçüm verilerini iletebilir. Bu aletlerin arkasında sadece dört adres tahsis eden anahtarları veya çapraz bağlantıları vardır. Bunların her durumu iki dinleyici ve iki konuşucu adresi belirler.



Şekil 2.27 : Hewlett-Packard cihazının arkasında adres seçimi

Üreticiler dinleyici ve konuşucu adresleri önceden ayarlanmış bazı aletler üretirler. Örneğin, Hewlett-Packard 9830 A tipi hesaplayıcıları fabrika-ayarlı "U" konuşucu ve "5" dinleyici adresleriyle pazarlanırlar. Böyle durumlarda, kullanıcı adres tahsisinde belli derece sınırlıdır. Bu fabrika-ayarlı adresler sadece dahili bağlantı tarafından değiştirilebilir.

2.7.2. Çalışma Sırası

Şekil 2.26 'da görülen sistemin ölçüm işlerinin iki temel çevrimde olacağını varsayalım :

- I Hesaplayıcı, cihazları programlar ve ölçümleri başlatır, sonuç verileri işlem için hesaplayıcılara iletilir.
- II Hesaplayıcı, cihazları programlar ve ölçümleri başlatır ve sonuç ölçüm verileri yazıcıya iletilir.

Her ölçüm çevriminin çalışması önceden belirlenmiş sırada ve birkaç adımda olur.

Çevrim I

- (1) Hesaplayıcı, "Arabirim Temiz" (IFC) mesajının iletimi ile arabirim sistemini temel başlama durumuna ayarlar.
- (2) Hesaplayıcı, "Alet Temiz" (DCL) mesajının iletimi ile aletlerin iç fonksiyonlarını belli duruma ayarlar.
- (3) Hesaplayıcı, ilk önce programlanabilir güç kaynağının dinleyici adresini iletir, sonra program verisi bu alete iletilir.
- (4) Hesaplayıcı, bir sonraki alet için dinleyici adreslerini takiben "Dinlememe" (UNL) komutu verir ve ona program verilerini gönderir.
- (5) Adım 4, ölçüme katılan tüm aletler programlama durumuna gelinceye kadar tekrarlanır. Sonra "Dinlememe" (UNL) komutu tekrar verilir.
- (6) Hesaplayıcı, seçilen cihazın dinleyici adresini gönderir (örneğin frekans metre), sonra ölçümü başlatmak için gerekli program kodunu verir.
- (7) Hesaplayıcı, "Dinlememe" (UNL) komutu verir, kendisine dinleyici adresi verir, sonra frekans metreye konuşucu adresi verir.
- (8) Frekans ölçümünün sonunda, ölçülen verileri frekans metre adresli dinleyiciye (hesaplayıcı) gönderir.

Çevrim II

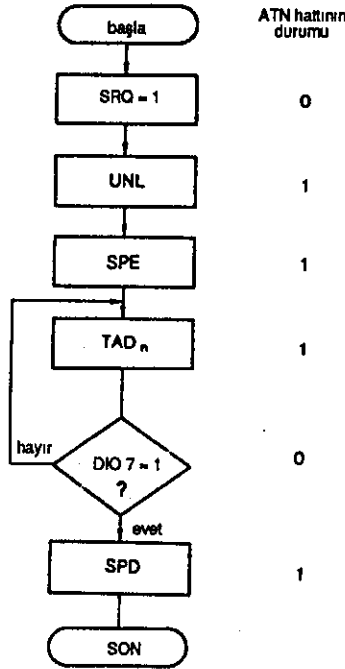
(Adım 1 ... 6, çevrim I'in adımlarıyla aynıdır)

- (7) Hesaplayıcı "Dinlememe" (UNL) komutu verir, yazıcıyı dinleyici olarak belirler, sonra frekans metre konuşucu olarak belirlenir.
- (8) Frekans metre belirli dinleyiciye (yazıcı) ölçüm verilerini gönderir.

Eğer hesaplayıcı hem kendisini hem de yazıcıyı dinleyici olarak adresler ise, ölçüm verileri her iki alet tarafından alınabilir. Veri transferini kontrol eden el-sıkışma prosesi her iki aletin veri kabul etme hızı çok farklı olduğu zaman bile çalışmanın başarılı olmasını sağlar.

2.7.3. Seri Yoklama (Poll)

Ölçme sisteminin aletleri seri yoklama işlemi ile kontrolörden servis isteyebilir. Servis isteğinin bir sebebi belli ölçüm çevriminin sonuçlandırılmasıdır. Yukarıdaki örneğe dönersek, multimetre ölçüm komutları alındıktan sonra yaklaşık 100 msaniye'de ölçüm verilerini verebilir. Diğer bir sebep bazı kritik şartların algılanmasıdır, örneğin güç kaynağının fazla yüklenmesi, yazıcıda kağıt olmaması veya tasarım aşamasında diğer bazı sebepler önemli olur ve dikkat gerektirir.



Şekil 2.28 : Seri yoklama akış diagramı

Seri yoklama, eğer bir cihaz (bu durumda multimetre) "servis isteği" (SRQ) hattına doğru seviyeyi gönderirse olur. Kontrolör (bu durumda hesaplayıcı) SRQ hattının durumunu gözler ve doğru seviyeyi belirler, seri yoklama işlemini çalıştırmaya başlar yani hem servis istek aletini hem de bu isteğin sebebini belirler. Kontrolör ATN hattına doğru seviyeyi verir, sonra dinlememe (UNL) ve "seri yoklamayı yetkili kıl" (SPE) emirleri, ilk aletin konuşma adresi-

ni (TAD) takiben gönderilir. İlk adreslenen alet ilk servis isteğini belirten ise, sonra ATN mesajı yanlışa gittiği zaman, alet DIO7 hattında seviye 1 verir. Aynı zamanda, alet veri hattının kalanına servis isteğinin sebeplerini belirten veri baytını gönderir. Eğer servis isteyen alet ilk adreslenen alet değilse, kontrolör servis isteyen bulana kadar aletleri adreslemeye devam eder. Seri yoklama prosesi "Seri yoklama izinsiz" (SPD) mesajı ile sona erer. Seri yoklama Şekil 2.28'de akış diagramında gösterilmiştir.

Seri yoklama en etkili servis istek metodudur. Aletlerin herhangi bir zaman ve arabirimin herhangi bir durumunda, kontrolörden dikkat istemesine izin verir. Ancak, fazla miktarda mesaj değişiminden dolayı daha yavaş işleme dezavantajına sahiptir.

2.7.4. Paralel Yoklama (Poll)

Paralel yoklama, servis isteği için diğer metoddur. Daha hızlı bir işlemdir, fakat bazı şartlara bağlanmıştır.

Kontrolör tarafından çağrılan aletler, belirlenmiş veri taşıt hattın da kendilerinin servis istek ihtiyaçlarını belirtir. DIO hattının herhangi bir alete görevlendirilmesi ya bir anahtar tarafından üretilen lokal mesaj veya kontrolörden gönderilen uzak mesaj tarafından paralel yoklama çevriminden önce yapılmak zorundadır. Gerekli lojik değerler (0 veya 1) görevlendirme esnasında, alet tarafından servis isteğini göstermede belirtilmek zorundadır.

Eğer birden fazla alet bir sinyal hattını kullanırsa, hattın değeri lojik AND veya lojik OR 'nın birleşimi olur. Bu, aletlerin servis isteği için 0 veya 1 değerini kullanmasına bağlıdır.

Paralel yoklama kullanarak, servis isteği sadece kontrolör aletlere böyle yapması gerektiğini belirtirse iletilir.

2.7.5. Lokal ve Uzak Kontrol

IEC sistemine bağlı cihazlar, anahtarlar veya operatör panelinde bulunan aletlerle veya arabirimden gönderilen mesajlarla kontrol edilir.

Lokal kontrol çalışma modunda, cihaz yoldan mesaj alamaz veya yola mesaj gönderemez.

Uzak kontrol çalışma moduna transfer "Uzak yetkili kılma" (REN) mesajı ile başılır. Kontrolör REN hattı üzerine bir L seviyesi anahtarlar, sonra tek-tek uzak kontrol için tasarlanan dinleyici adreslerini cihazlara gönderir.

Bu şekilde uzak kontrole ayarlanan aletler, kontrolör REN hattında L seviyesini sürdürdüğü sürece bu çalışma modunda kalır.

Bundan ayrı olarak, lokal kontrol çalışma moduna dönmenin iki yolu vardır. "Lokale git" (GTL) adresli komutu tüm aktif dinleyicileri lokal kontrole ayarlar. Her aletin lokal kontrole ayarı operatör panelindeki anahtar tarafından yapılır. Bu anahtarın yasaklanması "Lokal kapatma" (LLO) mesajını kullanarak mümkündür. Bu şekilde otomatik ölçüm işlemini tehlikeye sokabilecek kazaen aşırı anahtarlama önlenabilir.

2.7.6. Alet Temiz

Otomatik ölçme sisteminin birimleri açıldıktan sonra başlama konumuna transfer edilmelidir. Bu, iki arabirim mesajı tarafından yerine getirilir. "Arabirim Temiz" (IFC) arabirim fonksiyonlarını tekrar ayarlayan tek hatlı mesaj iken "Alet Temiz" (DCL) genel komutu alet fonksiyonlarını ayarlar. "Seçilen Alet Temiz" (SDC) adresli komutu ile, aktif dinleyicilerin alet fonksiyonları ayarlanabilir. Bu tek bir aletin veya alet gruplarının alet fonksiyonlarının yeniden ayarlanmasına izin verir.

2.7.7. Ölçümlerin Eş Zamanlanması (Ölçümlerin senkronizasyonu)

Otomatik ölçme sistemlerinde birkaç alet ölçme görevlerini aynı anda yapmak zorundadır. Ölçme işlemlerinin başlaması çoğu zaman sinyal yaratma ile çıkarılır. Örneğin, tek bir impulsa verilen tepkinin incelenmesinde, impuls üretici ve ölçme cihazı (örneğin hafızalı osiloskop) aynı zamanda başlatılmalıdır.

IEC ölçme sistemlerinde, bu çeşit eş zamanlama "Grup Çalıştırma Tetiği" (GET) adresli komutu ile yapılır. Bu mesaj tüm aktif dinleyicileri çalıştırır. Başlama aşağıdaki mesaj sırası ile olur.

LAD	1	
LAD	4	(dinleyicilerin belirtilmesi)
LAD	6	
GET		(adresleri 1, 4 ve 6 olan dinleyicilerin başlaması)
UNL		(diğer arabirim operasyonlarının hazırlanması)

2.7.8. Mesaj Formatları

Genel amaçlı arabirim sistemlerinde mesajların yapısı uygulama alanlarını sınırlayacağı için katı ve zorunlu bir şekilde tanımlanamaz. Bu sebepten, IEC arabirim standardı cihaz tasarımcılarına ve sistem kullanıcılarına yol göstermek için bir kaç tip mesaj tavsiye eder. Bununla beraber, bazı özel durumlarda tavsiyelerden sapmalar gerekli olabilir. Buna rağmen, emirleri akılda tutmak çok önemlidir; çünkü tavsiye edilen formatların seçimi kullanıcının programlama görevini çok basitleştirir.

2.7.8.1. Ölçülen verilerin kodlanması

Arabirim sisteminin veri trafiğinde üç farklı durum vardır. Veri :

- (a) bir aletten kontrolöre,
- (b) kontrolörden bir veya birkaç alete ve
- (c) bir aletten bir veya birkaç alete transfer edilebilir.

Üç durumda da, nümerik verilerin yanısıra alfa karakterler de transfer edilmelidir.

Örneğin, multimetrenin 10V aralığında + 12002 V doğru gerilim ölçtüğünü ve ölçülen sonucun tek ölçümden sonra NR 3 (ekponensiyel) formatta iletildiğini varsayalım. Giriş T alanında bulunan alfa karakterleri U, V ve W alanlarındaki nümerik verilerin önünde gelir. Birincisi çalışma modunu (doğru gerilim, DC) ve ölçülen değerin kalitesini (OL, fazla yük) belirler. Karakter dizisi (string) ölçülen değer çıktı olarak verildikten sonra CRLF blok sınırlayıcısı ile sonuçlandırılır:

OLDC + 12002. E - 03 CRLF

Eğer benzeri iki karakter ölçüm değeri iletilirse iki değer arasında bir dizi sınırlayıcı ve mesajı bitirmek için bir kayıt sınırlayıcı kullanılabilir. Örneğin; eğer frekans ölçücü, bir ölçüm dizisinde iki değer ölçerse, (4.23 MHz ve 2.6 KHz) aşağıdaki mesaj iletilir:

F M HZ 4,23 ; F K HZ 2,60 NL

2.7.8.2. Program verisinin kodlanması

Cihazın programlı kontrolü aslında, elle kontrol ile uygun kodlu dijital sinyallerin yer değiştirmesidir. Bu yüzden, cihazın elle çalışma modu programlama için bilinir olmalıdır. Örneğimizde, test altındaki birimin güç kaynağı gibi davranan kaynak, 5.25 V - 120 m A akım sınırı ile aşağıdaki gibi programlanabilir :

V 5, 25 E + 00I 120E - 03

10 V ölçme sınır durumunda, multimetre iç tetikleyiciden doğru gerilim ölçmeye programlanabilir, örneğin :

F0R4T1M3 E

Bu mesajda :

F0 ölçme çalışma modu (fonksiyonu)

R4 aralık

T1 başlama metodu (tetik)

M3 veri çıktı modu

E çalışma komutudur.

Doğal olarak, aletlerin programlama verilerini ileten mesajların format ve içerikleri aletlerin özellikleri tarafından belirlenir. Arabirim-uyumlu IEC aletlerinin kullanım kitapları programlamayı kolaylaştırmak için detaylı prensipleri içerir.

3. KONTROLÖRLER

Otomatik ölçme sistemlerinin çalışması kontrol birimleri tarafından organize edilir. Kontrol birimleri sinyallerin alınması ve cihazların çalışmasının kontrolünün yanı sıra, ölçüm sonuçlarını değerlendirir, kullanıcı tarafından kolayca yorumlanacak formatta onları gösterir ve bazen verileri işler. Bu yüzden otomatik ölçme sistemlerinin kapasitesi büyük ölçüde kontrolörün özelliklerine bağlıdır.

Ölçme görevlerinin ve gerekli otomasyon seviyesinin çeşitliliğinden dolayı, otomatik ölçme sistemlerinin yapısı büyük ölçüde değişir. Büyük ölçme sistemleri 50 cihaz veya aletten fazlasını içerebilirken, iki veya üç alet içeren ölçme düzenekleri çok yaygındır.

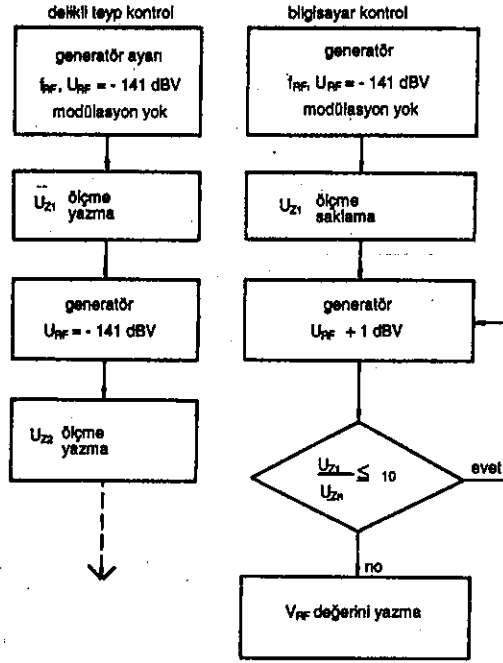
Ölçme sistemlerinin gerçekleştirilme şeklinde de oldukça farklılıklar vardır. Sistemin montajı kullanıcı veya üretici tarafından yapılabilir, düzenleme uzun süre değiştirilmeden kalabilir veya günlük değiştirilmesi gerekebilir. Birçok durumda, cihazlar kontrolörün yanı başındadır, ancak bazı durumlarda ölçme veya görüntünün ana sistem düzeneğinden uzakta olması kaçınılmazdır.

Her bir ölçme sisteminin çalışma hızında büyük farklılıklar vardır. Genel cihazları içeren (örneğin voltmetre, frekans metre vs) otomatik ölçme sistemlerinin çalışma hızı, sadece birkaç kбайt/saniye iken, hızlı veri toplayan özel analog-dijital çeviricileri içerenler Mбайt/saniye aralığında çalışır.

Bölüm 1'de, otomatik ölçme sistemlerinin sınıflandırılmasını tartışırken, "harici programlanan" (örneğin delikli kart kontrolörü) ve "dahili programlanan" (örneğin bilgisayar veya programlanabilir-hesaplayıcı kontrollü) sistemler arasında temel farklar olduğu ifade edilmişti.

Şimdi pratik bir örnek ile, kullanıcıya iki farklı kontrol modunun önemini açıklayalım. Görevin bir VHF alıcısının gürültü gerilimini modüle edilmiş RF giriş sinyalinin fonksiyonu olarak belirtmek olduğunu varsayalım. İki farklı kontrol metodu Şekil 3.1'de akış diagramı şeklinde gösterilmiştir.

Harici programlama en basit kontrol metodudur. Sadece mukayese veya lojik karar verme gerektirmeyen görevler için kullanılabilir. Şekilde gösterildiği gibi delikli-teyp kontrollü ölçme sisteminde ölçme bir sıralı seriden oluşur. Algılayıcıya bağlanan sinyal üreticinin çıktı seviyesi her adımda 1dB artırılır ve gürültü gerilimi ile sonuçlar yazılır. Eğer RF seviyesinin 20 dB'ye eşlendiğini bulmak istersek, uzun veri serisinde $U_{RF}-U_Z$ değerlerine karşı gelen değerler gerekir.



Şekil 3.1. Delikli teyp ve bilgisayar kontrol akış diyagramı.

Buna karşılık, bilgisayar-kontrollu ölçme sistemleri en az sayıda adım kullanarak daha hızlı bir şekilde problemi çözer ve sonuçları basar. Bunun sebebi bilgisayarın depolarmış sonuçlarla (U_{Z1}) gerçek sonuçları (U_{Z2}) karşılaştırıp, karşılaştırmanın sonucuna göre programa devam edip etmeme kararını verebilmesidir.

Örnekte açıklandığı gibi, kontrolörün özellikleri: mukayese hızı ve karar verme hızı, veri ve program saklama kapasitesi ve arabirimlerin cihaza bağlantı basitliği tüm ölçme sisteminin üretim kapasitesini önemli ölçüde etkiler.

Bilgisayar endüstrisi, mini ve mikro bilgisayarlar ve hesaplayıcılar gibi çeşitli kontrolörler üretir, elektroniğin belki de en dinamik gelişme alanıdır. Önemli bir özellik ölçme ve hesaplama teknolojilerinin gelişmeleri gün geçtikçe daha çok birbiri ile bağlantılı olmasıdır.

Ölçme teknoloji uygulamalarının özel konuları mini bilgisayarlar ve hesaplayıcıların gelişmesini etkilemeye başlarken, cihaz tasarımcıları yeni ürün geliştirmede programlı kontrol veya avantajları kullandı. Üretim teknolojisindeki değişimlerden dolayı bilgisayarların maliyetinin düşmesi, pratikte otomatik ölçümü kullanılabilir yaptı. Ancak şunu unutmamak gerekir ki bugünkü teknolojik seviye uzun bir gelişme projesinin bir sonucudur.

3.1. Bilgisayar Kontrolunun Gelişmesi

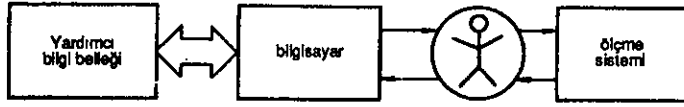
Modern bilgisayar teknolojisinin tarihi 1946'da başlar. Üç yıllık çalışmanın sonucu olarak Pensilvanya Üniversitesinde ilk dijital bilgisayar yapıldı. Tasarımcı onu "Electronic Numerical Integrator and Automatic Computer" (Elektronik sayısal toplayıcı ve otomatik bilgisayar) "ENIAC" olarak adlandırdı. Cihazın ağırlığı 30 tondan fazla idi. 18000 termiyonik vana içerirdi ve 130 kW enerji tüketirdi. "İlk-kuşak" bilgisayarlar olarak adlandırılan diğerleri ve ENIAC'ın tasarımcıları için asıl problem çok fazla enerji talebiydi.

1960'ların başlarında, bilgisayar üretiminde teknolojik devrim oldu. İlk-kuşak vana ile çalışan bilgisayarlar, transistör ve diyot içeren ikinci-kuşak bilgisayarlar ile yer değiştirdi.

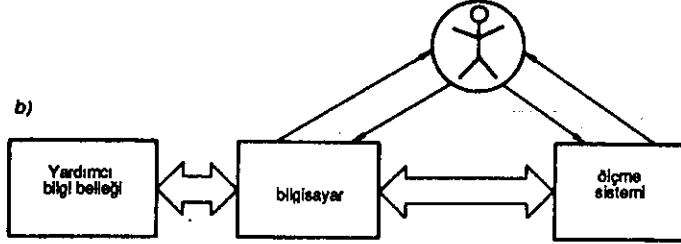
Ölçüm ve bilgisayar teknolojisi ile daha yakından ilgilenme 1963'ten sonra başladı. O yıl ilk mini bilgisayar piyasaya çıktı. Çok küçük boyut ve oldukça düşük maliyet Digital Equipment Corporation tarafından üretilen PDP-5 tipi bilgisayarların bazı özellikleriydi.

Mini bilgisayarların çıkışı, ölçme teknolojisinde bilgisayar kullanımında önemli değişiklikler anlamına geldi. O zamandan sonra, büyük kapasiteli ve çok pahalı bilgisayarlar çevrim dışı çalışma modunda kullanıldı. Bu ölçme sistemi tarafından toplanan verinin ölçme serisi sonunda delikli kart veya manyetik teyp üzerine süresiz format halinde transferi anlamına gelir (Şekil 3.2a). Sonuçlar, yapılan işlerin büyüklüğüne ve önceliğine ve bilgisayar üzerindeki diğer yüklere bağlı olan bir işlem süresinden sonra istenilen formatta verilir.

Buna zıt olarak, ucuz bilgisayarlarda başlangıçtan beri çevrim-içi çalışma modunda kullanıldı (Şekil 3.2b). Bu çalışma modunda bilgisayarların girdi/çıkışı birimi direk olarak ölçme sistemine bağlıdır ve işlem aynı anda yapılır. Ölçme kontrolunu yapan kişinin rolü veri trafiğinden alınıp süreci kontrol ihtimalini kazanmasıyla değişti. Mini bilgisayarların ortaya çıkmasıyla modern hesaplama tekniklerinin ölçme otomasyonu alanında doğrudan uygulanması mümkün oldu ve bundan sonra otomatik ölçüm sistemlerinin gelişmesi hızlandı. Bilgisayar kontrolu ve çeşitli yazılım olanakları tarafından sağlanan hızlı çalışma ve büyük hassasiyet kullanıcı için çok çekici oldu.



a)



b)

Şekil 3.2: Çeşitli işlem modunda bilgisayar veri işleme (a) Çevrim dışı. (b) Çevrim içi

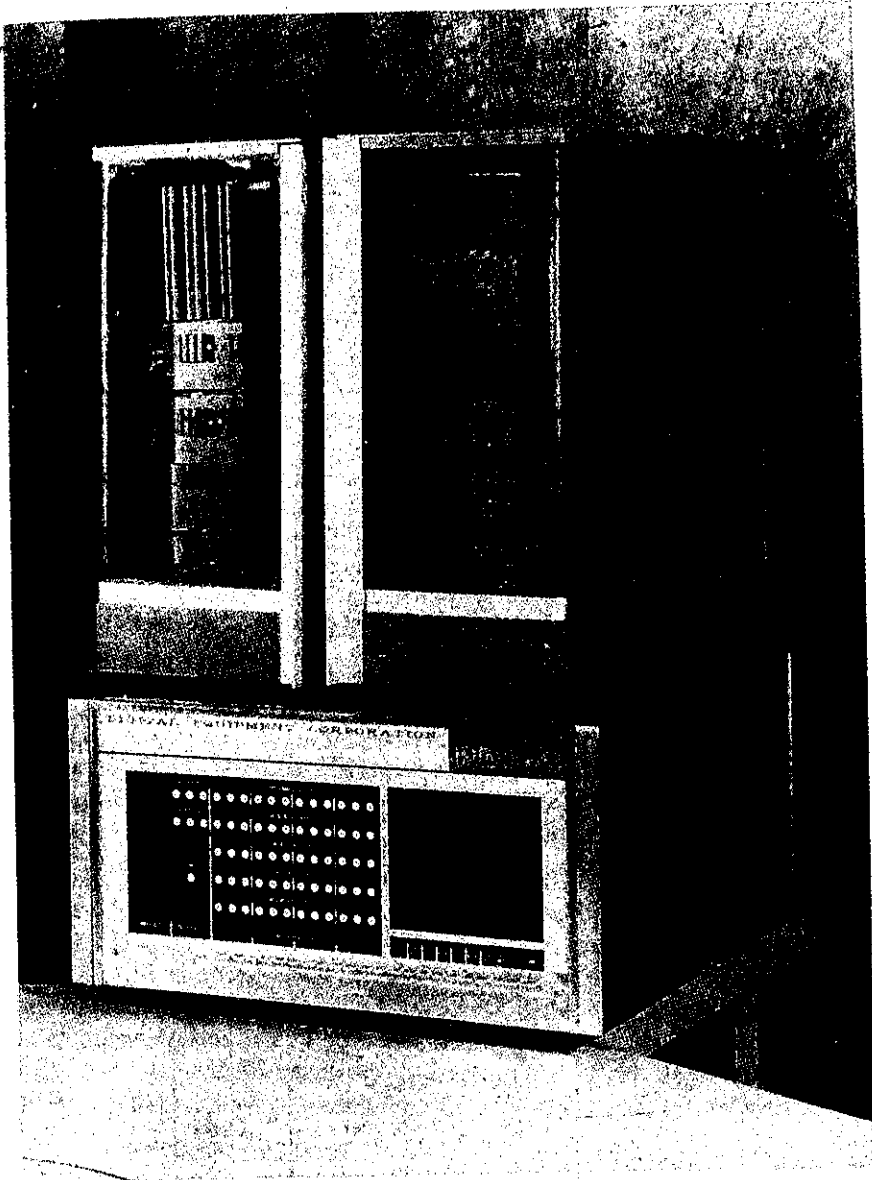
Mini bilgisayarlar daha sonra daha geniş kapasiteli, küçük ve ucuz oldu. PDP-5'in çıkışından 2 yıl sonra Digital Equipment Corporation PDP-8 tipi mini bilgisayarları piyasaya sundu (Şekil 3.3.). Bu kitabın ilk yazıldığı zamana kadar, PDP-8 her yerde en fazla satan bilgisayar ailesidir. 1976'nın sonuna kadar sadece 30000 adetten fazla PDP-8/A satılmıştır.

1960'ların sonunda, yarıiletken üretimi büyük ilerlemeye sebep oldu ve yarıiletken bilgisayarların üretimi başladı. Ferrit bellek v yarıiletken bellek rekabetinde ilk önemli başarı Intel tarafından üretilen 1024-bit kapasiteli, dinamik RAM (rastgele erişimli hafıza) 1103 tipidir.

1970'de, MOSTEK ve daha sonra Texas Instruments küçük entegre devreli hesaplayıcıyı başarıyla ürettiklerini rapor ettiler.

Bir sonraki aşama programlanabilen hesaplayıcıların çıkışıyla oldu. Bu birimler donanımdaki bir programı kullanarak tek bir tuşa basma ile kompleks işlemleri yapabiliyordu. Bilgisayarlar sadece derleyici veya yorumlayıcı programlar yüklendikten sonra çalışırken, hesaplayıcıların fişe takılır takılmaz hemen çalışması diğer bir avantajdır. Ancak, hesaplayıcıların oldukça yavaş çalışması ve sadece bazılarının kesme sistemine sahip olması dezavantajlarıdır.

Hesaplayıcı geliştirmedeki çabalar bilgisayar teknolojisinde devrim yaratan mikro işlemcilere yol açtı. Intel, programlanabilir hesaplayıcı devrelerinin gelişmesi esnasında 1971'de "mikro işlemci" olarak bilinen tek IC yonga da merkezi birim üretti. Prototip 4-bitlik 4004 mikro işlemci (microprocessor) ki-



Şekil 3.3: Digital Equipment PDP-8 tipi mini bilgisayar

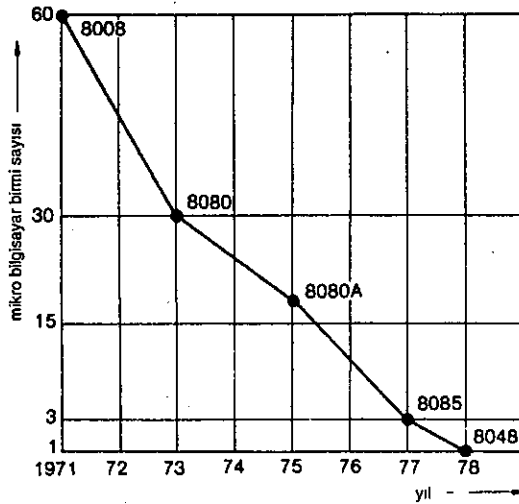
sa süre sonra alfanümerik verileri işleyebilen 8-bitlik 8008 tarafından takip edildi.

Yarı-iletken üretim tekniklerindeki gelişme, özellikle MOS (metal-oksit yarı-iletken) üretim teknolojisindeki sürekli gelişme, bilgisayarların merkezi birimlerinin yapısını temelden değiştirdi. MOS üretim şartlarındaki gelişme 1960'ların başlarında önemli derecede gelişti. MOS devrelerinin temeli olan alan-etkili veya tek yönlü transistörlerin prensipleri 1926 yılında bulunmasına rağmen, üretimlerindeki yüzey saflığı ve tam boyutsal toleranslar yüzünden ancak 30 yıl sonra üretilebildiler.

MOS devreleri kendilerini iki kutuplu aletlerden ayıran bazı özel karakterlere sahiptir. Onlar geniş bir gerilim kaynak aralığında kullanılır ve güç tüketimleri oldukça azdır. Üretimlerindeki avantajlar; kendi kendine yalıtılabilme, iki-yanal simetriye sahiptir; aktif veya pasif aletler olarak kullanılabilir ve üretimde çok az defolu çıkar. MOS transistörü muadili olan iki-kutuplu (bipolar) transistör için gerekli silikon temel-levhanın yaklaşık beşte biri kadar alan işgal eder

Bilgisayar alanında MOS teknoloji kullanılmasının ana amacı devre elemanlarının sayısının az olmasına yol açan parça entegrasyonu şansının artmasıdır. Şekil 3.4. bilgisayar şirketlerinden biri olan Intel Corporation tarafından pazarlanan 8-bit mikroişlemcilerin gelişme eğilimini gösterir.

8008 ailesi ilk kuşak P-kanal MOS teknolojisi diye adlandırılan teknikle yapıldı ve merkezi birim basit 18bacaklı DIP (çift hatlı paket halinde) yonga formunda pazarlandı. 12.5 μ saniyelik çevrim zamanı ve sadece 48 komuttan



Şekil 3.4: Intel 8-bit mikro bilgisayar ailesinin gelişmesi

oluşan komut seti şimdi mütevazı görülebilir; fakat birçok uygulama alanında yeterliydi. Tam bir bilgisayar yaklaşık 60 entegrenin büyük bir kartta düzenlenmesinden meydana geliyordu.

N-kanal, yüksek parça-yoğunluklu RAM birimi ve 40 çıkıtlı DIP yonga üretiminde kazanılan tecrübe bir sonraki aşamaya yol açtı. 1973'de Intel 8008 ile uyumlu yazılım 8080 tipi mikro işlemciyi pazarladı. Bu, 8008 kullanıcılarına basit sistemleri için hali hazırda geliştirilmiş yazılıma yapılan yatırımı en aza indirme ve aynı zamanda da oldukça geliştirilmiş yeni merkezi birim (78 komut, 2 µsaniye çevrim zamanı) kullanma imkânı sağladı. Bu, 8080 tipinin bir endüstriyel standart olmasında önemli rol oynadı ve uzun zaman bu birimler diğer tüm mikroişlemci tiplerinden daha fazla pazarlandı. Daha büyük kapasiteden ayrı olarak, bu merkezi birimi kullanmakla mikro işlemciyi oluşturan yongaların sayısı orijinal değer yarısına düştü. Bazı fonksiyonları toplayarak bu sayı, 8080A ve 8085 tiplerinde görüldüğü gibi, daha da düşürüldü.

Mikroişlemcilerin maliyetlerindeki hızlı düşüşten dolayı mikrobilgisayarların üretim maliyetleri büyük ölçüde baskılı devre kartlarının üretim maliyetlerinden oluştuğu zaman ilginç bir durum ortaya çıktı. Devre integrasyonunda daha ileri gelişme ve belli iç yönetim değişiklikleri tek-entegre yonga mikrobilgisayarların üretimine yol açtı.

Bu aletler doğal olarak çok ufak yapıdadır; örneğin Intel 8048, 1k baytlık saklama kapasiteli program belleği ve 64 baytlık veri belleğini merkezi birimde içerir.

MOS mikrobilgisayarları düşük maliyetlerden dolayı çok çabuk yaygınlaşmıştır. Fakat, MOS devrelerinin ortak bir dezavantajı çalışma hızlarının oldukça yavaş olmasıdır. Bunun sebebi MOS devrelerinde lojik seviyeleri değişimleri esnasında, girdi ve çıktıları yükleyen parazit kapasitelerinin deşarj ve şarjı çok yüksek resistanslar aracılığıyla olur.

Çok hızlı çalışma gerektiren uygulamalarda bit-parçalı mikrobilgisayarlar iki-kutuplu Schottky TTL veya ECL teknolojisini kullanarak avantaj kazandı. Bit-parçalı mikrobilgisayarlarda 8-16 veya 32-bitlik merkezi üniteler 2 veya 4-bitlik elemanlardan oluşabilir. Bu sistem organizasyonu sadece fazla hız ve keyfi genişleyebilen modül-tip yapı değil, aynı zamanda diğer bir çok avantajlı metodun ortaya çıkması olasılığını sağlar. Mikro programlamanın anlamı sistemin komut setinin "mikroprogram bellek" olarak adlandırılan ve hızlı çalışan bir bölgede depolanan mikro komutlar ile tanımlanmasıdır.

Mikro programlanmış, bit-parçalı bilgisayarların bir avantajlı özelliği MOS mikrobilgisayarlarını taklit edebilmeleridir. Bunun anlamı iki kutup temelli mikro programlanmış hızlı bilgisayarın çok geniş bir yazılımla birlikte sağlanan MOS mikro bilgisayarının bütün komutlarını üretebilmesidir. İki farklı sistemin önemli avantajları böylece birleştirilebilir.

3.1.1. IEC Arabirim Üniteleri

Otomatik ölçme sistemlerinde kullanılan kontrol birimleri, gün geçtikçe daha az farklı oluyorsa da, dört grupta sınıflandırılabilir:

- mini bilgisayarlar,
- mikro bilgisayarlar,
- hesaplayıcılar
- özel kontrolörler.

IEC arabirim sisteminin uluslararası kabulü bilgisayar üreticilerini standart sistemlerle çalışmaya ikna etti. Bunun önemini anlayabilmek için, çeşitli bilgisayar üretici firmaların standartlaşmaya çabalamadığını akılda tutmak gerekir. Büyük mini bilgisayar firmaları, birçok genel özellikleri ortak olmayan, kendi başarılı arabirim sistemlerine bağlı kalmıştır.

Örneğin, Data General Nova ailesinin I/O yolu 6 adres hattı içerirken Digital Equipment Unibus (PDP II serisi bilgisayarlarda kullanılır) yol sisteminde 18 adres hattı bulunur. Benzer şekilde, Interdata ve Hewlett-Packard şirketlerinin her biri kendi mini bilgisayarlarında tek girdi/çıkış ünitesi kullanır.

IEC sisteminin kabulü pazarı artan ölçme teknolojisine bu firmaların artan ilgisinin sonucudur. Böylece firmalar, IEC arabirim ünitesini başlatmak için birbirleriyle yarışmışlardır. Ara birim sisteminin önericisi olan Hewlett-Packard kısa bir süre sonra, Digital Equipment, Computer Automation ve hatırlanarak veri işleyen bilgisayar üreticisi olan IBM tarafından dahi takip edildi.

Benzer olay mikrobilgisayar alanında da gözlemlendi. Büyük ölçekli entegre devre (LSI) entegre devresi olarak gerçekleştirilen IEC arabirim üniteleri Intel 8080, 8085 ve 8048, Motorola 6800 ve diğer mikro işlemciler için üretilmiştir.

Bilgisayar üreticileri kadar, bazı şirketler de (başlıca cihaz üreticileri de) IEC kontrol birimleri sağladılar. Bu özel IEC sistem kontrolörleri, cihaz kontrol görevleri için dahili görüntü ve flopidisk birimi ile donatılarak optimize edilmiş mini bilgisayarlardır. Bu tip kontrol üniteleri American Systron Donner, Siemens, Philips ve diğerleri tarafından yapılmıştır.

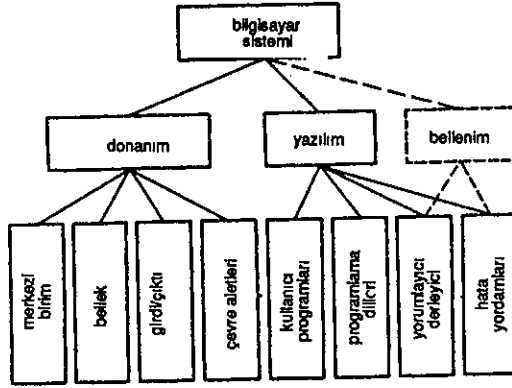
3.2. Minibilgisayarlar

Elektronik bilgisayarların iki ana grubu vardır. Analog bilgisayarlarda bilgi, sürekli-değişken gerilim değeri analog karakter tarafından temsil edilirken, dijital bilgisayarlarda iki ayrı gerilim değeri (H ve L), işlenecek veriyi ikili düzende (1 ve 0) tutar. Melez bilgisayarlar da üretilir ve bunlar analog ve dijital bilgisayarların birleşimidir.

Pratikte, dijital bilgisayarlar çok yaygın kullanım kazandı. Bugünkü dilde "bilgisayar" terimi, hemen hemen yalnız dijital bilgisayarlar için kullanılır.

Şekil 3.5'den görüldüğü üzere bilgisayar sisteminin üç ana parçası "donanım", "yazılım" ve "bellenim"dir. Sonuncusu yeni modellerde bulunur.

Donanım, bilgisayar sisteminin fiziksel ünitelerine uygulanan toplu isimdir. Buna bilgisayarın elektronik, elektrik, mekanik ve manyetik parçaları dahildir. Şekilde görüldüğü gibi, donanımın ana parçaları çalışma-kontrol merkezi birimi, veri ve komutları içeren bellek ve bilgisayar, çevre aletleri arasındaki bağlantıyı sağlayan girdi/çıkı birimidir.



Şekil 3.5: Bilgisayar sistem yapısı

Bilgisayar sistemlerinin diğer ana parçası kullanıcı tarafından geliştirilen veya üreticiler tarafından sağlanan programları içeren yazılımdır. Genellikle yazılım "sistem yazılımı" ve "hizmet" veya "uygulama yazılımı" olarak sınıflandırılır. Sistem yazılımı bilgisayarı çalıştırmak için gerekli olan çalışma sistemini içerirken, hizmet yazılımı kullanıcı programlarını içerir.

Modern bilgisayarlarda sık sık yarı-iletken belleklerde sürekli saklanan programları içeren bellemenim (firmware) üçüncü bir parça olarak bulunur. Diğer bir deyişle, bellemenim donanım tarafından yapılan yazılım görevidir. Genellikle kalıcı program bölümleri (örneğin yükleyici programlar) bu kategoriye aittir.

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmenin bir özelliği sürekli olarak donanım/yazılım maliyetlerinin oranının değişmesidir. Bu donanım/yazılım oranı ilk-kuşak bilgisayarlar için 9:1 iken bugün bu oran yaklaşık 3:7'dir.

3.2.1. Minibilgisayarların Özellikleri

Evrensel olarak kabul edilmiş bir "minibilgisayarlar" tanımı yoktur. Genellikle minibilgisayar kategorisine ait genel amaçlı bilgisayarların temel yapısı \$20000'dan daha ucuzdur.

Minibilgisayarların ana özellikleri; veri kelimesinin uzunluğunu, saklama ortamı formunu ve onun ulaşım hızını, merkezi kontrol ünitesinin yapısı ve çevrim zamanını ve sistemden içeri ve dışarı bilgi haberleşme yollarını içermesidir. Sistemin tüm tepkisini tahmin edebilmek için bu özelliklerin hepsi birlikte göz önüne alınmalıdır. Her madde bu bölümün kalan kısmında ele alınacaktır.

3.2.1.1. Veri formatı

Mini bilgisayarın önemli özelliklerinden biri, bir çevrim esnasında ana depoya yazılan veya depodan okunan bitlerin sayısı olan kelime uzunluğudur. Genellikle daha uzun kelime daha fazla hassasiyet ve daha fazla verimli çalışma sağlarken daha yüksek maliyete sebep olur. Birçok minibilgisayarlar 16-bitliktir. Bu, kelime uzunluğu kapasite ve maliyet arasında çok avantajlı uzlaşmayı temsil eder.

Komut uzunluğu benzer şekilde önemli bir özelliktir ve kelime uzunluğuyla aynıdır veya onun birkaç katıdır. İki kelimeli komutlarda, ilk kelime genellikle yapılacak çalışmayı belirlemede kullanılırken ikinci kelime işlem bilgisinin adresini içerir. İki kelime içeren komutların kullanımı, basitleştirilmiş programlamaya yol açan direkt adreslenebilen saklama kapasitesini artırır.

3.2.1.2. Ana Bellek/Hafıza

Minibilgisayarlarda ana bellek, veri ve komutları ya manyetik öz (ferit halka) veya yarı-iletkenlere saklamada kullanılır. Silinmeyen ferit depolama aletleri artan bir oranda ucuz yarı iletken belleklerle değiştirilmektedir. Ancak yarı iletken aletlerin önemli bir dezavantajı, güç kaynağı çok kısa bir süre için kapatılsa veya kesilse dahi üzerlerinde depolanmış bilginin kaybolmasıdır, bu üzerindeki bilgiyi devamlı olarak koruyan ferit aletlerle aralarındaki farktır. Çeşitli yarıiletken saklama alet tipleri ve onların özellikleri mikrobilgisayarları tanıtan bölümde tartışılacaktır.

Çevrim zamanı bilgisayar ana belleğinin en önemli özelliklerinden biridir. İki ard arda depoya ulaşma çevriminin başlaması arasında geçen en kısa zamanı temsil eder.

Erişim zamanı: Özel saklama adresinin tahsis edilmesi ve gerekli bilgilere ulaşılması arasındaki gecikme zamanını veren diğer önemli özelliktir.

Ana belleğin kapasitesi bir bilgisayarın sabit bir özelliği değildir. Üreticiler genellikle saklama kapasitelerinin maksimum ve minimumlarını verir ve bu değerler arasında, altyordamlar ve veri ile birlikte en büyük program tarafından ne kadar geniş bir kapasite gerekeceğine kullanıcı karar verir. Günümüz bilgisayarlarında saklama kapasitesi kolayca takılabilir, saklama modülleri ilavesiyle arttırılabilir.

Eşlik (parite) kontrolü bazı minibilgisayarların kalıcı özelliği iken diğerlerinde kullanıcının isteğine bağlı seçimli ilavedir. Eşlik kontrolü esnasında 0 veya 1 değerli bir bit yaratılır ve her bellek bölümüne verilir ve bunların yardımıyla okuma esnasında saklama hataları bulunabilir.

3.2.1.3. Merkezi birim

Her minibilgisayarın CPU (merkezi işleme birimi) yapısı, büyük ölçüde değişir. Onların büyük bir kısmı genellikle 16-bit uzunlukta saklama kelimesi ile paralel aritmetik işlemi yapar.

Direkt adreslenebilen bellek, kullanıcı açısından en önemli özelliklerden biridir. Tipik 16-bitlik minibilgisayar komutları üç kısımdan oluşur: Çalışma kod alanı, adresleme mod alanı ve adresin kendisi. Eğer 6 bit çalışma kodunu (64 farklı operasyona müsaade eder) ve 2 bit adresleme modunu sinyalleme için kullanılırsa 8 bit gerçek adresi yazma için kalır. Bununla 256 farklı saklama kelimesi direkt olarak adreslenebilir.

Bilgisayarın ana belleğinin geri kalanına diğer adresleme modları kullanılarak ulaşılabilir (örneğin indirek, fihristli, oransal vs). Çeşitli adresleme modlarından en önemlisi indirek adreslemedir. Bu işlem ile komutun adres alanı, işleyeni saklayan bellek kelimesini değilde başka bir adresi gösterir. Bu ikinci adres ya işleyenin adresi veya bir başka indirek adrestir. İkinci durum çok-seviyeli indirek adreslemeyi temsil eder.

Minibilgisayarın kontrol modunun gerçekleştirilmesi merkezi birimin önemli bir karakteristiğidir. Geleneksel kablolu mantık yapıları merkezi ünitenin yapı ve çalışması değiştirilemez. Buna karşılık, bilgisayarın çalışması, mikroprogramlı merkezi birimlerin saklama içerikleri değiştiği zaman değiştirilebilir.

Bilgisayar çalışma hızlarının karşılaştırılmasında, aritmetiksel çalışma

zamanı yanlış yol gösterebilir. Buna rağmen, sabit desimal nokta toplama zamanı bilgisayarın aritmetik hızını yargulamada yol göstermesi açısından yararlıdır.

Merkezi birimin diğer önemli bir özelliği de çarpma ve bölme işlem metodudur. Eğer bu işlemler donanım tarafından yapılırsa program alt yordamları kullanan yazılımlardan çok daha hızlıdır.

Kayan desimal nokta aritmetik birimi buna benzer. Kullanıcıyı, sayıların desimal değerlerini değiştirme işinden kurtardıkları için bu birimler ölçme teknolojisi uygulamalarındaki eksponensiyel sayıları ele almakta çok gereklidirler.

3.2.1.4. Girdi/çıkış kontrolü

Minibilgisayarların girdi/çıkış işlemlerini ilgilendiren temel kavram Direkt Bellek Erişimi (DMA) dir. Eğer bir bilgisayar DMA kanalına sahip değilse, ana bellek ve çevre aletleri arasındaki her kelime transferi merkezi birimin kaydedicileriyle kontrol programını kullanarak olur.

Teoride, maksimum veri transfer (I/O) hızı, DMA kanallı minibilgisayarlarda ana belleğin çevrim zamanı tarafından belirlenir. Fakat pratikte, ana belleğin kapasitesi ve girdi/çıkış işlemlerinin aynı anda olmaması genellikle bunu sınırlar.

Program kesme olanağı gerçek zamanda çalışan bilgisayarlar için gereklidir. Kesmeler iki kategoriden birine dahildir, dahili veya harici kesmeler. Dahili kesmeler, örneğin eşlik hatası, geçerli olmayan komut veya güç kaynağının kesilmesi tarafından olabilir. Harici kesmeler, genellikle çevre donanımları tarafından servis isteğine bir cevaptır. Harici kesme seviye sayısı bilgisayarın kesme sisteminin verimi hakkında bilgi sağlar.

3.2.2. Çevre Donanımları

Merkezi birime harcanan para bilgisayarın donanım maliyetinin sadece küçük bir parçasıdır. Çevre donanımları oldukça pahalıdır ve çalışmada genellikle daha az güvenilirdir. Bu sebeplerden, bilgisayar birimlerini seçerken çevre donanımlarına özellikle dikkat edilmelidir.

Çevre donanımları, çeşitli geri plan bellek aletleri ve veri girdi/çıkış birimlerinden oluşur. Modern minibilgisayar sistemlerinde, manyetik disk birimleri fazla miktardaki verileri saklamada ve geniş saklama kapasitesi gerektiren programlar için kullanılır. Geleneksel kalıcı disklerin iki çeşidi vardır: Sabit disk ve değiştirilebilen disk. Dahili değiştirilebilen diskin avantajı dahili

değişebilen disk paketlerinden dolayıdır, teoride sınırsız saklama kapasitesini temsil eder. Ancak, sabit disk saklamanın avantajı veriye çok daha hızlı ulaşmaya izin vermesidir. Veri farklı bölümlerde saklanır ve her sektör için farklı yaz/oku kafası ayrılmıştır; bu yüzden, girdi (veri yazma) veya çıktı (veri okuma) esnasında tek gecikme, seçilen parçanın kafaya ulaşması için gerekli zamandan oluşur. Buna karşın, dahili değişebilir disk uygun bölüme hareket eden tek kafa kullanır. Sabit disk bellekleri çok pahalıdır ve bu yüzden sadece çok miktarda veriye çabuk ulaşma gerektiği zaman ekonomiktir. Bu disklerin kapasitesi 5-500/M bayt ve ortalama ulaşım zamanı tipik 0.01-0.1 saniye arasındadır.

Flopi diskler veya disketler modern bilgisayarlar için yardımcı bellek olarak sık sık kullanılır. Bu birimler kalıcı disklerden daha yavaş ve düşük kapasiteye sahipse de, çok daha ucuzdurlar ve bakımları daha kolaydır. Flopi disklerin kapasitesi 200 kбайt ile 10Mбайt ve ortalama ulaşım zamanı 0.5 saniyedir.

Günümüzde en ucuz yardımcı bellekler manyetik teyp kasetleridir. Son zamanlarda onların teknik özelliklerinde önemli gelişmeler olmasına rağmen, kapasite ve çalışma hızı olarak 60-500 kбайt kapasiteli ve ulaşım zamanı 10-300 saniye olan manyetik disk ünitelerinin halâ gerisinden gelmektedirler.

Etkileşimli çalışma modu sağlayan girdi/çıkış çevre donanımlarının kullanıldığı ölçme teknolojisi uygulamalarında, konsol klavye ve alfanümerik gösterge birimi önemli roller oynar. Bu çevre donanımlar seri arabirim (V24/RS-232-C) ile bilgisayara bağlanır. Konsol klavyelerinin veri transfer hızı 110 baud (bit/saniye) gibi oldukça yavaştır; ancak gösterge ünitesi mekanik parçalar içermez ve bu yüzden, çok hızlıdır, 9000 baud'u aşan hızlarda veri transferine izin verir.

Minibilgisayarın çıkış aleti genellikle bir çeşit yazıcıdır. Bunlar ya matris yazıcıları veya satır yazıcılarıdır. Her zaman bir karakter yazan matris yazıcı uzun liste çıktılarına ihtiyaç olmadığı zaman ve yazma süratinin kritik olmadığı zaman kullanılır. Bu birimler tipik olarak saniyede 30-600 karakter yazar. Satır yazıcıları daha pahalı aletlerdir, bir keredede 80-160 karakter yazar. Bu aletlerin çalışma sürati 100-2000 satır/dakikadır.

Şimdiye kadar anlatılan veri girdi/çıkış birimleri alfanümerik verileri ele almak içindir. Ancak ölçme teknolojisinde, grafik çevre donanımlarında (analog bilgileri göstermek için uygun) gereklidir. Bunların en önemlileri katot ışın tüpleri kullanan grafik gösterge üniteleridir ve bunlar, çalışma prensiplerine göre üç grupta sınıflandırılabilir. Bu büyük ölçüde birimlerin özellik ve çalışma modlarını belirler.

Saklama-tüplü görüntü aletlerinde, grafik bilgi iki-dengeli saklama katot-ışın tüpünde gösterilir. Bu göstergelerin görüntüleri iyi kalitelidir ve titreşim-

sizdir ve servis yazılımı oldukça basittir. Dezavantajları ise sadece ekrandaki tüm imajın silinebilmesidir.

Raster-tarama göstergesinde görüntü, tüm ekran taranarak çizilir ve 30-50 Hz frekans kullanılarak sürekli değiştirilir. Çizilen görüntülerin ayrıntıları etkileşimli çalışma modunda değiştirilebilir. Bu tip görüntü birimi, tüplü çeşitlen çok daha fazla pahalıdır.

Direkt-ışın gösterge üçüncü grup grafik göstergesi oluşturur. Her görüntü bölümü, çeşitli ışık yoğunlukları kullanılarak gösterilir ve görüntü çok hızlı yazılabilir. Bu tip göstergede, görüntü çiziminin karmaşıklığı mevcut belleğe ve göstergesi kontrol eden özel yazılımın karmaşıklığına dayanır.

Dijital çizme aletleri veya x-y çizicileri, diğer grup grafik göstergeleri içerir. Bu ünitelerde görüntü çizimi x veya y koordinat değerlerinde ifade edilen dijital veriler kullanarak elektromekanik veya elektrostatik metotlar tarafından başlanır. Modern çizicilerde, mikro işlemci kontrolü harici kontrol görevlerini basitleştirir ve azaltır. Bu, genel bir eğilimdir ve yavaş çevre birimi tasarlandığı herhangi bir zaman bilgisayar kontrolü üzerindeki yükü azaltmak için kullanılır.

Bilgisayarların merkezi birimi ve çeşitli çevre donanımlarının fiziksel boyutlarındaki azalmalar tasarımcılara yeni olanaklar yaratır. Minibilgisayar üreticileri ROM'da yorumlayıcı programları ve en gerekli çevre do-



Şekil 3.6: CompuCorp 625 tipi masa bilgisayarı

nanımlarını içeren masa bilgisayarlarını pazarlamaktadır. Şekil 3.6'da görülen Compucorp 625 tipi masa bilgisayarı bunun ilk tipik örneğidir. Bu tip, alfanümerik klavye ve yazıcıyı, 1024 karakterlik gösterge ünitesi ve 600 kбайt kapasiteli flopi diske, entegre merkezi birimi de içerir.

3.2.3. Yazılım

Mini bilgisayar sistemlerinin yazılım maliyetleri donanım maliyetinin birkaç katını geçer. Yazılım, bilgisayar çalışmasını kontrol eder; bu yüzden, yazılımın verimi ve uygun programların sağlanması, bilgisayarın evrensel uygulanabilirliği ve kapasitesini belirleyen faktörler olduğu söylenebilir.

Bu belli bir tip bilgisayar seçildiği zaman akılda tutulmalıdır. Merkezi birimin çalışma sürati veya direkt olarak adreslenebilen bellek, donanımın gelişme durumu hakkında bazı bilgiler sağlar fakat bunlar, uygun yazılımın elde edilebilirliğinin önemine kıyasla çok daha az önemli olur.

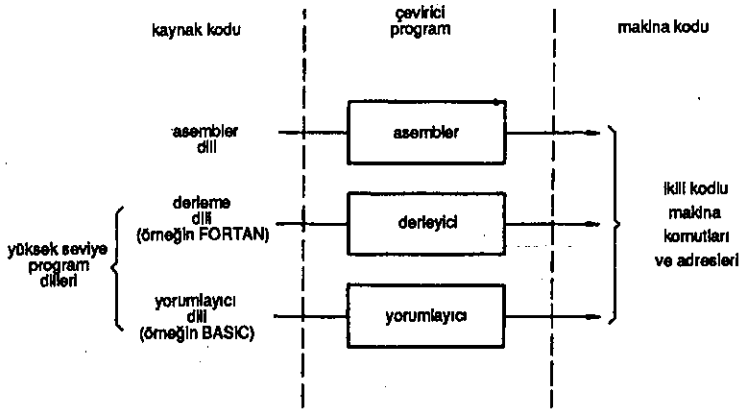
Yazılım sistemleri çok zorluklarla karşılaştırılabilir; çünkü, belli bilgisayarın yazılım sistemi hakkında güvenilir bilgi oluşturan kişiler onları kullanan yani uygun dillerde programlar yazan ve onları bilgisayarda çalıştıranlardır. Bu yüzden, bilgisayar dergileri, bilgisayar alıcılarının görevini kolaylaştırmak için kullanıcı değerlendirmelerini yayınlar.

Ancak bu kullanıcıların görüşleri bile açıkça yol gösteren bilgileri sağlamaz; çünkü çeşitli bilgisayar programları özel amaçlar için optimize edilmiştir. Örneğin, saklama kapasitesi için optimize edilen yorumlayıcı program birçok kullanıcı tarafından mükemmel kabul edilebilir, fakat küçük miktar veriyi işleme ve mümkün en kısa çalışma zamanını sağlama kolaylığı için tamamen uygun olmayabilir.

Bilgisayar çalışmasındaki en temel kısım "çalıştırma sistemi" olarak adlandırılan, kullanıcı programlarını çalıştıran ve hazırlayan programdır. Bu çalıştırma sistemi hiyerarşik durumda yazılan karşılıklı-tamamlayıcı, birbirleriyle ilişkili bir seri programdır. Bu programlar iki kategoriye dahildir:

- çevirici programlar
- kontrol programları.

Çevirici programlar sembolik dillerde yazılan programların test ve yorumunu sağlar. Minibilgisayarların programlanması çeşitli program dil seviyelerinde yazılabilir.



Şekil 3.7: Çeşitli çevirici programlar

Dijital bilgisayarlar ikili sistemlerdir ve onların merkezi birimleri bu yüzden çeşitli işlemleri çalıştırmak için ikili kodda programlanır. 0 ve 1 değerlerini içeren bu kod makina kodudur ve bu dilde yazılan programlar makina kod programlarıdır. Ancak, makina kodunda programlama çok zaman alıcı ve zorluk ile takip edildiği için pratikte nadiren kullanılır.

Çevirici programlar kullanıcı için programlamayı kolaylaştırır. Bunların özeti Şekil 3.7'de görülür.

Asembler (çevirici) sembolik kodda yazılmış bir programı bilgisayarın ikili diline tercüme eder. Anımsatıcı assembler kodu, makina kodundan daha kolay anlaşılır; örneğin PDP-8 bilgisayarın CLA (akümülatörü sil) assembler dil komutu hatırlamada kolaydır ve buna karşı gelen 111110000000 makina kodundan daha az kafa karıştırıcı olur. Her çevirici program komutu bir makina kod komutuna eşdeğerdir. Çevirici, merkezi birime bağlıdır ve her farklı bilgisayar için farklı çevirici dili gerekir.

Çevirici-dil programlama, makina-kod programlamadan oldukça kolay olmasına rağmen, merkezi birimin çalışması hakkında geniş bilgi ve yaygın programlama deneyimi gerektirir. Bunun sonucu olarak programlamayı üreticiden ve bilgisayar tipinden bağımsız yapan yüksek seviye dilleri geliştirilmiştir.

Yüksek seviye programlama dillerinin ortak özelliği, programlayıcının her temel işlemi belirtme zorunda olmamasıdır. Kaynak kodunda verilen operasyonlar, merkezi birim tarafından amaç kodunda yorumlanan temel makina kod talimatlarına bölünür.

Birkaç makina-kod komutu yüksek seviye dillerin tek komutuna dahildir. Bu dillerin kullanımı programlayıcının görevini oldukça kolaylaştırır. Fakat kaçınılmaz bir sonuç olarak program, eşdeğer çevirici dil programı için gerekenden çok daha fazla bellek işgal eder. Buna rağmen program geliştirme zamanı azaltılır ve pratikte, minibilgisayarın programlanması yüksek seviye dillerinden birinde yapılır.

Ölçme teknolojisinde FORTRAN ve BASIC programlama dilleri sıkça kullanılır.

FORTRAN (FOR mula TRANslator) IBM tarafından geliştirilmiş programlama dilidir ve çeşitli tipleri kullanılır. ANSI tarafından standartlaştırılan FORTRAN IV en yaygındır. Ölçme teknolojisinde FORTRAN karmaşık hesaplamalar gerektiren araştırma görevlerine özellikle uygun olduğundan kullanılır.

BASIC (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code) Amerika'daki Dartmouth College tarafından geliştirilen özellikle eğitim amaçlı bir programlama dilidir. Çok geniş bir kabul görmüştür ve orijinal BASIC'ın genişletilmiş çeşitleri sık sık kullanılır. Tüm çeşitler etkileşimli ve yorumlayıcıdır yani komutlar yorumlanabilir, test edilebilir ve yorumlayıcı tarafından satır-satır hemen çalıştırılabilir.

Mikrobilgisayarların çalışma sisteminin diğer parçası, kontrol programlarından oluşur. Bunların görevi bilgisayarın merkezi birim ve çevre donanımlarının optimum durumda çalışmasını kontrol etmektir. İlave olarak bu programlar bilgisayar ile operatör arasındaki etkileşimi sağlar. En önemli kontrol programları ekran, yükleyici, I/O kontrol sistemi, kesme yordamı ve teşhis programlarıdır. Ana bellekte daima kalan parçanın dışındaki kontrol ve proses programları, arka plan bellekte yerleştirilir.

3.2.4. Girdi/Çıktı Birimleri

Bilgisayarın girdi/çıkı altsistemi aşağıdaki işlemleri çalıştırır:

- (a) Çevre donanımlara komut verir.
- (b) Durum sinyallerini merkezi birim ünitesine transfer eder.
- (c) İki-yönlü veri transferi.

Bilgisayarın ölçme tekniklerinde kullanılan harici çevre donanım cihaz-

ları topluca girdi/çıkış aletleri olarak isimlendirilir ve 2 ana kategoriye ayrılır:

- bilgisayar çevre donanımları
- analog ölçme aletleri.

Veri girişi sağlayan veya bilgisayar işleme sonuçlarını görselleştiren (örneğin teletayplar, göstergeler, satır yazıcıları, çeşitli arkaplan bellekleri) birimler ve programlar bilgisayarın veri girdi ve çıkış aletleri kategorisine dahildir.

Analog-dijital çeviriciler (ADC), dijital-analog çeviriciler (DAC) ve dijital sinyaller ile kontrol edilen dijital formatta ölçüm verilerini sağlayan programlanabilir cihazlar analog ölçme aletlerine dahildir.

Arabilim ve I/O aletleri arasındaki senkronize bağlantı için arabirim ve birim kontrolü bağlantısı gereklidir.

Bilgisayar ve çevre donanım aletleri arasındaki I/O operasyonlarının temel zorluğu, dahili zaman sinyali ile kontrol edilen bilgisayarın merkezi biriminin çevre donanımlarından daha hızlı olmasıdır. Örneğin, teletayp saniyede 110 bit ele alabilirken bilgisayarın ana belleği birkaç M bayt/saniyeden fazla veri transfer hızına sahiptir. I/O işlemlerinin zamanlama stratejisinin rolü, bilgisayarın merkezi birimi ve I/O birimlerinin çalışmasını eş zamanlı yapmaktır.

3.2.4.1. I/O İşlemleri

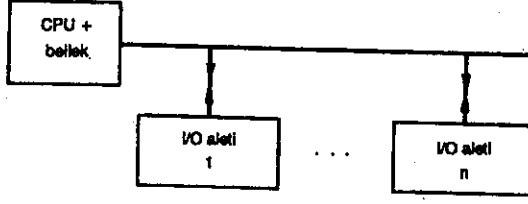
Veri transferinin düzenlenmesine göre iki çeşit I/O bağlantı metodu vardır: Programlı ve otonom. Her metodun kendine göre avantaj ve dezavantajları vardır; örneğin, başarılı veri transfer hızı büyük oranda değişmektedir. İki metodun özellikleri detaylı olarak bir sonraki bölümde verilecektir.

3.2.4.2. Programlı I/O bağlantısı

Programlı I/O, transfer metodlarının en basitidir. Temelde merkezi birim, veri, adres ve kontrol sinyali hatlarıyla merkezi üniteye bağlı I/O cihazlarıyla ilgili herbir veri transferi için ayrı bir komut verir. Programlı I/O bağlantı, paralel yoklama veya program kesmesi kullanarak çalıştırılabilir.

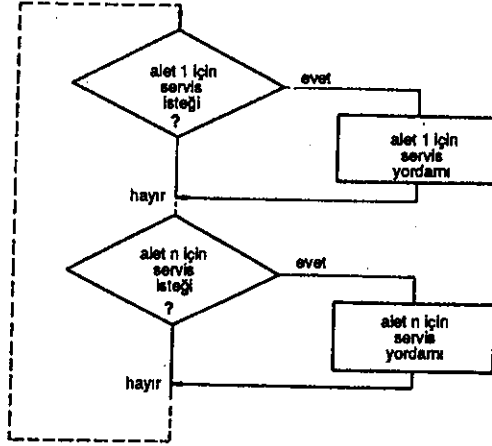
3.2.4.3. Paralel yoklama

Paralel yoklama durumunda, veri transferi o andaki program tarafından ele alınır. (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Programlı I/O bağlantı blok diagramı

O anda çalışan program, I/O aletlerine periyodik olarak servis isteyip istemediklerini sorar (Şekil 3.9). Eğer cevap evet ise servis yordamıyla alete servis verilir, genellikle veri bloğunun transferinden emin olunur.



Şekil 3.9 : Programlı I/O bağlantısının akış diagramı

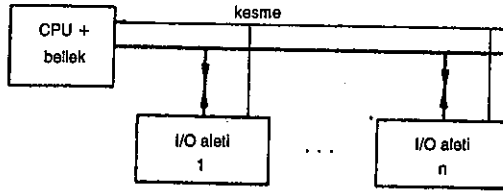
Merkezi birim ilk olarak I/O aletinin veri transferini yapıp yapamayacağına inceler ve sonra ilk I/O komutu ile veriyi gönderir. I/O aletleri genellikle merkezi birimden çok daha yavaştır ve bu yüzden, bir sonraki I/O komutu verilmesi gecikecektir. Gecikme, programlı bir döngü kullanarak yaratılabilir,

fakat bu, merkezi biriminin çalışmasını felce uğratar. Merkezi birimin bekleme zamanı esnasında başka görev yapması daha iyi bir çözümdür; fakat periyodik olarak I/O aletine yeni veri almaya hazır olup olmadığını sormalıdır. Eğer bu onlara ayrılan sinyal hatlarındaki aletler tarafından çalıştırılırsa, aletin tanınması aynı zamanda olur ve böylece, merkezi birim yeni veriyi verecektir. Paralel yoklama kullanarak girdi aleti, merkezi birime veri transfer isteğinde olduğunda sinyalleyebilir.

Periyodik yoklama merkezi birimde programlanmak zorundadır yazılımın pahalı olmasından dolayı merkezi birim zamanın çoğunda I/O operasyonlarıyla işgal edilecektir. Pratikte, bu kabul edilebilir bir durum değildir ve I/O aleti için daha iyi bir çözüm veri transferi hazır durumunu bir program kesmesi ile belirtmektir.

3.2.4.4. Program kesme

I/O aleti, servis istek veya kesme hattında gönderilen bir sinyal ile program kesmesini başlatır (Şekil 3.10). Eğer servis isteği, merkezi birim programı tarafından yasaklanmaz ve merkezi birim o anda çalışan programı saklama kabiliyetine sahipse, servis isteklerini kabul eder ve kesme programını başlatır.



Şekil 3.10: Kesme kontrollü I/O bağlantısının blok diagramı

İlk olarak merkezi birimin ve programın durumlarını muhafaza eder, sonra servis isteyen aleti belirler ve kesme sebebinin bulmak için aletin durum kelimesini sorar. Merkezi birim, durum kelimelerine göre alet servis programını çalıştırma hakkında karar verir. Eğer bir kesme sistemi servis programının adresini belirlerse, servis programının çalışması daha hızlı olur. Buna "vektörlü kesme" denir.

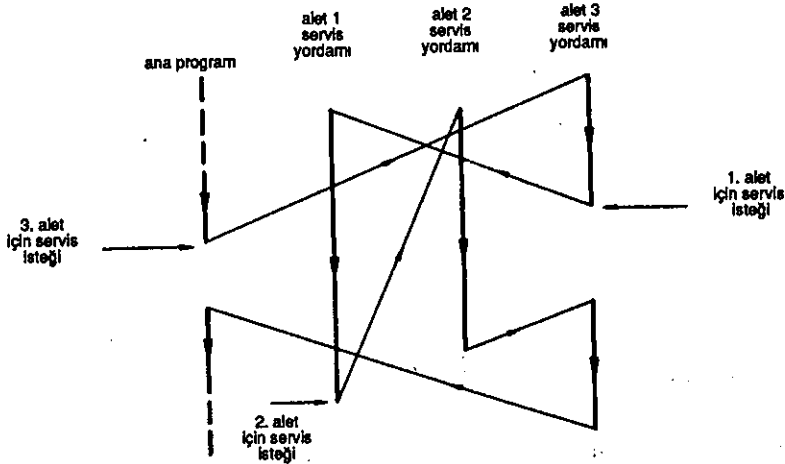
Birden fazla alet aynı anda servis isteyebilir, bundan dolayı uygun çalışmayı sağlamak için öncelik sırası belirlenmelidir. Öncelik sırası yazılım veya donanım metotlarıyla belirlenebilir.

Yazılım öncelik durumunda, kesme isteği alındığı zaman kesmeyi ele alan yordam aletleri tek-tek yoklar. En yüksek öncelikli aletin yoklaması ve gerekirse servisi ilk önce çalıştırılır.

Donanım önceliğinde, merkezi birimin kesme kontrol devresi girdi/çıkış devrelerine cevap sinyali gönderir. Bu sinyal aletleri tek-tek dolaşır ve öncelik sinyal hattının kablolama sırası tarafından belirlenir.

Çoklu kesmenin gerçekleştirilmesinde öncelik sırası önemli role sahiptir. Şekil 3.11'de görüldüğü gibi her kesme bir diğerine bağlıdır, bu durumda temel programlamaya dönüş genellikle ayrılışlar ile aynı sırada yapılır.

Kesme, I/O işlemlerini çalıştırma amacına hizmet ederse de, tüm bilgisayarlar dışsal kesmelerde kullanır. Bunlar, veri gönderme hatası, yanlış komut veya güç kaynak kesimi tehlikesi gibi özel durum oluşturduğu zaman çalışan programı durdurur.



Şekil 3.11: Önceliğe göre çoklu kesmeyi ele alma

Kesmeli I/O veri transferinin avantajı gerçek-zaman sistemlerinde gerekli olan hızlı servis vermede yatar. Bilgisayarın en önemli özelliklerinden biri tepki zamanı, yani kesme isteğinin alındığı ve servisin başladığı zaman arasındaki geçen süredir.

Kesmeli I/O'nun bir dezavantajı, kesme gerçekleştirme yordamlarının ana program ile eş zamanlı olmamasıdır. Bu, bellek sektör kapasitesinin ve sonuçta programın kapasitesinin tahminini zorlaştırır. Diğer bir dezavantaj da donanım önceliği kullanıma zorunda olduğu zaman özel donanıma olan ihtiyacıdır.

3.2.4.5. Özerk (programdan bağımsız) I/O bağlantısı

Programlı bağlantı durumunda, merkezi birim birçok komutu her veri transferi için çalıştırır ve bu veri blokları veri transfer edildiği zaman merkezi birimin zamanının büyük bir kısmını kullanır.

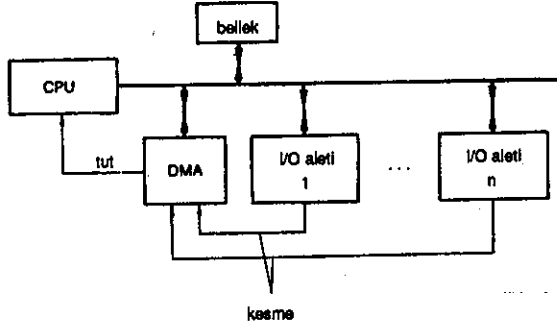
Özerk bağlantı kullanarak program, veri transferi için başlama noktası olarak kullanılacak saklama adresini belirler. Sonra transfer, programdan bağımsız olarak özerk durumda devam eder. İletim verilen programda belli sayıda baytların transferi veya son karakterinin tanınmasıyla bitirilir. Böylece, özerk veri transferi sırasında merkezi birimde bir başka işin programı çalışabilir. Bellek aynı anda özerk bağlantı kontrolü ve merkezi birim tarafından adreslenirse öncelik her zaman bağlantı kontrolüne verilir. Bu "çevrim çalma" olarak adlandırılır.

Programlı bağlantı ile, tüm veriler ya merkezi birimin akümülatörü veya bu amaç için belirlenen kaydediciden geçmek zorunda iken; özerk bağlantı, genellikle merkezi birimi gözönüne almadan direk olarak bellek ile bağlanır.

3.2.4.6. Direk bellek erişimi (DMA)

DMA kontrolörü özellikle direkt bellek bağlantılarını başarmak için geliştirilmiştir. Bu uygulamaların amacı, özerk transferi en az program adımları (Şekil 3.12) kullanarak en kısa sürede başarmaktır.

Veri transferi, DMA kontrolörünün programlanmasıyla başlar. Merkezi birim, belleğin başlama adresi ve transfer olacak kelimelerin (baytlar) sayısını belirler. Bu veriler DMA kontrolörü tarafından saklanır. Sonra merkezi birim I/O alet durumunu kontrol eder. Eğer alet transfer için hazır ise; DMA kontrolörüne direk olarak verilen kesmeyi kullanarak servis ister. Sonra DMA kontrolörü, veri girme (veya okuma) ve bellek adreslerinin kontrolünü üzerine alarak merkezi birimin çalışmasını askıya alır. Her transfer adresi 1 artırır ve bayt sayıcısının değerini 1 azaltır. Transfer, bayt sayıcısının 0 olmasına kadar devam eder. Bu metod kullanılarak ana belleğin giriş hızına yaklaşan çok hızlı veri transferi sağlanabilir.



Şekil 3.12: Direk bellek girişi (DMA) blok diagramı

3.2.4.7. Minibilgisayarların arabirim sistemleri

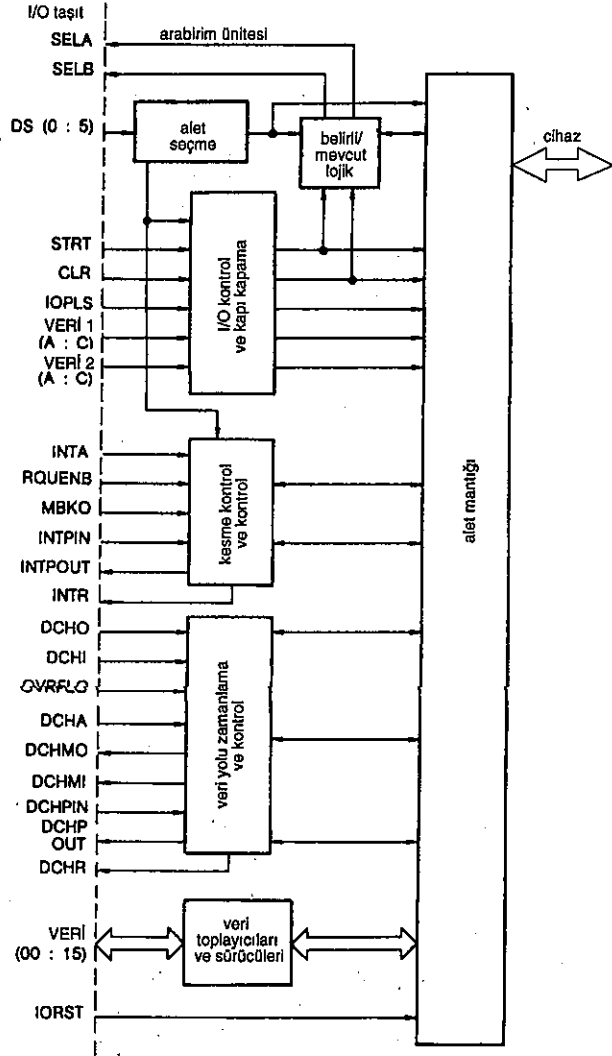
Büyük çeşitlilik minibilgisayar paralel arabirim sistemlerinin daima kalite işareti olmuştur. Bunu göstermek için en büyük iki seri minibilgisayar ailesi üreticisinin paralel arabirim sistemi aşağıdaki bölümde tartışılacaktır.

Data General tarafından yapılan NOVA minibilgisayarlarının paralel arabirim sistemi ve ona bağlantı ünitesi Şekil 3.13'de görülmektedir. Bu paralel arabirim, iki-yönlü 16 veri hatlı veri yolu, 6 adet seçme hattı, 4 test hattı, 20 kontrol hattı ve 1 başlama durumuna ayarlama hattını içerir. Arabirim eş zamanlı, yani veri hem girdi ve hem de çıktı için kati şekilde zamanlanmış olarak çalışır.

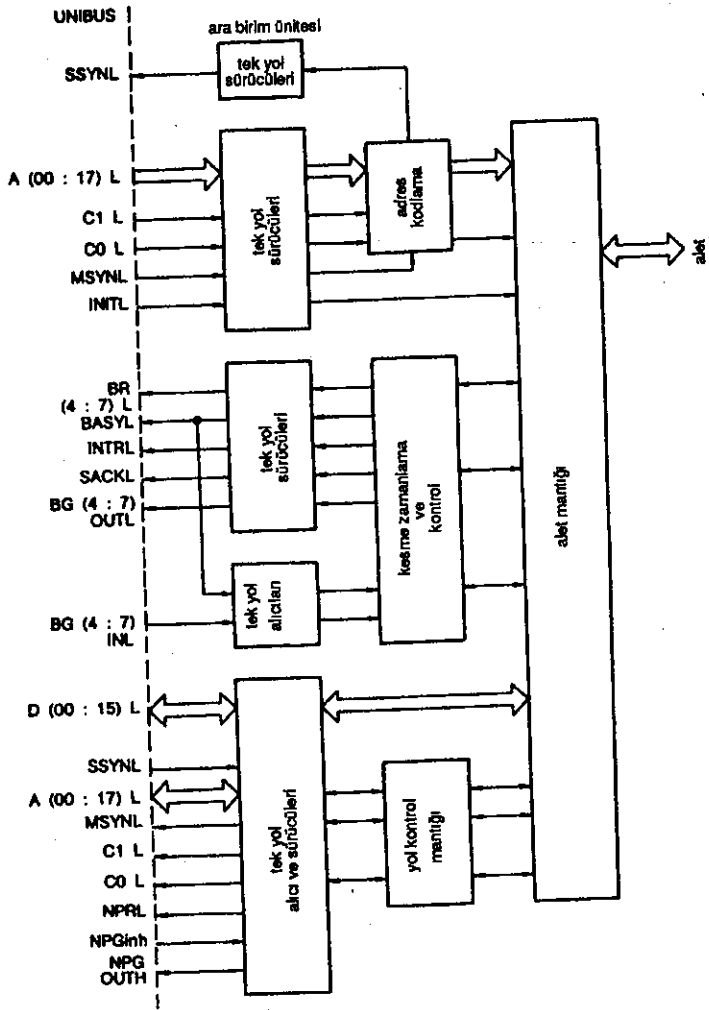
Buna karşılık, Digital Equipment Corporation'ın PDP-11 minibilgisayarın paralel arabirimi eş zamanlı olmadan çalışır ve onun sinyal hat sistemi Nova arabiriminkinden (Şekil 3.14) temelde ayrılır. PDP-11 arabirim 16 veri hattı, 18 adres hattı, 15 kesme hattı, 6 genel kontrol hattı ve 1 kesme durumunu ayarlama hattını içerir.

Bu arabirimler kötü örneklerdir. Benzer şekilde, Computer Automation, Interdata, Hewlett-Packard ve diğer minibilgisayar üreticilerinin standart arabirimleri birbirinden temel olarak farklıdır.

Kişisel bilgisayar sistemlerinde yaygınca kullanılan diğer bir arabirim Amerikan MITS ve IMSAI şirketleri tarafından 1976'da geliştirilen 100 sinyal hattı içeren paralel arabirimdir. S 100 olarak adlandırılan arabirimin önemli bir dezavantajı yeteri kadar doğru tanımlanmaması ve bu yüzden çeşitli üreticilerin belli sinyal hatlarını aynı şekilde kullanmamalarıdır. Bu durum, IEEE'nin himayesindeki bir yayın tarafından belirtilmiştir.



Şekil 3.13: Data General'in NOVA minibilgisayarının paralel arabirim sistemi

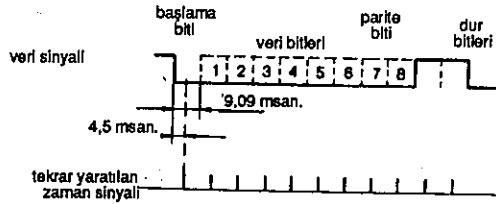


Şekil 3.14: Digital Equipment'ın PDP-11 minibilgisayar tipinin arabirim sistemi.

Yavaş çalışan I/O aletlerinin arabağlantısı üzerinde özellikle durmak gerekir. Bunların çoğunluğu, standart bit-se-i arabirime sahiptir ve bu yüzden hemen hemen tüm minibilgisayarlar bit-paralel mini bilgisayar arabirimini bit-seri I/O aleti arabirimine bağlayan arabirim ünitesi ile donatılmıştır.

Bit-seri arabirimlerinden ilk defa 20mA akım döngüsü ve sonra bizim amaçlarımız için uluslararası standart CCITT V24 ile hemen hemen aynı olan EIA RS-232-C standart arabirimi kullanıldı. RS-232-C arabirim sisteminde karakter 1 BAŞLA biti, 7 veri biti, 1 eşlik biti ve bir veya iki DUR bitinden oluşur (Şekil 3.15). BAŞLA biti'nin değeri daima 0 iken 2 DUR biti daima 1'dir. 7 veri biti genellikle ASCII (ISO 7-bit) kodunda bilgiyi taşır.

RS-232-C arabirimi eş zamanlı olmayan modda çalışırken, bilgisayarın merkezi birimi eş zamanlı olarak çalışır. Böylece seri eş zamanlı olmayan sinyal serisi merkezi birimde paralel şekle dönüştürülür. Değişim bir sayıcı devresi tarafından çalıştırılır. Sayıcı BAŞLA darbesi esnasında, 9.09 m saniyenin ortasında zaman sinyal yaratma devresini başlatır, seri verinin çevrimi için gerekli örnek alma karakterleri içeren dürtülerin ortasında olur. RS-232-C arabirimiyle başarılan en hızlı veri transfer hızı 20 kbit/saniyedir. Bu ve diğer arabirimler sonraki bölümlerde daha detaylı tartışılacaktır.



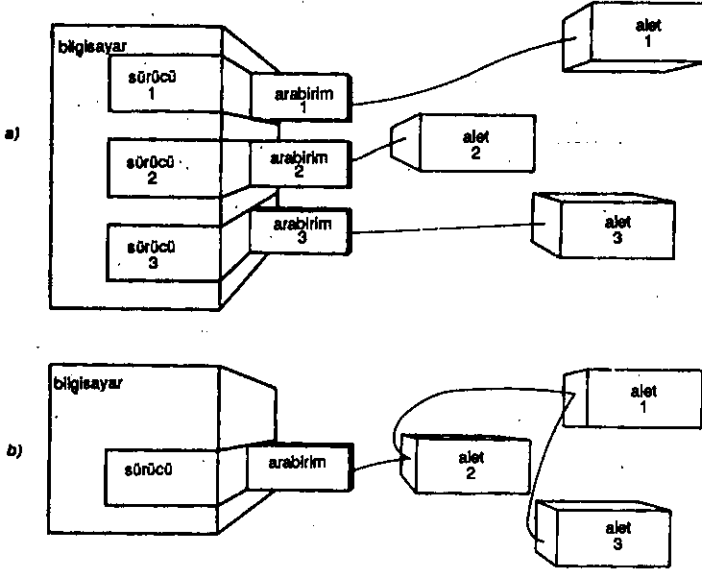
Şekil 3.15: RS-232-C sisteminde seri veri transferi

3.2.4.8. IEC Sistemin ve minibilgisayarların arabirimi

Şekil 3.16'da minibilgisayar ve ona bağlı üç I/O aleti görülmektedir. Üç aletin her biri, paralel bilgisayar arabirim sürücüsüne tek arabirim kartıyla bağlanır. Benzer şekilde, üç farklı ele alıcı/ sürücü programı bu aletlerin kontrolü için gerekir. Bu metodun dezavantajı, tek alet için arabirim tasarım ve geliştirilmesinin (eğer kullanıcı yapmaya kalkarsa) aylar alacağı ve toplam maliyetin mini bilgisayar fiyatına yaklaşacağı düşünüldüğünde kolayca görülebilir.

Bu problem özellikle ölçme teknolojisi uygulamalarında kayda değerdir; çünkü, kullanıcı bilgisayar arabirim tasarımında tecrübeli değildir. Aynı-

ca, I/O aleti olarak kullanılan cihazlar oldukça ucuzdur, bu da arabirim ünitelerinin yüksek maliyetini daha oransız ve yasaklayıcı yapar.



Şekil 3.16: Ölçme sistemlerinin minibilgisayara bağlanması. Çeşitli gerçekleştirmeler (a) Paralel arabirim, (b) IEC arabirim.

Bu sebeplerden 14 I/O aletinin bilgisayara (Şekil 3.16b) bağlanmasına izin veren standart IEC arabirim önemlidir.

Ölçme teknolojisi uygulamalarıyla ilgili minibilgisayar üreticilerinin çoğu, standart IEC arabirim üniteleri ve uygun yazılım yordamları üretir. Arabirim ünitesinin donanım kısmı genellikle bilgisayara takılabilen baskılı devre kartına yerleştirilir. Şekil 3.17 Hewlett-Packard minibilgisayar ve onun arabirimini göstermektedir.

Aşağıdaki bölümde, minibilgisayar/IEC arabirim yapısını idare eden direktifler pratik bir örnekle incelenecektir.

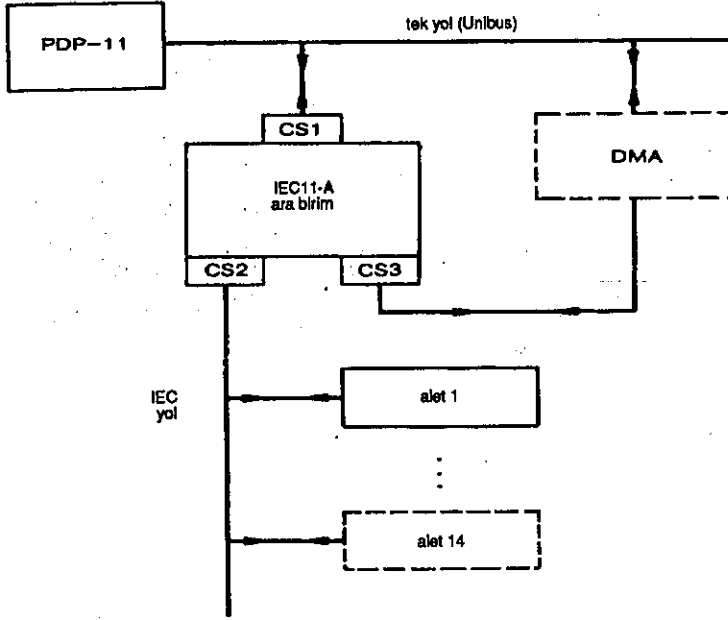


Şekil 3.17: Hewlett-Packard 21MX Tipi minibilgisayar ve onun arabirim ünitesi

3.2.4.9. PDP-II/IEC arabirimi

PDP-11 bilgisayarını IEC11-A tipi arabirim ünitesi (Şekil 3.18) yardımıyla IEC yoluna bağlanabilir. Orta ölçek ve küçük ölçek entegre devrelerden (MSI-SSI) oluşan arabirim ünitesi, standart PDP-11 ailesinin I/O bağlantısı (CS1) yardımıyla UNIBUS'a (tekyol) bağlanır. IEC yol bağlantısı, standart (CS2) bağlayıcı (Amphenol 17-20250) kullanırken, kartın üçüncü bağlayıcısı (CS3) seçimli DMA birimi için bağlantı sağlar.

Bilgisayar ve arabirim ünitesi arasındaki veri transferi, program kesmeleri kullanarak program kontrolü tarafından yapılır. Kesme vektör değerinin

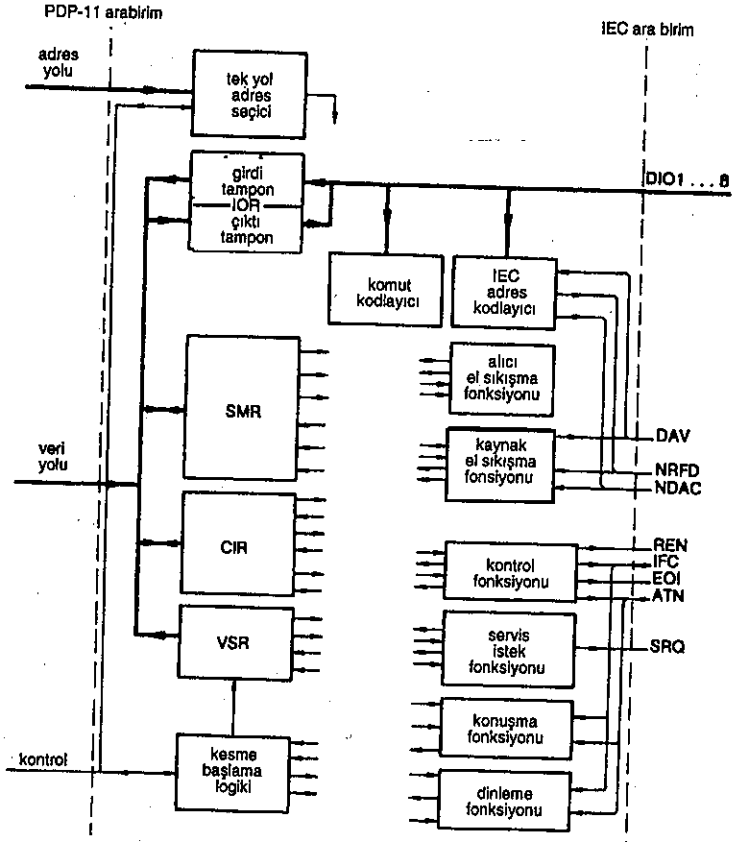


Şekil 3.18: Digital Equipment minibilgisayarı PDP-II'in IEC arabirimi

seçimi ve arabirim UNIBUS adresinin verilmesi arabirim kartlarında yerleştirilmiş anahtarlarla ayarlanır. Kesmenin donanım öncelik numarası ve IEC konuşucu ve dinleyici adresleri ilave seçici anahtarlardan ayarlanır.

IECII-A arabirimin çok basitleştirilmiş blok diagramı Şekil 3.19'da görülmektedir. Bilgisayara bağlantı genellikle programla doldurulmuş dört kaydedici tarafından başatılır ve sorguya çekilebilir. Bunlar:

- Kontrol ve kesme kaydedicisi (CIR)
- Durum ve mesaj kaydedicisi (SMR)
- Girdi/çıkı kaydedicisi (IOR)
- Vektör çevirme kaydedicisi (VSR)



Şekil 3.19: IEC-11A arabirim basitleştirilmiş blok diagramı

CIR kaydedici asıl olarak program kesme kontrolü amacına hizmet eder. Bunun sonucu olarak, kontrol sinyallerinden biri. IEC sisteminden servis iste-me (SRQ) mesajıdır. Özel IEC kontrol sinyallerinin bazılarını da muhafaza eder; bunların en önemlilerinden biri de lon (sadece dinleyici) sinyalıdır.

SMR kaydedici tüm arabirimin kalbidir. Bu birim lokal mesajları saklar ve bazı arabirim durumlarını görevlendirmede de kullanılır.

IOR kaydedici iki simetrik kısımdan oluşur, biri veri çıkışı ve diğeri veri girişi sağlar. Eğer arabirim Kontrolör Aktif Durumunda (CACS) veya Ko-nuşucu Aktif Durumunda (TACS) ise, veribaytı veya komut program tarafın-dan bilgisayardan çıkış tamponuna ve oradan da IEC yoluna transfer edilir. Eğer arabirim Aktif Dinleyici Durumunda (LACS) ise, yoldan ulaşan veribaytı programdan giriş tamponuna ve oradan da bilgisayara taşınır.

VSR kaydedici kesmeleri ele almada önemli bir role sahiptir. Bu birim, seçici anahtar tarafından ayarlanan ve kesmeden sonra programın atlayacağı adresi içerir.

Kesme başlama mantığı, çeşitli IEC arabirim mesajları (EOI, SRQ, vs) ve lokal kontrol sinyallerinden (örneğin geçerli olmayan mesaj, durum değişimi vs) başlayarak oluşan sinyal kontrol kesmelerinin arabirim fonksiyonlarının önemli bir parçasıdır.

Şekil 3.20 arabirimde kullanılan kaydedicilerin içeriklerini göstermekte-dir. Bu kaydediciler lokal mesajlarının değerlerini ve onlara ait durumları içe-rir. Herhangi bir lokal mesaj, lojik 1 durumunu sadece uygun durum aktif ise alır. Örneğin tca, sadece CSBS durumu aktifse etkindir.

Kaydedicilerin içeriği birbiriyle yakından ilgilidir. Örneğin SMR kayde-dicisinde mevcut arabirim durumlarının değişimi, STATE CHGE (durum değişimi) mesajının CIR kaydedicisinde oluşumuna sebep olur.

Kaydedicilerin geri kalanının içeriği benzer şekilde birbiriyle ilgilidir. Komutların verilmesi esnasında, IOR kaydedicisinde bulunan çıkış verisi CACS (SMR) kaydedicinin aktif durumu esnasında IEC yoluna transfer edilir. Yeni veri girildiği zaman, CIR kaydedicisinde DATA ACC aktif durumu, ko-mutun kabul edildiğini belirtir ve yeni bayt çıkış tamponuna konulabilir.

IEC sistem uyumlu aletler (kontrolörler dahil) sadece mümkün arabirim fonksiyonlarının bir kısmını kullanır. Bilgisayar/IEC arabirimi IEC sistemine bağlı aletlere mesaj gönderebilmek ve arabirim aletleri tarafından (servis is-teği vs) gönderilen çeşitli mesajlara cevap verebilmek için kontrol fonksiyonu-nu içermek zorundadır. Bilgisayar ve IEC sistemi arasındaki her iki yönde veri transferi gereklidir ve bu yüzden, konuşucu ve dinleyici fonksiyonlarıyla bir-likte alıcı ve kaynak el sıkışma fonksiyonları da kullanılmak zorundadır.

Tablo 3.1. PDP-11/IEC arabiriminde kullanılan fonksiyonları ve onların çeşitlerini listeler. Tabloda görüldüğü gibi arabirim her fonksiyonu kullanmasada, sistem aletlerinin gerçekleştirilen herhangi bir fonksiyonu tarafından iletilen mesajlara C fonksiyonu aracılığıyla cevap verebilir. Örneğin, bilgisayar C fonksiyonu yoluyla alete lokal veya uzak durumunu atayabilir, bu yüzden bilgisayar lokal/uzak kontrol fonksiyonuna sahip olmak ihtiyacında değildir. Aynı şey paralel yoklama, alet tetikleyici ve alet temiz fonksiyonlarına uygulanır.

Tablo 3.1. IEC 11A tipi arabirimin fonksiyonları

Sembol	Olası Fonksiyonlar	Gerçekleşen Değişkenler
SH	Kaynak el sıkışma	SH1
AH	Alıcı el sıkışma	AH1
T	Konuşucu	T2
L	Dinleyici	L1
SR	Servis isteği	SR1
RL	Uzak/lokal kontrol	--
PP	Paralel yoklama	--
DC	Alet temiz	--
DT	Alet başla	--
C	Kontrolör	C1, C2, C3, C4, C5

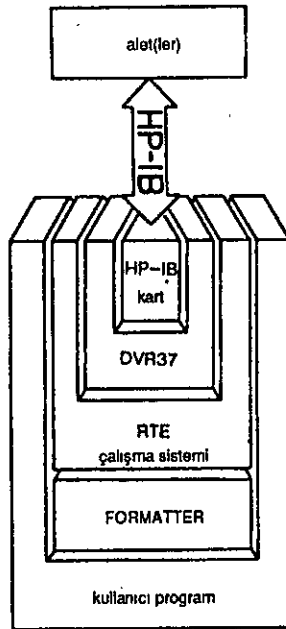
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
DATA ACC	SRQ	EOI	ILL MSGE	NO LAC	NDAC LINE	NRF LINE	STATE CHGE	INTER- RUPT	INT ENABLE	MASTER CLEAR	rsv	BLOCK DAC	LAST BYTE	lon	rsc	CIR
SPAS	SRAS	SIAS	LACS	TACS	CPPS	CSBS	CACS	sre	sic	lun	-ltn	rpp	gls	tca	tcs	SMR
IN 8	IN 7	IN 6	IN 5	IN 4	IN 3	IN 2	IN 1	OUT 8	OUT 7	OUT 6	OUT 5	OUT 4	OUT 3	OUT 2	OUT 1	IOR
				VECT 11	VECT 10	VECT 9	VECT 8	VECT 7	VECT 6	VECT 5	VECT 4	VECT 3	VECT 2			VSR

Şekil 3.20 IEC-IIA arabirimin kayıt bloğu

3.2.4.10 IEC kontrolörlerinin çalışma sürati

Birçok durumda IEC sistem kontrolörünün veri trafiği diğer aletlerden çok daha büyüktür. Kontrolörün görevi tüm aletlerin programlanma ve adreslenmesi, ölçümlerin başlama ve bitirilmesi, veri yükleme vs dir. Bu yüzden, kontrolör özellikle sistem birkaç aletten oluşur ve eğer ölçme işi sık sık kontrolör ilişkisi gerektirirse tüm sistemin çalışma hızını önemli ölçüde etkileyebilir.

Kullanıcı otomatik ölçme sistemini bilgisayar ile kontrol etmek isterse, onun yüksek hızından yararlanılır; aksi halde, basit ve ucuz çözüm aranmak zorunda kalınır, örneğin kontrol ünitesi için programlanabilir hesaplayıcı kullanma gibi. Böylece minibilgisayarların en önemli iki yönü IEC arabirimiyle kullanıldığı zaman merkezi ünitenin kullanım derecesi ve onun çalışma hızıdır. Çalışma hızı birçok faktör tarafından etkilendiği için bu probleme kesin nümerik bir cevap verilemez. Bu faktörler ve onların etkileri aşağıdaki RTE (gerçek-zaman çalışma) işlem sistem kontrollu Hewlett-Packard minibilgisayarı örneğinde incelenecektir.



Şekil 3.21 IEC arabirim/minibilgisayarın yazılım elemanları

Şekil 3.21 HP-IB arabirimin yazılım elemanlarını gösterir. Bilgisayar ve aletler arasındaki bağlantı linki, HP-IB sürücü (DVR 37) yazılım yordamıdır. Bu, çalışma sistemi seviyesinde yaratılan komutları arabirim kartına ve ters olarak arabirimden ulaşan veriyde kullanıcı programına iletir.

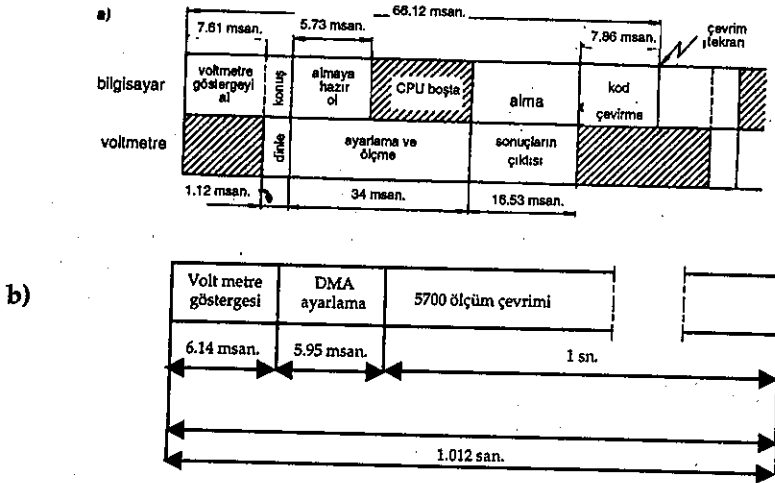
FORTTRAN, BASIC ve asembler programlama dilleri tarafından çağrılan DVR 37 yordamı yanısıra sistemde FORMATTER yorumlayıcı yordamı da vardır. Bunun görevi arabirimden gelen ASCII kodlu veriyi ikili koda, veya ikili veriyi ASCII koda çevirmektir.

Arabirimden ulaşan veri, bilgisayarın belleğine iki şekilden biriyle girebilir. Metodlardan biri programlı I/O diğeri özerk I/O'dur. İki metod arasındaki temel fark programlı I/O'da veri transferi bayt-bayt çalışırken özerk transfer veri paketlerinin transferidir.

Aletler ve bilgisayar arasındaki transfer zamanı aşağıdaki kısımlardan oluşur.

$$t = t_E + t_T n + t_K$$

burada t tüm mesajın transfer zamanı; t_E hazırlık zamanı; t_T bir baytın transfer zamanı; n mesajdaki bayt sayısı ve t_K kod-çevirme zamanıdır.



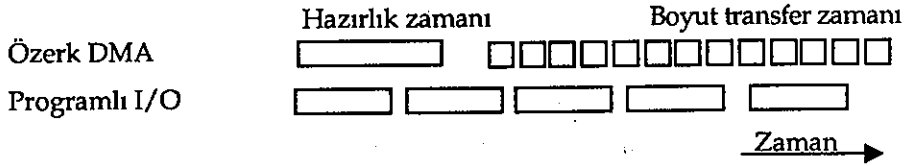
Şekil 3.22 Minibilgisayar kontrollü ölçme sisteminin zamanlaması (a) Kesme I/O (b) özerk I/O

Bağlanan aletler ve ölçme görevlerine bağlı olarak bu bileşenlerin değerleri oldukça değişebilir, ancak onların sayısal değerleri ampirik ölçümler tarafından belirlenebilir.

Şekil 3.22 (a) HP1000 tipi bilgisayar ile HP3455A tipi voltmetre arasındaki veri değişim zamanlama ilişkisini gösteren tipik bir örnektir. 3455A tipi voltmetre DC çalışma modunda saniyede 24 ölçme çevrimi yapar ve her çevrimde 14 bayt dışarı verir. Şekilden açık olduğu üzere, tüm ölçme çevriminin çalışması, 66.12 msaniye alır. Bu zamanın dışında 34 msaniye bilgisayarın merkezi biriminin kullanımına alıkonur; kalan zamanda, merkezi birim diğer görevleri ile uğraşır. Bu yüzden CPU yükü, %57'dir.

Şekil 3.22(b) HP1000 tipi bilgisayar ve ona bağlı yüksek hızlı HP 3437A voltmetresinin zamanlama ilişkisini gösterir. Bu cihaz, özellikle otomatik ölçme için geliştirilmiştir, saniyede 5700 ölçüm çevriminde çalışır; böylece özerk DMA kanalının tüm ölçme çevrimi 1.012 saniye alır; tüm hazırlık ve transfer zamanlarıyla birlikte CPU yükü yaklaşık %2.2'dir.

Yukarıdaki örnek, DMA transferi kullanılırsa, CPU yükünün az olduğunu gösterir. İlave olarak, DMA metodu gönderilen veri paketi çok bayt içerirse daha hızlıdır. Ancak, DMA transfer kullanıldığında hazırlık zamanı daha uzundur, toplam veri transfer zamanı daha kısadır (Şekil 3.23). Bu sebepten bilgisayar üreticileri, daima en hızlı veri transfer hızını verdiklerinde iki değer verirler; biri özerk çalışan DMA kanalı ve diğeri programlı I/O içindir.



Şekil 3.23 Merkezi birimi kesme ve özerk I/O kullanarak yükleme

3.3. Mikrobilgisayarlar

Mikrobilgisayar üretimi yarı-iletken endüstrisinin en hızlı gelişen alanıdır. Piyasada bulunan ürünlerin sayısı ve seçeneği hızla büyümektedir. Bilgisayar teknolojisinin mevcut gelişme eğilimi düşünülürse, birkaç yılda mikrobilgisayarların otomasyon ve ölçme teknolojisinin hemen her konusundaki temel ve vazgeçilmez bir rol oynayacağı kaçınılmaz görünüyor. Birçok durumda, en son mikrobilgisayarlar halihazırda minibilgisayarların kapasitelerine yaklaştı, hatta bazen geçti bile. Bundan ayrı olarak mikrobilgisayarlar boyut ve maliyet açısından daha avantajlıdır.

Mikrobilgisayarların otomatik ölçme sistem kontrolörü olarak kullanımı tek uygulama alanı değildir. Birçok cihaz dahili kontrol görevleri ve basit aritmetik işlemleri çalıştırmak için hazır mikrobilgisayar kullanmaktadır. Bu

"zeki" cihazlar sistemin kapasitesini artırır ve otomatik sistem tasarımcılarının görevini basitleştirir.

Kullanıcı açısından, mini ve mikrobilgisayarlar arasındaki ana fark, onların tamliklerinin oransal durumlarında yatar. Otomatik ölçümlerde kullanılan minibilgisayarlar birçok durumda tamamen gelişmiş yazılım ve donanım-la birlikte (anahtar teslimi) satın alınır. Buna zıt olarak, mikrobilgisayarların nihai gelişmesi genellikle kullanıcının görevidir. Bu sebepten, mikrobilgisayar kullanıcısı kendine yetmeli ve yazılım yapısı ve donanıma minibilgisayar kullanıcısından, daha fazla aşına olmalıdır. Bu sebepten yapı elemanları ve onların en önemli özellikleri aşağıdaki bölümde tartışılacaktır. Her özellik uygun cihaz kılavuzlarında bulunabileceğinden tartışmada verilmeyecektir. Amacımız en önemli özellikleri sistematik olarak özetlemektir.

3.3.1. Mikrobilgisayarların Sınıflandırılması

Mikrobilgisayarlar farklı şekillerde sınıflandırılır. Bu sınıflandırmanın temeli merkezi birimin kelime uzunluğudur; yani bit sayısıdır. Bu, çok önemli bir özelliktir ve mümkün olan uygulama alanlarını belirler.

4 bitlik mikrobilgisayarlar en çok hesaplayıcılar ve yazar kasalarda kullanılır; ancak, programlı kontrolör uygulaması (önceden geleneksel sert kablolu dijital devrelerinin uygulaması) önemli uygulama alanıdır.

8 bitlik genel amaç mikrobilgisayarları zeki çevre donanımlarını ve cihazları kontrol etmede yaygın olarak kullanılır.

16 bitlik mikrobilgisayarlar yüksek doğruluk ve hızlı çalışma isteyen alanlarda kullanılır. Bilgisayarın kelime uzunluğu tarafından belirlenen çözünürlük, ölçme teknolojisi uygulamalarında önemli bir özelliktir. Eğer işlenen verinin işareti 1 bit tarafından belirtilirse, 4-bit kelime uzunluğu %13 çözünürlük sağlar; 8-bit kelime uzunluğu kullanırken çözünürlük %1 ve 16 bit kelime uzunluğu kullanırken %0.003'tür.

32 bitlik mikrobilgisayarlar; birçok merkezi işleyici, DMA transferleri ve yüksek-hız grafikleri içeren karmaşık sistemler için uygundur. Onların gelişmesinin en önemli özelliği donanımdaki en son gelişmelerin yeni yazılım mühendisliği ile bütünleşmesidir.

Alternatif olarak, mikrobilgisayarlar merkezi birimin yapısına göre de sınıflandırılabilir. Bu açıdan onlar dört gruba ayrılabilir:

(a) Standart yapı (Şekil 3.24a). Burada mikroişlemci birim (MPU) geleneksel

merkezi birimlerin rolünü oynar. Bellekler ve girdi/çıkış birimi (I/O) başka bir yongada içerilir ve adres yolu yardımıyla mikroişlemci ile bağlanır. Yol sürücü, saat sinyal yaratıcı ve onun kontrol kristali genellikle harici birimlerdir.

- (b) **Tek yongalı mikrobilgisayarlar (μ C) (Şekil 3.24b).** Bu durumda, mikrobilgisayarların tüm birimleri tek yarı iletken yongada bulunur. Bu yapının önemli bir özelliği, onun en az 3 I/O kanala sahip olması ve depolama kapasitesinin çok sınırlı olmasıdır.
- (c) **Çok yongalı bilgisayarlar.** Şekil 3.24c'de görülen yapı pratikte en genel kullanılan çeşitlerden biridir. Entegre devre yongalardan biri, mikroişlemci elemanlardan ayrı olarak, saat sinyal yaratıcısı, yol sürücüsü ve I/O biriminin bir kısmını içerir. Diğer yongalar bellekler ve I/O birimlerini içerir.
- (d) **Bit-bölen (dilen) yapı (Şekil 3.24d).** Bu modüler tip yapıda, merkezi birim ve uygun mikrobilgisayar özellikleri kullanıcının ihtiyaçlarına göre kullanıcı tarafından geliştirilir.

3.3.2. Merkezi Birimin Çalışması

Birçok minibilgisayar merkezi birimlerinin yapısı çok farklıdır. Ancak, bazı temel fonksiyonel birimler tüm tiplerde bulunabilir.

Aritmetik ve mantık birim (ALU)'in görevi veri üzerinde temel işlemleri çalıştırmaktır. Bu işlemler:

- İkili toplama,
- Boolean cebir işlemleri,
- Tümleyen üretme,
- içerik artırma/azaltma
- adımlama.

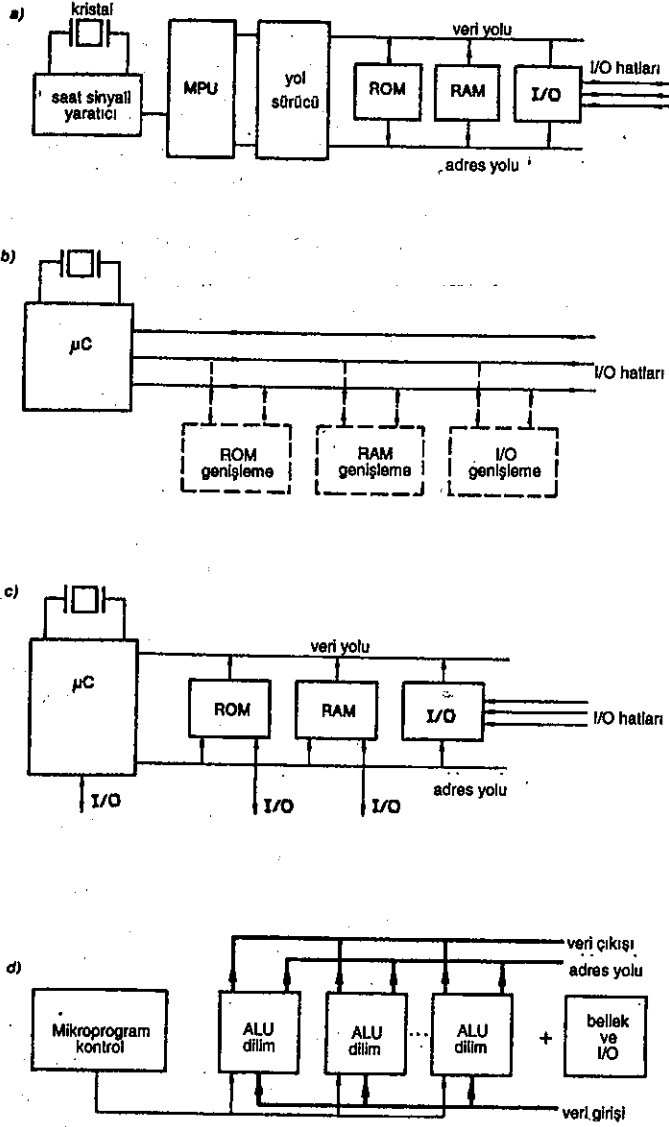
Bilgisayar tarafından çözülecek tüm karmaşık görevler temelde bu işlemlere dayanır.

Aritmetik ünite, bazı iki-dengeli bellek birimleri de vardır. Bunların görevleri, operasyonların aritmetik birimde çalışan önemli özelliklerinin saklanmasıdır.

Sıfır bayrağı operasyonun sonucunun sıfır olduğunu belirtir.

İşaret bayrağı, sonucun işaretini belirtir.

Taşma bayrağı (carry flag), çok-baytlı veri dizisindeki baytlar arasında fazla taşmanın (carry-over) olduğunu belirler.



Şekil 3.24: Mikrobilgisayarların yapısı (a) standart yapı, (b) tek-yonga, (c) çok-yongalı, (d) bit-bölen.

Merkezi birimin diğer önemli aktiviteleri, aritmetik birimin zamanlama ve kontrolü, hafızaya yükleme işidir.

İki önemli alt-elemanıdan ayrı olarak merkezi birim, "kaydedici" adında çeşitli geçici bellekler de içerir. Bunlar aşağıdaki gibidir.

(1) **Akümülatör (Accumulator-ACC):** Aritmetik işlemler esnasında, işlenen bu kaydedicide depolanır ve sonuç işlem tamamlandıktan sonra burada saklanır. Bundan ayrı olarak, veri yoluna bağlanır ve veri çıktısı alma veya belleğe yazma işlemi esnasında veri kaynağı olarak hizmet eder. Veri giriş veya bellekten okuma işlemi esnasında tüm veri akümülatöre gider. Akümülatörün bit uzunluğu merkezi birimin kelime uzunluğunun bit sayısının aynısıdır. Birçok mikrobilgisayar 8 bitlik kelime uzunluğuna sahip olduğundan, birimin çalışması tartışıldığı zaman 8 bitlik kelime uzunlukları kabul edilecektir.

(2) **Program sayıcı (Program Counter-PC):** Bu kaydedici gelecek komutu okuma için kullanılan saklama adresini depolar. Program sayıcı içerikleri, her komutun çalışmasından sonra 1 artırılır ve çeşitli şartlı ve şartsız sıçramalar gibi komutlarla üzerine yazılarak değiştirilir. Bunlar program dallanması ve altyordam ele almada kullanılır.

(3) **Adres kaydedici (Address Register-AR):** Komutlar ile ilgili depolama durumunda, adres kaydedicisi işlenenin (veri) bellek adresini içerir. Hem program sayıcısı hem de adres kaydedicisinin kelime uzunlukları direkt olarak adreslenecek bellek boyutlarına bağlıdır. Pratikte her iki kaydedici 65536 (64K) kelime belleğinin direkt adreslenmesine izin veren 16 bite sahiptir.

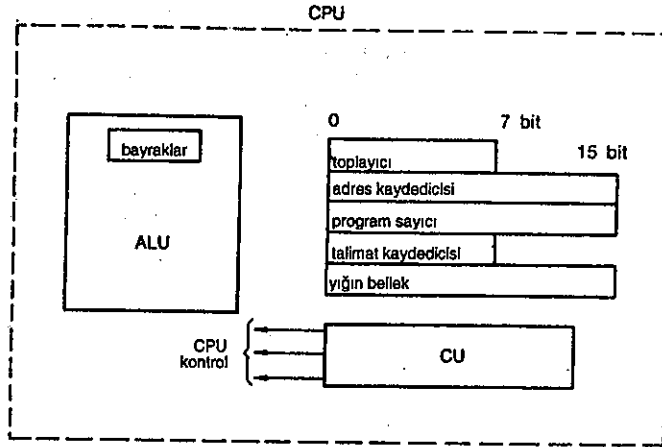
(4) **Komut kaydedicisi (Instruction Register-IR):** Görevi adresli bellek bölümünden gelen kodlu bilgileri saklamaktır.

(5) **Serbest kaydediciler (Free Register):** Her mikrobilgisayarın komut sistemi mikrobilgisayarın dahili kaydedicilerini kullanarak operasyonların direkt çalışmasına izin veren komutları içerir. Bu, büyük ölçüde çalışma zamanını azaltır; çünkü bellekten okuma ve belleğe yazma işlemleri bırakılmıştır. Serbest kaydediciler bu yüzden genellikle içerikleri ve ara sonuçları kayıt etmekte kullanılır.

(6) **Yığın bellek (Stack Memory):** Elemanlarının içeriklerinin yalnızca yazıldığıнын tersi sıra ile okunabildiği şekilde birbirine bağlandığı kaydedici grubudur. Okuma ve yazma için sadece ilk kaydedici mevcuttur. Yazmadan önce, tüm kaydedicilerin içerikleri bir sonrakine taşınır; böylece, birinciye yazılabilir. İlk kaydedicinin içeriği okunduğu zaman, diğer kaydedicilerin içerikleri ilkini tekrar doldurmak için 1 düşürülür. Yığın hafıza alt yordamlı çalışmaları ele almada büyük öneme sahiptir. Eğer sonra devam edecek program geçici olarak bırakılırsa, program kaydedici içerikleri ve bazı kaydediciler mutlaka korunmalıdır. Yığın bellek, bu amaç için kullanılabilir. Çünkü onun çalışması, her durumda kesilen programın geri dönüşünü sağlar.

Yığın bellek her zaman merkezi birimde yer almaz; fakat sık sık veri belleğinde bulunabilir. Bu durumlarda bir yığın gösterici (SP), merkezi birime konur. Yığın göstericinin içerikleri yığın kaydedicisine yazılırken 1 artırılır ve okunurken 1 azaltılır.

Şekil 3.25, yukarıda bahsedilen elemanları kullanan bir mikrobilgisayarın merkezi biriminin yapısını gösterir. Şekil dış birimlere giden yol hatlarını göstermeyecek basitleştirilmiştir. Operasyonların sırası kontrol ünitesi (CU) tarafından yönetilir. Merkezi ünitenin çalışması, ancak kaydedici komutlarının içerikleri tarafından kontrol edilir. Her mikrobilgisayarın merkezi biriminin yapısı, farklı uygulamalara uymak için bundan daha karmaşıktır ve değişik şekillerde karakterize edilir.



Şekil 3.25: Mikrobilgisayarın merkezi ünitesinin yapısı

3.3.2.1. Temel komut çevrimi

Bilgisayarın çalışması esnasında her ünite arasında veri transferi "yollar" üzerinde olur. Yol, paralel ikili formda (bayt olarak) bilgi taşınmasına izin veren sinyal hat grubudur. Birden fazla birim herhangi bir yola sinyal gönderebilir, fakat herhangi bir yolda, herhangi bir zamanda sadece bir bayt taşınabilir. Örneğin, ortak yola bağlı veri ve program belleğinin, merkezi birime aynı anda veri göndermesi mümkün değildir.

Veri transfer çalışmaları ve bilgisayarın merkezi biriminin çalışma çevrimi farklı fazlara sahip kristal-kontrollu saat sinyal jeneratörüyle zamanlanır, saat sinyalinin frekansı sinyali tipik olarak 1 ve 10 MHz arasındadır.

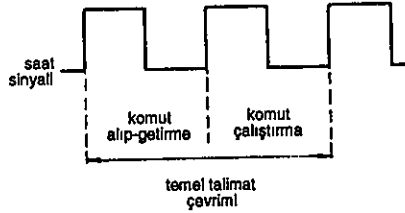
Her talimatın çalışması bilgisayarda iki aşamada olur:

(a) *Bilgi alıp-getirme (fetch)* esnasında merkezi birim program sayıcısının içeriklerini adres yoluna verir. Bu ve uygun kontrol sinyalleri merkezi birim tarafından yapılacak bir sonraki komutu sağlar. Sağlanan komutlar, veri yolu vasıtasıyla merkezi birimin komut kaydedicisine taşınır ve merkezi birimin iç kontrolü aynı anda program sayıcısının içeriklerini 1 artırır. Böylece, program sayıcısı bir sonraki aşamaya hazırlık için sonraki komutun adresini depolayacaktır.

(b) *Komut çalışması olan ikinci aşama;* komut, komut kaydedicisinde olduğu zaman başlar. Bu, komutun çalışacağı merkezi birimin kontrol devrelerini çalıştıracaktır. (Şekil 3.26)

Yukarıdaki işlem, bilgisayarın merkezi birimi ve bellek arasındaki tüm bilgi değişim çevrimi "temel komut çevrimi" olarak adlandırılır. Temel komut çevriminin zamanı saat-sinyal periyodunun iki-katıdır.

Temel komut çevrimi esnasında olan işlemlerin zamanlama ilişkilerini detaylı inceleyelim. Bunu yapmak için, merkezi birimin donanım yapısı bilinmek zorundadır. Modern mikrobilgisayarların merkezi birimleri, mik-

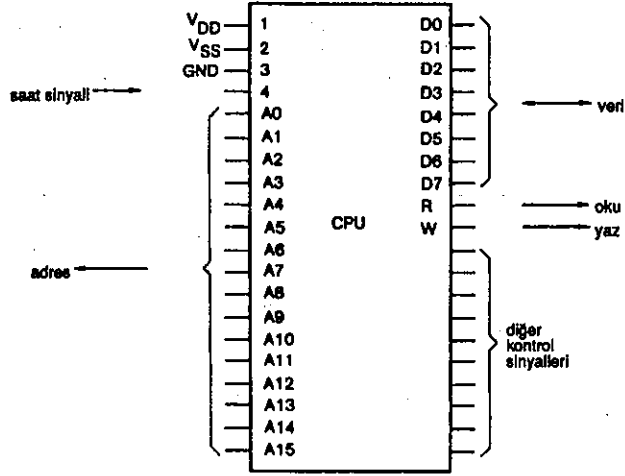


Şekil 3.26: Mikrobilgisayarların temel talimat çevrimi

roişlemciler LSI (büyük ölçek entegre edilmiş) teknolojisi kullanarak 40 bacaklı DIP (çift hatlı paket) entegre devreler olarak pazarlanır. Şekil 3.27 mikroişlemcilerin tipik IC bacak düzenlenmesini gösterir. Bu teorik model, basitlik ve açıklıktan dolayı çalışmayı göstermeye çok uygundur.

İlk dört mikroişlemci bacakları güç kaynağı, toprak ve saat sinyal bağlantılarını sağlar. Sonraki 16 bacak (A0...A15) belleği adreslemede kullanılır. Bellekler ve merkezi birim arasındaki iki yönlü veri trafiği sekiz veri bacağında (D0...D7) olur. Oku (R) ve yaz (W) bacaklarında olan sinyaller bilgisayarın çalışmasında önemli role sahiptir. Program komutlarının çalışması esnasında merkezi birim iki temel işlemi yerine getirir: bellekten okuma ve belleğe yaz-

ma. İlave bazı kontrol sinyallerinden ayrı olarak bu temel işlemler okuma ve yazma sinyalleri tarafından kontrol edilir.



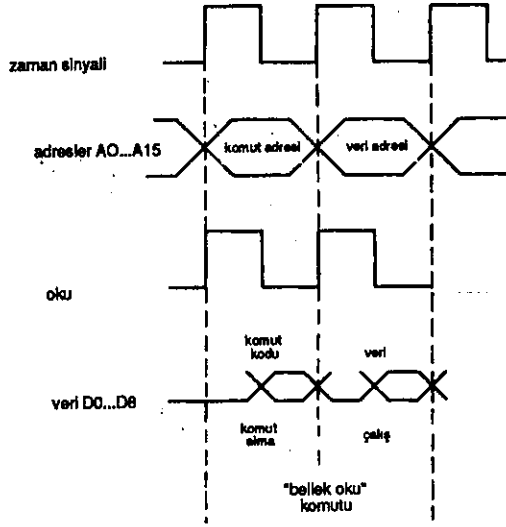
Şekil 3.27: Mikrobilgisayarın bacak düzeni (teorik model)

Zamanlamaları düşünerek bunu daha detaylı ele alalım. Şekil 3.28 en basit komut olan "belleği oku" komutunun zamanlama ilişkilerini gösterir. Her komut çevriminde olduğu gibi işlemin başlaması bilginin gidip alınıp getirilmesiyle olur. Gidip-gelme çevriminin sonunda, kodlu format mesajı bellekten veri yoluna iletilir. Mesaj kodlanır ve merkezi birim tarafından çalışmayı takiben yorumlanır (örneğimizde verinin bellekten alınıp getirilmesi). Şekilden açık olduğu üzere, kontrol sinyallerinin çıktı kontrol sinyalleri hem veri ve hem de komut gidip-gelmesi için aynıdır.

Ancak, komutu alma ve getirme ile çalışma çevrimi arasında iki önemli farklılık vardır.

(1) Komut alma çevriminde, adres yoluna verilen bellek adresi program sayıcısının kaydedicisinden alınır, çalışma çevriminde ise adres kaydedicisinin içeriği adres yoluna taşınır.

(2) Komut alma çevriminde, veri yolunun içeriği komut kaydedicisine transfer edilir, çalışma çevriminde ise veri akümülatöre gönderilir.



Şekil 3.28: "Bellek oku" komutunun zamanlaması

Örneğimizde tanımlanan operasyonun çalışması oldukça basittir. Eğer hem oku sinyali ve hem de saat sinyali H seviyesinde ise, bellek devreleri A0...A15 adres yolunda ulaşan bilgileri kodlamak zorundadır. Bunu takiben, saat sinyalinin L seviyesi tarafından üretilen seçilmiş bellek kelimesi merkezi birime transfer edilmek zorundadır.

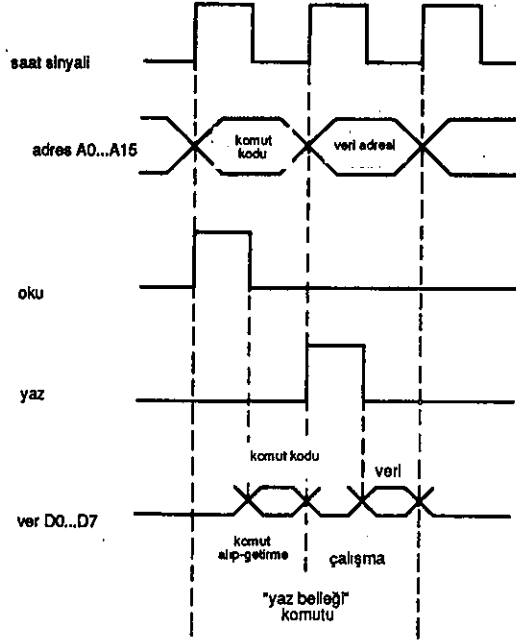
Önceki örneği kullanarak, "toplama" komutuna bakalım. Komut çevriminin ilk aşaması (ayrılan bellek kelimesinin alınması) "bellek okuma" komutuyla aynı olacaktır. Aradaki fark şudur, "toplama" komutunda alınan veri akümülatörün içeriği ile toplanırken "bellek okuma" komutu ile bu veri değişmeden akümülatöre transfer edilir.

"Belleğe yaz" ile durum biraz farklıdır. Bu durumda akümülatördeki veriler ayrılan bellek adresine yazılır. Bu adres, adres kaydedicisi tarafından saklanır. "Belleğe yaz" komutunun çalışması Şekil 3.29'daki zamanlama diagramından görülebilir. Önceki iki komut ile karşılaştırıldığında bellek çalışmasının temel farkı merkezi birimin "yaz" sinyali tarafından kontrol edilmesidir.

3.3.2.2. Çok-çevrimli talimatlar

Bilgisayarların kapasiteleri onların komut grupları tarafından büyük ölçüde etkilenir. Yukarıdaki örnekte 8 bitlik veri yolu ve 16 bitlik adres yolu

kabul edildi. Genel kullanılan bu düzenleme ile tek çevrimde sadece en basit komutlar çalıştırılabilir. Adımlama, artırma, azaltma ve kaydediciler arasındaki transferler bu çeşit komutlardır.



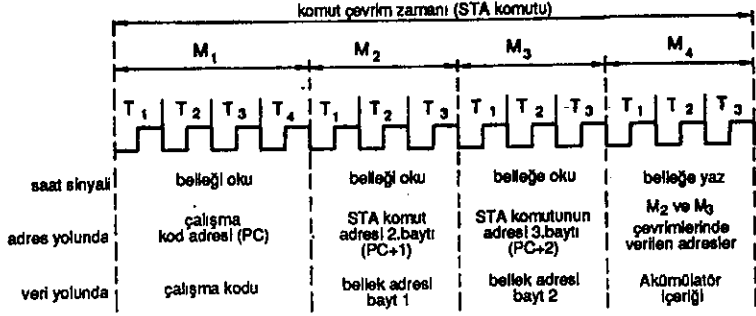
Şekil 3.29: "Yaz belleği" komutunun zamanlaması

Komutların çoğunluğu "çok baytlı komutlar" olarak adlandırılan ve birçok bayt içeren komutlardır. Bunun anlamı komut kodunun tamamının baytın bit sayısının katı olmasıdır, örneğimizde 16, 24, 36 vs, bitten oluşur. Tüm komut kodlarının herbiri birbiri ardına bellek adreslerine yerleştirilir.

Çok-baytlı komutlar yerine getirilirken merkezi birimin, son bayt alınıp getirildikten sonra çalışmaya başlaması gerekir. Bunun için gerekli sinyal çok-baytlı talimatın ilk baytında içerilir. Bu kodu tanımlamak için, *işlem kodu* (opcode) ismi kullanılır.

Çok-çevrimli komutların çalışmasını Intel MCS-85 tipi bilgisayarları örnek olarak inceleyelim. Seçilen örneğimiz, *toplayıcı içeriklerinin saklanmasıdır* (STA). Bu komutların çalışması esnasında toplayıcının içerikleri belli bellek adresine yazılmak zorundadır. Seçilen adres komutun ikinci ve üçüncü baytında bulunur.

- 00110010 işlem kodu (STA);
- 10101101 bellek adresi, ilk bayt;
- 10111111 bellek adresi, ikinci bayt;



Şekil 3.30: Çok-baytlı talimatın çalışması

Şekil 3.30, STA komutunun zamanlama ilişkilerini gösterir. İlk makina çevrimi esnasında (M₁), merkezi birim program sayıcısının içeriklerini adres yollarına taşır ve işlem kodu alıp-getirme "bellek okuma" çevrimi tarafından çalıştırılır. M₁ çevriminin saat sinyalinin son periyodu esnasında merkezi birim işlem kodunu kodlar ve yorumlar. STA komutunun tanınmasından sonra, merkezi birimin kontrol devreleri komutu çalıştırmak için üç makina çevriminin daha gerekli olduğunu farkındadır. Bu çeşit çok-baytlı komutlar, program belleği adreslerinde birbiri ardına saklanır, böylece onların adreslenmesi program sayıcısının basit adımları tarafından sağlanır. Bu, gerçekte bizim örneğimizdeki durumdur merkezi birim "bellek okuma" çevriminde, PC +1 adresinden akümülatör içeriğinin içine yazılacağı bellek adresinin ilk baytını alır. Bellek adresinin ikinci baytı merkezi birime benzer şekilde taşınır. Böylece, merkezi birim STA komutunun 3 baytının hepsini alır, bunu takiben çalışma başlayacaktır. Dördüncü çevrimde (M₄) "belleğe yaz" çevrimi akümülatör içeriğini ayrılan bellek adresine gönderir. Sonra programın çalışması devam eder ve merkezi birim bir sonraki komutu almaya başlar.

Yukarıdaki bilgilere göre, komutların çalıştırılması için gerekli zaman, "komut çevrim zamanı" olarak adlandırılır ve iki faktöre bağlıdır. Bunlardan

biri merkezi birimin saat-sinyal-bağımlı temel çevrim zamanıdır. Diğeri ise komutun çalışması için gerekli temel komut çevriminin sayısıdır.

3.3.2.3. Komut seti

Mikrobilgisayarların en önemli özelliklerinden biri, merkezi birimleri tarafından yorumlanabilecek komut setinin varlığıdır. Muhtemel komutların sayısı önemli olmasına rağmen, komut setinin yararlılığını belirlemede birinci faktör değildir. Komutların verimliliği çok önemli özelliktir, çünkü komutların verimliliği verilen programın çalışması için gerekli bellek boyutunu belirler. Bellek maliyeti bilgisayarın toplam maliyetinin önemli bir parçasını oluşturur.

Çok daha önemli olarak, komut seti bilgisayarın çalışma hızını önemli ölçüde etkiler ve bu ölçme teknolojisi uygulamalarında çok önemli bir konudur.

Mikrobilgisayarların komut setleri, merkezi birimin yapısı ve kaydedici sayısı ile onların adresleme modları tarafından belirlenir. Farklı mikrobilgisayarların merkezi birimlerinin yapısı önemli ölçüde değişirken, komut setleri de değişir. Ancak, tüm bilgisayar tiplerinde bulunması gereken ve bazı durumlarda ayrılabilen dört komut grubu vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir:

(1) Aritmetik ve mantık komutlar: Aritmetik mantık birimi (ALU) tarafından çalıştırılan çeşitli işlemler bu gruba dahildir. İki işlemci gerektiren işlemler genellikle akümülatör, belli bellek adresi veya kaydedicilerin birinde saklı verileri kullanarak çalıştırılır. Bu komutlarda çeşitli bayraklar önemli rol oynar. Farklı tip bayraklar, merkezi birimin yapısı tartışılırken liste halinde verilmişti.

Birçok mikrobilgisayar, ikili aritmetik düzeni ve 2'nin tümleyeni kodlanmış sayı temsilini kullanır ve birçok tipin BCD kodlu verileri ele almak için uygun olduğunu not etmek önemlidir.

(2) Veri transfer komutları: Program veya veri belleğinde saklanan veri ile bağlantılı komutlar bu gruptadır. Önceki bölümde bahsedilen STA komutu bunlardan biridir. Veri transfer komutları sık sık aritmetik veya mantık görevler de içerir.

(3) Kontrol komutları: Kontrol komutları bilgisayar programlamada önemli role sahiptir. Çeşitli sıçrama ve dallanma komutları, atlama komutları, alt yordam çağırma ve geri dönüşü, merkezi birimin programın çalışması sırasında adımlama sırasını kesip çeşitli program bölümleri arasına serbestçe ulaşmasını sağlar.

Kontrol komutları ya şartsız, yani daima çalıştırılabilir; veya şartlı, sıçrama veya dallanma şarta bağlı olduğu zaman olabilir. Şart genellikle verilen bir bayrağın tanımlı durumudur.

(4) **Girdi/çıkış komutları:** Bilgisayarın merkezi birimi ve belleği, girdi/çıkış birimiyle dış çevresel donanımlara bağlanır. Girdi/çıkış komutları bu çevre donanımlarıyla ilgili veri trafiğini ele alır. Böylece bu komutlar kullanıcının bilgisayardan veri elde etme ve veri girme metodunun yolunu belirleyecektir.

Birçok durumda yukarıdaki dört komut grubu temiz ve açık şekilde bölünemez, çünkü bazı komutlar iki veya üç grupta sınıflandırılabilir.

Bu gruplara ait olmayan bazı önemli özel komutlar vardır. HALT (dur) komutu her bilgisayarda olan bu komutlara bir örnektir.

3.3. Bellek (The Memory)

Dijital bilgisayarların belleği belli bir sisteme göre organize edilmiş bir seri ikili saklama elemanlarıdır. Saklama prensibine göre, iki çeşit bellek vardır:

- manyetik bellek,
- yarıiletken bellek.

Manyetik bellek ferit-çekirdekli manyetik-saklama elemanlarından oluşur ve bunlar ana bilgisayar sistemlerinde yaygın şekilde kullanılmıştır. Şimdi onlar yarıiletken bellek tarafından yer değiştirilmiştir ve bu yüzden daha fazla dikkate değer değildir.

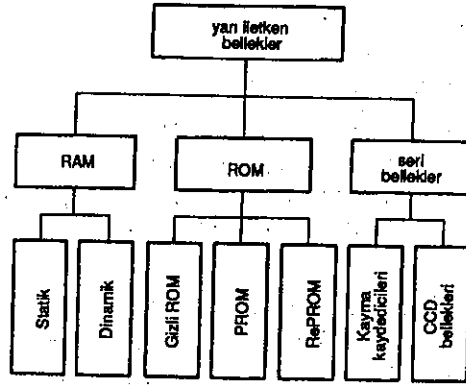
Yarıiletken bellek, programları ve mikrobilgisayardan çıkan verileri saklama için kullanılmaktadır. Kullanıcı, şartlarına uygun saklama kapasitesini kolayca düzenleyebilir. İlave olarak, yarıiletken bellek aynı teknoloji kullanılarak üretilen mikrobilgisayarlar ile direkt olarak uyumludur.

3.3.3.1. Rastgele-erişimli bellek

(Random-Access Memory(RAM))

Yarıiletken belleklerin aile ağacı Şekil 3.31'de görülmektedir. Büyük bir grup direkt erişimli oku/yaz belleğidir (rastgele-erişimli bellek, RAM). RAM'in içerikleri dış kontrol kullanarak değiştirilebilir. RAM iki kutuplu veya MOS teknolojileri kullanarak üretilir.

İki kutuplu RAM'in saklama hücreleri statik çalışır; yani onlar bilgiyi güç kaynağına sahipken tutarlar.



Şekil 3.31: Yarıiletken belleklerin sınıflandırılması

MOS bellek hücreleri, statik veya dinamik çalışırlar. Dinamik saklama hücreleri, bilgileri sadece kısa bir süre için, hatta güç kaynağı bakımında olduğu zaman bile saklar ve sürekli saklama için her birkaç milisaniyede tazeleme ve yenileme gerekir. Dinamik RAM bellekler, statik belleklere göre iki önemli avantaja sahiptir:

(1) Dinamik RAM bellekler, dinlenme durumunda oldukça düşük güç sarfiyatı (harcaması) gerektirirler.

(2) Dinamik bellek hücreleri daha az transistör içerir ve bu yüzden belli boyuttaki yarıiletken devrede daha geniş kapasiteli bellek yapılabilir.

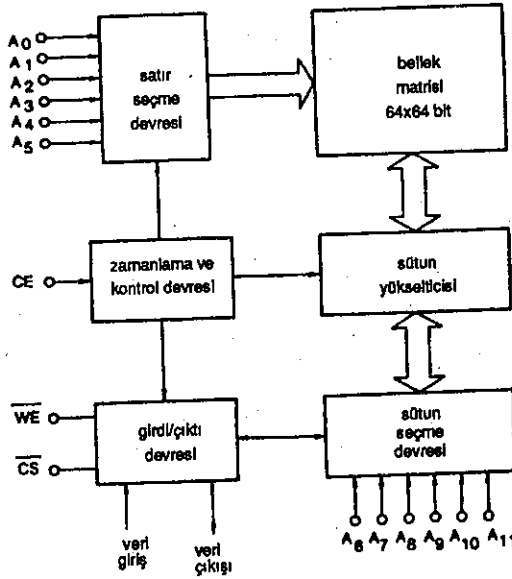
Günümüzde, MOS teknolojisi yarıiletken RAM üretiminde hakim durumdadır ve dinamik bellekler statiklerden daha ucuzdur. Bu, yenileme/tazeleme devrelerinin tasarım problemleri ve ilave maliyeti tarafından dengelebilir. Statik RAM kullanımı, küçük-kapasiteli belleklerde genelde daha uygun iken, orta-geniş kapasiteli bellekler için dinamik MOS belleğin kullanımı daha ekonomik olur.

İki kutuplu bellekler (LS, TTL, ECL) daha çabuk çalışır; fakat belli boyuttaki depolama kapasitesi daha azdır. Oldukça büyük güç tüketimi ve fazla maliyetlerden dolayı onlar daha çok yüksek-hızlı (örneğin bit-bölen) mikrobilgisayarlarda kullanılır.

Yarıiletken RAM'lar, saklama hücre bloğu (bellek matrisi), adres kodlayıcıları ve tek yongada kontrol lojisi içeren LSI devrelerdir. Belleğin adresleme modu iç yapı tarafından belirlenir.

Şekil 3.32, 4096-bit kapasiteli dinamik RAM'ın (Intel 2107 B tipi) iç

yapısını gösterir. Bellek matrisi 64 satır ve 64 sütundan oluşur. Gerekli hücre sayısı satır adreslerini $A_0 \dots A_5$ ve sütun adreslerini $A_6 \dots A_{11}$ olarak adlandırarak seçilir. Belleğin çalışması esnasında, tüm işlemler "yonga yetkilendirme" (CE) sinyali ile başlar ve zamanlama ve kontrol devresi ile zamanlanır. Yazma operasyonu esnasında, girdi "yazmayı yetkilendir" (WE) sinyalinin sonucu olarak gerekli hücreye bağlanacaktır. Okuma operasyonu iki çevrimden oluşur. İlk çevrimde, adres saklama hücresinin içerikleri veri çıkışında görünürken ikinci çevrimde okuma esnasında kaybolan bilgi hücreye tekrar yazılır. Üç-durum veri yükselticileri kontrol eden "yonga seçme sinyali" (CS) belleğin çalışmasında önemli role sahiptir, kullanıcıya birçok RAM yongalarından şartlarına en uygun belleği oluşturma imkanını verir. Örneğimizde RAM birimleri CS üreten lojik içeriyorsa da, yonga seçme sinyali bir dış kodlayıcıdan gelir.



Şekil 3.32: Intel 2107B tipi RAM'in iç yapısı

3.3.2.2 Sadece-oku bellek (Read-only memory - ROM)

Sadece-oku belleği, önceden belirli içerikleriyle ya belleğin üretimi esnasında (maske-programlı ROM) veya kullanıcı tarafından (programlanabilir ROM, PROM) doldurulan saklama birimidir. Bazı sadece oku bellek tipleri silinebilir ve yeniden programlanabilir (Re PROM veya EPROM).

Maske-programlı ROM'un kullanımı bazı sınırlamalar sunar. Her maskenin üretimi ilave hazırlıklara ve bu yüzden ilave maliyete yol açar. Bunun sonucu olarak üreticiler yalnızca belli sayının (tipik olarak 1000) üzerindeki miktarlarda üretim yaparlar. Her maskenin üretimi, birkaç haftalık uzun bir süredir. Eğer tasarımcı, maske şeklinin orijinal özelliklerinde hata yaparsa, yapılan ROM üretiminin tamamı faydasız olur; çünkü maskeli ROM'un tekrar programlanma imkânı yoktur. Bu yüzden, maskeli ROM birimleri genellikle sadece büyük ölçekte üretilen test edilmiş ürünler de kullanılır.

Mikrobilgisayar geliştirmede ve küçük ölçekte üretilen ürünlerde kullanıcının programladığı PROM veya EPROM bellek üniteleri kullanılır. Bunların programlanması yonga üzerinde yapılır.

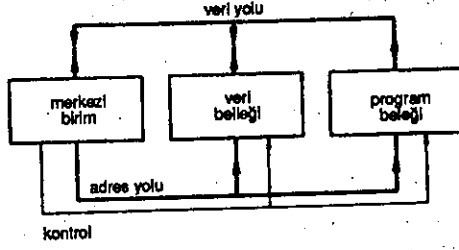
PROM programlama ya her bellek hücrelerine ait sigortaları atırarak veya PROM tipine göre ters kutuplanmış depolama diyotlarının kırılması ile yapılır. Bu proses tersinir değildir; yani belleğin tekrar programlanması mümkün değildir.

Buna zıt olarak, MOS teknolojisi kullanarak üretilen bellek üniteleri, kullanıcı tarafından ihtiyaç duyulursa yeniden programlanabilir. Programlanabilen ve silinebilen bellek birimlerinin üretim metodlarının biri Intel tarafından patentlenen FAMOS prosesidir. FAMOS hücresinin silinmesi (EPROM) yüksek-yoğunlukta morötesi (UV) ışık kullanarak yapılır. Tabakanın üzerine UV ışık iletimini sağlayan saydam bir kuvarz kapak yerleştirilmiştir. Ancak, bu teknik ile tüm bellek hayatı silinir.

Diğer üretim işlemi, temel hücrelerin koruma elemanları için metal nitrat oksit yarıiletkenler (MNOS) kullanır. Bu metod uygun programlama bacağına yüksek gerilim darbesi uygulayarak seçimli hücre silinmesine (yani sadece değiştirilmesi gereken bellek bölümlerinin temizlenmesi) izin verir. Alet "Elektriksel-Değiştirilebilir ROM" (EAROM) olarak bilinir.

3.3.3.3. Mikrobilgisayar bellek birimleri

Şekil 3.33, mikrobilgisayar merkezi birimleri ve ona bağlı bellek ünitelerine bağlantı sağlayan veri ve adres yollarını göstermektedir. Merkezi birim program belleğinde saklı komutlar tarafından kontrol edilir. Merkezi birim veri belleğinde saklı verileri kullanarak programda gösterilen işlemleri yapar.



Şekil 3.33: Mikrobilgisayarın belleği ve merkezi birimin bağlantısı

Program belleğinin kapasitesi, genellikle 512 bayt ile 32 kбайt arasında-
dır ve giriş zamanı merkezi birimin çalışma hızına uygun olmalıdır. ROM,
PROM veya EPROM birimlerinin program belleği olarak kullanımı diğer bazı
konulara dayanır. Örneğin yapılan sistemlerin miktarı vs.

Veri belleğini (örneğin saklama kapasitesi, çalışma hızı) ilgilendiren
şartlar, uygulamanın yapısı tarafından belirlenir. Eğer hızlı çalışma önemli ise
iki kutuplu veya statik MOS-RAM birimleri kullanılmalıdır. Dinamik MOS-
RAM üniteleri ise yüksek saklama kapasitesi veya düşük güç tüketimi önemli
faktörler olduğu zaman kullanılmalıdır.

Eğer geniş saklama kapasitesi (16-64kбайt) gerekirse veri belleği genel-
likle birkaç RAM entegre devresi içerir. Bunlar paralel modda çalışır, her yon-
ga tüm bellek kelimesinin bir veya daha çok bitini saklar. Bu durumlarda, tüm
RAM yongaları aynı adres sinyallerini alır, fakat onların çıkışları ayrı veri hat-
larına bağlanır.

Veri ve program belleklerinden ayrı olarak, mikrobilgisayar diğer bellek
birimlerini de içerir. Aritmetik birim ile birlikte çalışan kaydedici blok, merke-
zi birimin çalışması tartışılırken detaylı olarak tanımlandı. Bu kaydediciler,
görevleri işlenen veri veya adreslerin geçici depolanması olan ve temelde hızlı
çalışan bellek birimleridir.

3.3.4. Girdi/çıkış (I/O) birimleri

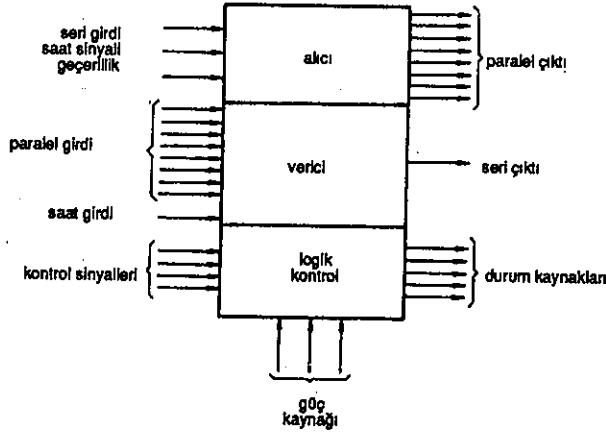
Üreticiler mikrobilgisayar birimleri için çevre donanımlar yaparlar. Aile
çeşitli kapasitedeki RAM, ROM ve PROM birimleri, birkaç I/O birimleri ve
merkezi birimi içerir. Bu aileler, teknolojik ilerlemeleri yakalamak için üretici-
ler yeni birimler geliştirdikçe genişler. Mikrobilgisayar ailesinin yeni eleman-
larının üreticinin önceki merkezi birimleriyle uyumlu olması istenir ve sıklıkla
durum budur; veya ters olarak, eski yedek birimler yeni merkezi birime bağla-
nabilir.

Hemen her mikrobilgisayar üreticisinin programında bulunabilen birimler vardır. Tipik bir örnek verinin paralel/seri çevrimini yapan bir I/O arabirimi olan Evrensel Asenkron Alıcı Verici (Universal Asynchronous Receiver Transmitter, UART)'dir.

3.3.4.1. Seri I/O arabirimi (Serial I/O interfacing)

Birçok şirket tarafından üretilen UART birimleri endüstrideki ilk standart LSI devresidir. Ancak son zamanlarda yeni iletken üreticileri tarafından ileri UART birimleri pazarlanmasına rağmen, prensip temelde değişmez.

UART birimi üç parçadan oluşur; alıcı, verici ve kontrolör (Şekil 3.34). Çevrilecek seri veri ve zaman sinyali çıkışta 8-bitlik paralel veri üreten alıcıya transfer edilir.



Şekil 3.34 UART birimlerinin yapısı

Verici, 8 bitlik paralel veriyi seri veriye çevirerek aynı anda operasyonu geri çalıştırır. Kontrolör, mikrobilgisayarlardan kontrol sinyallerini alır ve ona durum sinyallerini gönderir. Seri/paralel çevrimden ayrı olarak, UART birimi diğer bazı yedek fonksiyonları da (örneğin başlama ve durma biti yaratma, eşlik kontrol vs) ele alır.

UART birimleri maksimum 9.6 kbaud hıza izin veren yavaş ve seri donanımlar tarafından yerine getirilen veri transferi için kullanılır.

Oldukça hızlı bir diğer seri arabirim ünitesi USRT (Evrensel Eş Zamanlı

Alıcı Vericidir) dır. UART'tan eş zamanlı girdi sinyali yanısıra seri girdi ve saat sinyalleri kullanması ile ayrılır. USRT birimi hızlı transferde kullanılır, örneğin mikrobilgisayarlar ve veri-transfer modemleri arasındaki trafikte. Bu birimlerin çalışma hızları 500 kbauda ulaşabilir.

INTEL 8251 gibi tek yonga UART/USRT birimleri de üretilir.

3.3.4.2 Paralel I/O arabirimi

Hızlı çevre donanımları ve çeşitli görüntü üniteleri mikrobilgisayara paralel I/O bağlantısı kullanarak bağlanır. Paralel veri transferi genellikle cihazlar ile A/D ve D/A çeviricilerini bağlamakta kullanılır.

Her sinyalin fonksiyonu programlı kontrol mantığı tarafından kullanıcıya tanımlanır. Veri hatlarının programlanabilmesi onların yönünü belirler. Programlamaya göre, aynı port girdi veya çıktı girişi olabilir.

Mikroişlemcinin veri yolundaki veriler sadece birkaç zaman sinyalleri esnasında geçerlidir. (örneğin Intel 8080 mikro işlemci için 500 nsaniye). Diğer taraftan I/O aleti eş zamanlı olmadan (zaman sinyali gibi) çalışır ve veri almaya sadece birkaç msaniye sonra muktedirdir. Bu yüzden; arabirim, merkezi birimin çıktı komutunun yaz (WR) kontrol sinyalini alınca, veri bitinden örnek alır, saklar ve onu I/O aletine iletir.

I/O aleti genelde bir el sıkışma kontrolü ile çıkışında veri olduğunu paralel arabirime belirtir. Bu arabirim tarafından kesme kullanılarak merkezi birime sinyallenir, daha sonra merkezi birim okuma I/O programına atlar. Programın çıkış komutu olan oku (RD) kontrol sinyali alındığında paralel arabirim veriyi veri yolu üzerine alır. Bunu takiben, çıktı komutuyla gönderilen sinyal kullanılarak, veriyi aldığına ve şimdi yeni veri almaya hazır olduğuna dair I/O aletine sinyal verir.

3.3.4.3. Analog I/O birimler

Giriş bölümünde fiziksel niceliklerin çoğunun analog, yani zamanla sürekli değişen olmasından söz edildi. Böylece, ölçme teknolojisinde kullanılan belli mikrobilgisayar I/O birimleri, analog/dijital (A/D) ve dijital/analog (D/A) çeviricileri çok önemlidir. Bu üniteler analog sinyalleri mikrobilgisayarlarca kabul edilen dijital forma çevirir veya tersi olarak mikrobilgisayarların dijital çıktı sinyallerini analog niceliğe çevirir.

Bu üniteleri tasarlarken bazı özel konular düşünölmek zorundadır.

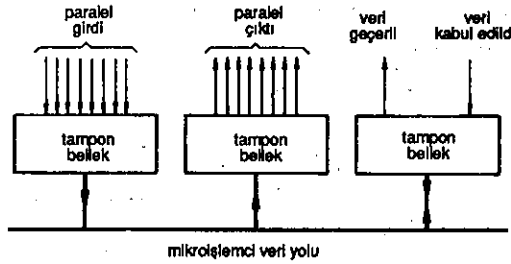
(1) Mikrobilgisayarlar analog sinyalin hızından tamamen bağımsız olan iç zaman sinyali tarafından belirlenen hızda çalışır.

(2) Mikrobilgisayarların çoğunluğu 8 bitlik çözünürlük (resolution) sağlar. Bu analog sinyalin yaklaşık % 0.8 çözünürlüğüne karşı gelir ve bu değer her zaman uygun değildir.

(3) Yazılım tarafından çalıştırılan operasyonlar mikrobilgisayarlarda oldukça yavaştır, bu yüzden bunların çoğu I/O birimlerinde donanım tarafından çalıştırılır.

Genel amaç, sistemi oluşturan entegre devre yongalarının sayısını azaltmaktır. Bu, maliyetleri düşürür ve güvenilirliği artırır.

Yukarıdaki konuları yerine getiren tasarlanmış çeviriciler geleneksel A/D ve D/A devrelerine ilaveten bellek, kapı ve analog anahtar içerir (Şekil 3.35).



Şekil 3.35: Kapılı tampon belleklerle paralel I/O bağlantısı

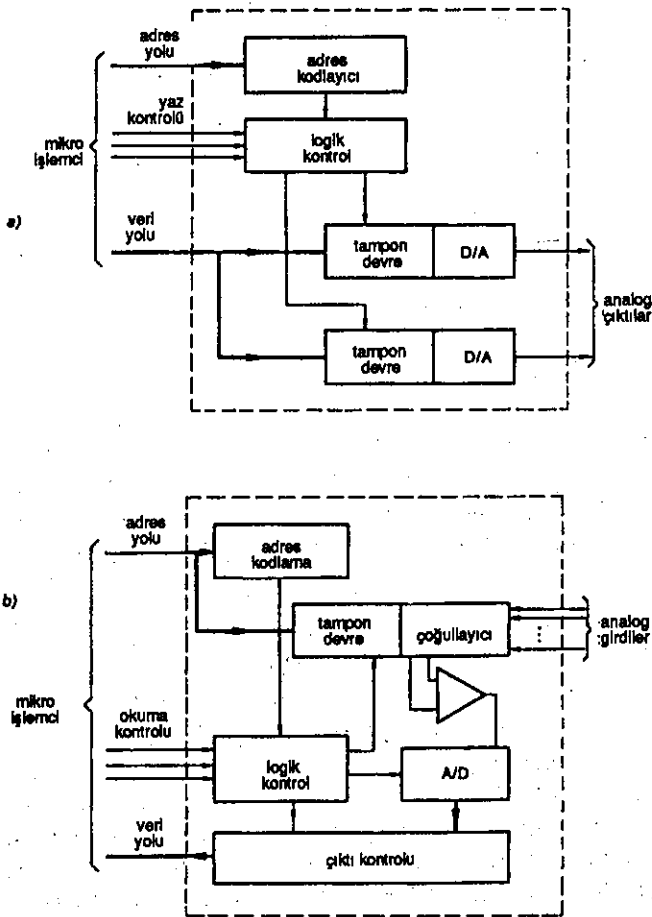
D/A çeviricilerinde, mikroişlemcinin veri yolunda olan bilgi bir sonraki "yenilemeye" kadar onu saklayacak tampona iletilir. Bu, çeviricinin analog çıktı sinyalinin devamlılığından emin olmasını sağlar. A/D çeviricilerinde tamponun rolü, girdi çoğullayıcısının çalışmasını kontrol eden adres sinyallerini saklamaktır.

Daha iyi çözünürlük için çevirici 10,12 veya 16 bite sahip ise, çeviricinin mikrobilgisayarın 8 bitlik veri yoluna direkt olarak bağlanmasından ilave problemler doğar. Veri iki sistem arasında bölünmeli ve bu yüzden transfer genellikle birbirini takip eden iki bayt şeklinde olmalıdır. Bu, çeviricinin iç kontrolünü karmaşıktır ve çalışmasını yavaşlatır.

Şekil 3.36 Burr-Brown yapımı analog I/O birimlerinin blok diagramlarını gösterir. Şekil 3.36 (a)'da görülen MP10/11 tipi analog çıktı ünitesinde, iki 8 bitlik D/A çeviriciler ve bilgisayara arabağlantı için gerekli yardımcı mantık birimleri bulunur. Şekil 3.36(b)'de görülen MP20/21 tipi analog girdi sistemi, 16 analog girdi sinyallerini sayısallaştırmak için uygun tam veri toplama sistemidir.

Bu 8 bitlik I/O birimleri çok basit şekilde kontrol edilebilir. Mikroişlemci açısından, analog çıktı birimi 8 bitlik kaydedici rolünü alır ve yeni veri bu yüzden çıktıya sadece tek komut kullanarak verilebilir. Analog girdi benzer şekilde program ile kontrol edilebilir; örneğin INTEL 8080A LDA komutu analog kanalın girdisi için yeterlidir. Gerekirse, analog kanal kesme prensibini kullanarak mikrobilgisayara arabirimlenebilir.

Analog I/O birimleri ilk olarak melez teknoloji kullanılarak üretildi ve sonuçta oldukça pahalıydı. I²L (Integrated Injection logic) entegre enjeksiyon



Şekil 3.36: Burr-Brown analog I/O birimlerinin yapısı (a) MP 10/11 tipi, (b) MP 20/21 tipi.

mantık ve CMOS teknolojilerinin birleşimi kullanılarak, ucuz tek parça çeviricilerin üretimi mümkün oldu.

3.3.4.4. IEC arabirim üniteleri

Mikrobilgisayarları kontrolör olarak kullanan özel tasarımı IEC sistemlerinin gelişmesi esnasında, kullanıcı yazılım geliştirmede sık sık sorunlarla karşılaşır. Mikrobilgisayarların çalışması ve IEC sisteminin birçok ortak özelliklere sahip olmasından dolayı donanım tasarımı oldukça basittir. Bu, önemli birkaç noktanın incelenmesiyle görülebilir.

Arabirimin basitliği iki sistemin veri trafiğinin düzenlenmesine çok bağlıdır. IEC sistemi ve mikrobilgisayarların çoğu 8 bitlik paralel veri yolunda bilgi taşır. Aritmetik ve mantık operasyonlar 8 bitlik kelimelerde mikro işlemciler tarafından çalıştırılır ve bu yüzden 8 bitlik IEC mesajlarının yaratılması ve kodlanması özel bir problem oluşturmaz.

Otomatik ölçme sistemlerinde genellikle kullanılan çok-baytlı mesajlar mikro işlemciler tarafından yaratılabilir veya oldukça basit şekilde kodlanabilir. Mikro işlemcinin veri işleme kabiliyeti farklı kodlar arasında hızla çevrim yapabildiğinden veri transferi ASCII kodu veya basit ikili düzen formunda olabilir.

IEC yolunun eş zamanlı olmayan çalışma modu, mikrobilgisayar/cihaz bağlamada önemli bir avantajdır; çünkü mikrobilgisayarlar IEC sistemini oluşturan diğer aletlerden genellikle daha hızlıdır. Ayrıca, kontrol çevrimleri arasındaki zaman aralığında mikrobilgisayarlar kolayca diğer problemlerle uğraşabilir. Örneğin, ölçme değerlerinin hesaplanması veya ortalama değerlerinin alınması. IEC sistem aletlerinin servis isteği kesme formunda doğrulanabilir.

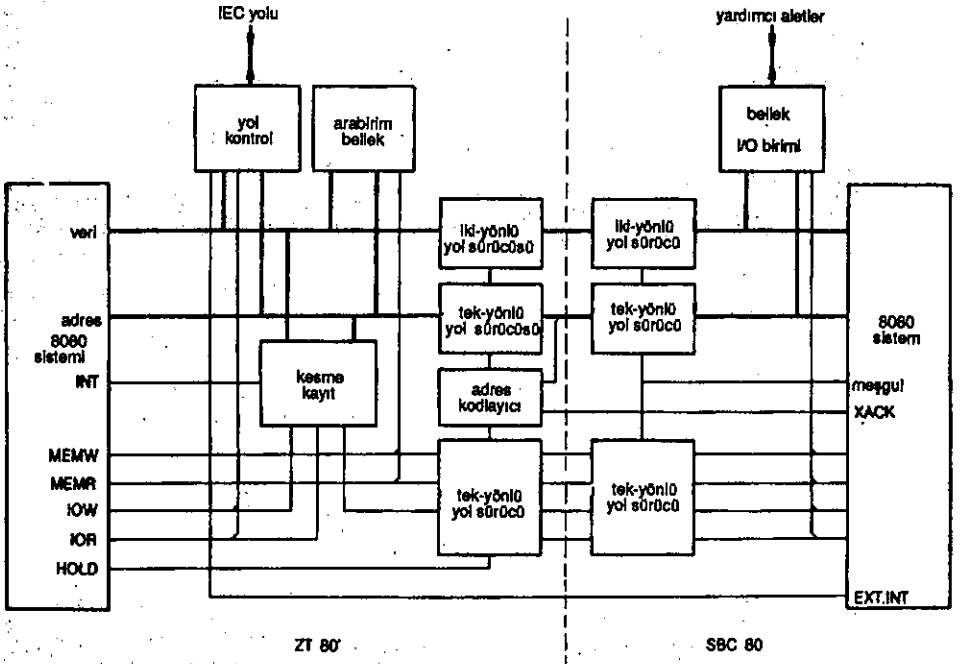
Mikrobilgisayarlar IEC sistemlerine birçok metodtan biri kullanılarak bağlanabilir. Metod seçiminde, çalışma hızı ve maliyet birincil öneme sahip hususlardır.

Gerekli çalışma hızı kontrol edilen sistemin özellikleri tarafından belirlenir. IEC sisteminin maksimum çalışma hızını gerektiren veri transferi (1 M bayt/saniye) yalnızca sistemi manyetik disk hafızası içerdiği zaman ele alınmalıdır. Gerekli hızlı çalışmayı başarmak için arabirimde geniş tamponlara ve pahalı devrelere (DMA) ihtiyaç vardır. Ancak, birçok cihazın çalışma hızı dahil alet-bağımlı özelliklerden dolayı birkaç kbayt/saniyeye sınırlıdır.

Arabirim ünitesi arabirim fonksiyonlarını gerçekleştirmek için kullanılan metoda dayanır. IEC sisteminde tanımlanan durum diagramı yazılım ve donanım tipi arabirimi mümkün kılar.

3.3.4.5. Yazılım-tipi arabirim (Software - Type Interfacing)

Yazılım-tipi arabirim için, evrensel kontrol birimi ve onun çalışmasını kontrol eden program belleği gerekir. Şekil 3.37 yazılım-yönelimli arabirim ünitesinin blok diagramını göstermektedir. Amerikan ZiaTech ZT80 tipi, Intel SBC80 mikrobilgisayar ailesi ve IEC yolunu bağlar. İki 8080 tip mikroişlemci sistemleri tek-yönlü veya iki-yönlü yol sürücü devreleriyle bağlanır. İki veri yolu iki-yönlü, adres yolu ise tek-yönlü yol sürücüsü devre ile bağlanır. IEC taşına giden veya oradan gelen mesajlar her işlemci tarafından erişilebilen arabirim belleğinden geçebilir.



Şekil 3.37: Yazılım-yönelimli IEC arabirimin yapısı (Zia Tech ZT80 tipi)

Bu çözümde, arabirim ünitesinde içerilen mikroişlemci tarafından arabirim fonksiyonları ele alınır ve bu yüzden mikrobilgisayara yük ilave etmez.

Yazılım-yöntemli arabirimin diğer bir avantajıda, olası arabirim şartlarının değişimlerinin basit ROM değişimi tarafından sağlanabilmesidir. Donanım maliyeti bu düzenlemede yazılım maliyetlerinden çok daha azdır ve bu çözüm sadece büyük-ölçek üretimde ekonomik olabilir.

3.3.4.6. Donanım-tipi arabirim

Donanım-yönlü mikrobilgisayar ve IEC taşıtı arabirimi birçok şekilde başarılabilir. Arabirim fonksiyonları SSI ve MSI devreleri kullanarak gerçekleştirilebilir. Bu durumlarda mikrobilgisayar/IEC arabirim baskılı devre kartı, gerekli yapıya uygun olarak 30-150 yongadan yapılabilir. Bu çözüm, tasarım işi ve fazla sayıda parçadan dolayı çok pahalıdır.

Donanım-tipi arabirim programlanabilen evrensel mantık modülleri (alan programlanabilen mantık sıra (FPLA)) kullanarak da başarılabilir. FPLA devreleri temel olarak VEYA/VE geçitleri ve PROM'a benzer şekilde kullanıcı tarafından programlanabilen ters çeviricileri içeren LSI birimleridir. Programlama gerekli mantık fonksiyonlara dayanır ve temelde her mantık elemanın bağlantı sisteminin yaratılmasını gerektirir.

Münih Mikrolojik şirketinin, Germany 102 tipi evrensel arabirim kartı IEC yolu/mikrobilgisayar arabirim fonksiyonlarını gerçekleştiren FPLA devresini içerir (Şekil 3.38). Alet fonksiyonlarını gerçekleştiren diğer arabirim parçaları kullanıcı tarafından özel uygulama ve kullanılan mikrobilgisayara göre yapılmak zorundadır. Bu yüzden, baskılı devre kartında 18-bacaklı DIP entegre devre için boş yer vardır. Kullanıcı tarafından tasarlanan bağlantı devresi ya



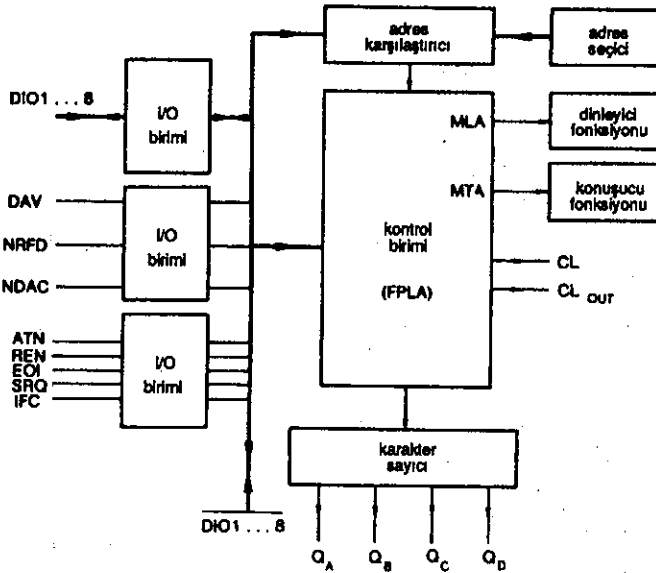
Şekil 3.38: Mikrolojik 102 tipi evrensel arabirim kartı

tel sarma ile etkilenir ya da büyük miktarlar sözkonusu olduğunda üretici gerekli bağlantıları içeren baskılı devre kartları üretir.

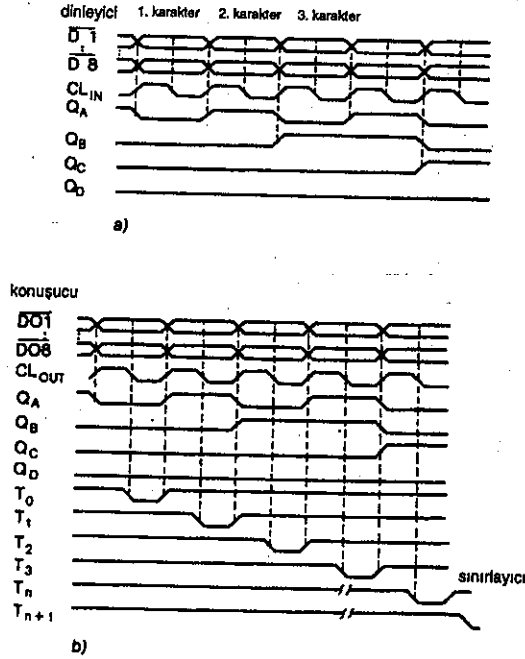
Arabirim ünitesinin blok diagramı Şekil 3.39'da görülmektedir. Ana birimler adres karşılaştırıcı, adres seçici, kontrol ünitesi ve karakter sayıcıdır.

Adres karşılaştırıcı, adres seçicideki alet adres setini yoldan ulaşan adres ile karşılaştırır. Kontrol birimi konuşucu ve dinleyici durumlarının belirlenmesini, veri eş zamanlamasını ve el sıkışma prosesinin zamanlanmasını ele alan Intersil 5200 FPLA tipi devredir. Karakter sayıcı arabirim mesajlarını içeren karakter dizilerinin yaratılmasını ve kodlamasını kolaylaştırır.

Dinleyici adresli arabirimin zamanlama diagramı şekil 3.40(a)'da görülmektedir. Karakter sayıcı devre kontrol devresinde yaratılan CL_{IN} zaman sinyali tarafından ileri adım atılır. Karakter sayıcısının çıktı sinyali, mesaj içinde karakterlerin yerini belirtir ve CL_{IN} saat sinyali ile birlikte RAM'ı kontrol etmek için kullanılır.



Şekil 3.39 Mikrolojik 102 tipi evrensel arabirim kartı iç yapısı



Şekil 3.40: Mikrolojik tip 102 arabirimin zamanlama çalışmaları (a) dinleyici (b) konuşucu olarak.

Konuşucuyla çalışan arabirim ünitelerinin zamanlama diagramı Şekil 3.40(b)'de görülmektedir. Eşit aralıklarla her karakterin çıkışını garantileyen dürtüler kontrol ünitesinde üretilen CL_{OUT} zaman sinyali ve karakter sayıcısının çıkış sinyalinden ($T_1 \dots T_{n+1}$) yaratılır. Zaman sinyali ve sayıcı, dizi sınırlayıcısının (örneğin CR) pozisyonunu karakter dizisinin sonuna yerleştirir.

3.3.4.7. LSI arabirim devreleri

Oldukça basit ve ucuz olan üçüncü donanım tipi arabirimleme özel entegre arabirim devreleri kullanır. Gelişmeleri ile ilgili iki faktör vardır:

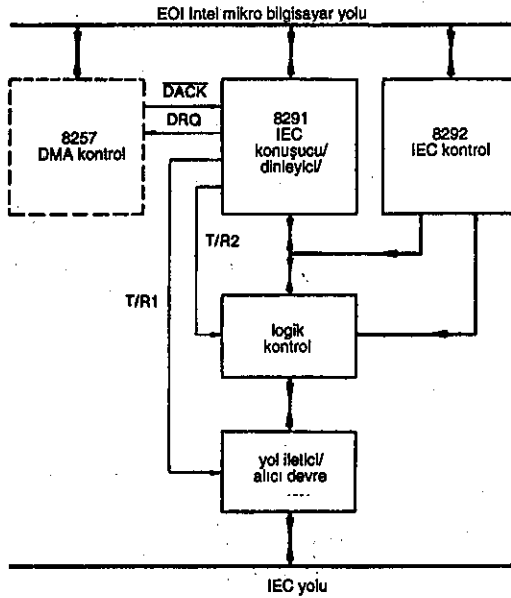
- Mikrobilgisayar/IEC arabirimlerine olan ihtiyaç, yarıiletken üreticilerinin LSI arabirim devrelerinin gelişmesini ekonomik buldukları seviyeye kadar ulaştırmıştır.

• Görevleri IEC kontrol fonksiyonlarının gerçekleştirilmesi olan karmaşık, hızlı çalışan lojik devrelerinin üretimine izin veren yarıiletken teknolojileri (NMOS, CMOS/SOS) geliştirdi.

Günümüzde Hewlett-Packard, Intel ve diğer şirketler kontrol fonksiyonları sağlayan LSI devreleri üretmektedir.

Hewlett-Packard'ın LSI birimi, CMOS/SOS birimi "PHI" (Hewlett-Packard Arabirimi için işlemci) olarak adlandırılır ve 16 bitlik kelime uzunluğundaki MC₂ mikroişlemcileri ve diğer Hewlett-Packard cihazları için geliştirilmiştir. Onların ilk birleşik kullanımı evrensel ölçme ve otomatik kontrolörü HP2240A tipindedir.

Intel tüm IEC yol/mikrobilgisayar arabağlantısını iki 40 bacaklı entegre DIP yongada başardı. 8291 S/790 tipi yonga konuşucu ve dinleyici aletlerin çalışması için gerekli fonksiyonları gerçekleştirirken, 8292 tip yonga kontrol fonksiyonlarını içerir. Her iki devre direkt olarak Intel mikrobilgisayar ailesinin her üyesine (MCS-80, MCS-85, MCS 48 ve MCS869) bağlanabilir ve iki devre tamamlayıcıdır. Ancak 8291 tipi el sıkışma fonksiyonlarını, servis isteğini, lokal/uzak kontrol, paralel yoklama, alet temiz ve alet başla ile konuşucu ve dinleyici fonksiyonlarını kendi kendine gerçekleştirmek için kullanılabilir.



Şekil 3.41: 8 bitlik Intel mikrobilgisayarların IEC yoluna bağlanması

Mikrobilgisayarların IEC kontrolörleri olarak kullanılması için 8291 ve 8292 tip arabirimlerin birleşik uygulaması gerekir. Tam IEC arabirim yapısı Şekil 3.41'de görülmektedir. Herbir devrenin operasyonu 8292 tipli IEC kontrol devresi tarafından eş zamanlı yapılır. Bu devre ATN, IFC ve REN mesajları-
da yaratır ve yoldan SRQ mesajı alır.

8291 birimi, seçimli DMA birimini, veri trafik kontrol lojiğini kontrol eden IEC yol kenarı ve 8293 tipi yol iletili/alıcı birimlerini direk olarak kontrol eder. Bu birim mesaj kodlama ve adres tanımayı yerine getiren devreleri içerir.

Entegre kontrol birimi kullanımı ekonomik olarak avantajlı olduğu kadar, daha çok çeşit ve daha iyi alan kullanımı sağlar. Tip 8291 ve 8292 devrelerinin maliyeti geleneksel donanım veya yazılım arabirimlerinin maliyetinin yaklaşık onda biri kadardır.

3.4. Programlanabilen Hesap Makinaları

Hesaplama teknolojisinin önemli bir karakteristiği, hesap makinaları ile minibilgisayarlar arasındaki farkın giderek azalmasıdır. Modern programlanabilen hesaplayıcılar yüksek seviye program dilinde programlanabilir ve geniş kapasiteli I/O sistemi, arabağlantıya ve çok değişik çevre donanımlarının etkin kullanımına izin verir. Diğer taraftan, mikrobilgisayar boyutu gittikçe daha küçülmekte iken üreticiler merkezi birim ile daha basit donanımlar yapmaya çalışır.

Durum, üreticilerin ürünlerine üniform tanım vermemeleri nedeniyle daha da karmaşıklaşır. Bazı aletler "programlanabilir hesaplayıcı" olarak bir broşürde adlandırılırken diğerinde "masa üstü bilgisayar" olarak adlandırılmış olabilir. Üretici terimlerini dikkate almaksızın, katı program diline sahip, etkileşimli şekilde programlanabilen, arabirim ünitelerine sahip olan ve masaüstü formatlı olan aletler aşağıdaki bölümde anlatılacaktır.

Kullanıcı açısından, programlanabilen hesaplayıcılar ve bilgisayar arasındaki en önemli fark programlama metodunda yatar. ROM'da saklı yorumlayıcı program tarafından belirlenen hesaplayıcı programlama dili değiştirilemez. Alet, çalıştırıldıktan sonra hemen kullanılabilir ve onun iç yapısı sadece bir programlama dili için optimize edilmiştir.

Buna karşılık, bilgisayar kullanıcı birkaç programlama dil seçeneğine sahiptir; ancak bilgisayar, sadece eğer seçilen programlama diline uygun yorumlayıcı program belleğe yüklendi ise kullanılabilir.

Üç temel tip hesaplayıcı programlama dili vardır. Ancak her durumda sınıflandırma kesin olmayabilir; çünkü birçok alet melez dil kullanarak programlanabilir.

3.4.1. Klavye Vuruşlu Dille

Programlanabilen Hesaplayıcılar

En basit hesaplayıcı programlama dili, bilgisayarın assemble diline benzeyen klavye vuruşlu (keystroke) dilidir. Bu programlama dilinde her tuş belli bir komut veya komut koduna karşı gelir. Programlama uygun sırada gerekli tuşların basılmasıyla yapılır ve programın çalışması aynı sırada olur.

Klavye vuruşlu dil-programlama basit hesaplayıcıları cebirsel ifadelerde kullanılan parantezleri anlamaz. Bu sebepten, Polonyalı matematikçi Jan Lukasiewicz'in keşfinden sonra "ters Polonyalı notasyonu" (RPN) olarak adlandırılan özel bir programlama tekniği gelişti.

Bu sistemde, işlenenler girildikten sonra uygun operasyon işareti girilmek zorundadır. Örneğin,

$$a + \frac{bc}{d} - e$$

ifadesi aşağıdaki şekilde girilebilir:

$$abc * d / + e - =$$

Bu form orijinal ifadeden çok farklıdır ve kullanıcı bu doğal olmayan programlama tekniğine aşina olmalıdır. Sistemin açık bir avantajı iç çalışmanın çok basit olmasıdır; çünkü işlemler tuş vuruşları esnasında yerine getirilmektedir.

RPN, tek klavye vuruş dili değildir. Cebirsel giriş sistemi (AES) ve onun hiyerarşik dağıtımı (AESH) da kullanılır.

AES sisteminde, ifade girilmeden önce tekrar düzenlenmek zorundadır. Yukarıdaki örnek AES sistemi kullanarak aşağıdaki şekilde çalıştırılabilir:

$$b*c/d + a - e =$$

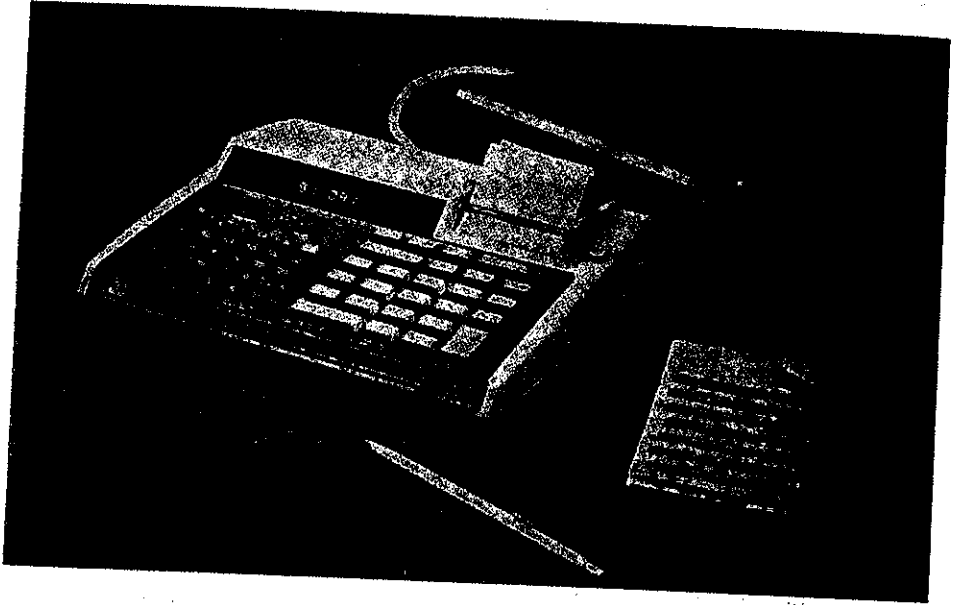
AESH sisteminde, çalışma esnasında belli hiyerarşiyi gözlemek gerekir; böylece çarpma ve bölmeler önce yerine getirilir ve ifadenin tekrar düzenlenmesine ihtiyaç yoktur. AESH sistemindeki yukarıdaki ifade

$$a + b * c/d - e =$$

olarak yazılabilir.

Klavye vuruşlu dil-programlanabilen hesaplayıcılar basit problemleri çözmek için çok yararlıdır, fakat uzun ve karmaşık problemlerin yaradılışı çok deneyimli kullanıcılar için bile zaman alıcıdır.

Bu hesaplayıcılar; bazı basit çevre donanımları; örneğin, manyetik kart okuyucuları, yazıcılar vs. ile entegre edilebilir. Tipik klavye vuruşlu dil-programlanabilen hesaplayıcı ailesi aleti Şekil 3.42'de görülen Hewlett-Packard 97S tipidir. Alet yanında görülen ayrı üniteye yerleştirilmiş seçimli arabirim kullanarak BCD kodlu verileri işlemek için uygundur.



Şekil 3.42: Hewlett-Packard 97S tipi hesaplayıcı

3.4.2. Cebirsel Dil-Programlanabilen Hesaplayıcılar

Cebirsel (veya formüsel) dil-programlanabilen hesaplayıcılar klavye vuruşlu makinelerin suni ve zor programlama tekniği ve zayıf ve sınırlı çevre donanımları gibi dezavantajları ortadan kaldırır. Cebirsel diller klavye vuruşlu dillerin ve yüksek seviye dillerin (FORTRAN, BASIC) bir karışımıdır. Bunun sonucu olarak cebirsel ifadeler onların normal formlarında makineye yüklenir ve programlamayı çok basitleştirir. Örneğin, ikinci derece denklemleri çözmek için program formülü HP 9820A hesaplayıcının dilinde aşağıdaki gibi verilir:

```

0: ENT "A DEĞERİ", A
1: PRT "A=", A
2: ENT "B DEĞERİ", B
3: PRT "B=", B
4: ENT "C DEĞERİ", C
5: PRT "C=", C
6: IF 4AC > BB; G TO "İMA G"
7: PRT "GERÇEK KÖKLER"; SPC 1
8: PRT  $(-B + \sqrt{BB-4AC}) / 2A$ ; SPC 1
9: PRT  $(-B - \sqrt{BB-4AC}) / 2A$ ; SPC 9; JMP - 9
10: "İMA G"
11: PRT "KARMAŞIK KÖKLER"; SPC 1
12: PRT "GERÇEK", "SANAL"; SPC 2
13: PRT  $-B / 2A$ ,  $\sqrt{4AC-BB} / 2A$ ; SPC 1
14: PRT  $-B / 2A$ ,  $-\sqrt{4AC-BB} / 2A$ ; SPC 9; GTO 0
15: END

```

Programın ilk beş satırı hesaplayıcı programının etkileşimli yapısını gösterir. Program çalışmadan önce hesaplayıcı değişken değerler için sorular sorar. Cebirsel formüldeki bu değişkenler, makinada veri saklama alanı gerektirir. 8 ve 9'uncu satırlarda çözüm formülünün normal formunda olduğuna dikkat edilmelidir. Hesaplayıcı parantezleri formülün hiyerarşik yapısını yorumlar ve programı uygun şekilde çalıştırır.

Cebirsel dil programlanabilen hesaplayıcı, genellikle hesaplamalara ilaveten program düzeltmesine de izin verir. Düzeltme (edit) tuşlarını kullanarak, program satırlarında bulunan karakterler değiştirilebilir ve silinebilir ve yeni karakterler girilir. Cebirsel dil hesaplayıcıları program sentaks hatalarını tanır ve kullanıcıya belirli hata mesajıyla hatanın yapısı hakkında bilgi verir.

Hesaplayıcıların programlanması kullanıcı tanımlı tuşlar tarafından çok kolayca yapılabilir. Sık kullanılan program bölümlerine uygun yordamlar hesaplayıcının belleğinde saklanabilir ve tek tuş vuruşuyla çağrılabilir. Bu çeşit yordam, cihazın otomatik kalibrasyonu için gerekli program satırı veya ölçüm sonucunu hesaplayan algoritma olabilir. Yordamın girişi programlayıcı tarafından klavye kullanarak yapılabilir.

Hesaplayıcı üreticileri, çeşitli çevre donanımlarını kontrol için I/O yordamları veya matematiksel ve istatistiksel problemleri çözen özel yordam paketleriyle yüklü çeşitli ROM'lar pazarlarlar. Bu yordamların kullanımı bellek alanından önemli tasarrufa yol açar.

3.4.3 Yüksek-Seviye Dil-Programlanabilen Hesaplayıcılar ve Masa Bilgisayarları

Yüksek-seviye programlama dilleri iki önemli avantaja sahiptir. Biri onların programlamayı makina-insan ilişkilerini diyaloga çevirerek alfanümeric mesajlar ile basitleştirmesidir. Diğer avantaj programlayıcının başkaları tarafından yayınlanan ve yazılan standart dil programlarını kullanabilmesidir; ayrıca halihazırda yazılmış ve kullanılan programlar, hesaplayıcı başka bir tipe değiştirildiği zaman kaybedilmez. En çok kullanılan yüksek-seviye dili BASIC'tir.

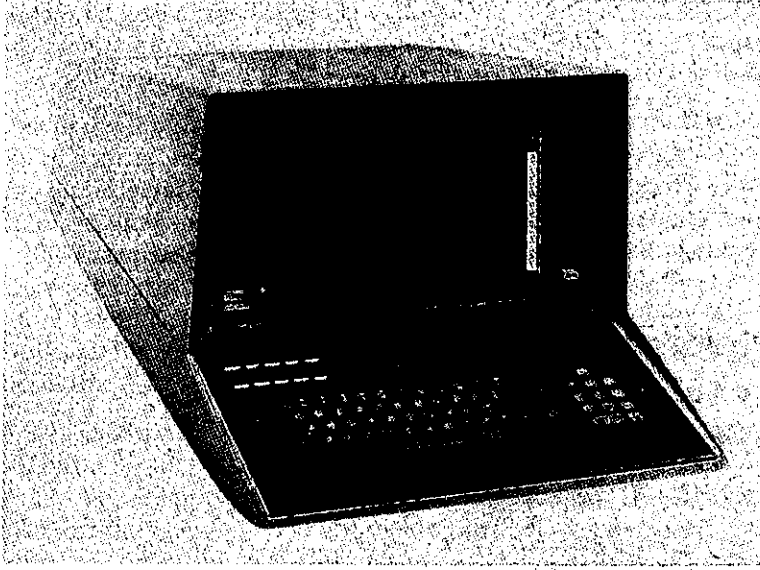
3.4.3.1 BASIC programlama dili

BASIC dili, standart formunda (ANSI X 3.60 - 1978) 64 komuta sahiptir ve yaygın kullanılmasını basitliğine, etkileşimli yapısına ve modüler karakterine borçludur. Modüler karakterin anlamı en az sayıda programlama seti içeren orijinal dilin ilave modüllerle daha karmaşık problemleri ölçmeye uygun programlama diline geliştirilebilmesidir.

Tektronix 4051 hesaplayıcıları için geliştirilen TEK SPS BASIC, ölçme sistemleri için yazılmış modüler BASIC yazılımın (Şekil 3.43) karakteristik bir örneğidir. Intel 8080A mikroislemci kullanan, bellek gösterge içeren bu grafik hesaplayıcı alet, kontrol birimi olarak birçok otomatik-ölçme-sistemleri üreticileri tarafından kullanılır. 4051 ve diğer grafik hesaplayıcıların hızlı yayılması ölçülen verilerin grafik şekilde gösteriminin aynı bilgileri taşıyan sayı dizileri ve tablolardan çok kolay ve hızlı işlenebildiği gerçeğinden dolayıdır. Katod-ışın tüp göstergeli grafik hesaplayıcıları X-Y çizicilerinden daha hızlı grafik çizebilir ve mekanik problemleri yoktur.

4051 tipinin temel versiyonu kullanıcının ihtiyacına göre 16 veya 32 kbayt kadar genişletilebilen 8 kbaytlık RAM içerir. BASIC dilinde yazılan programlar ROM'da saklı 32 kbayt kapasiteli yorumcu program ile mikrobilgisayar diline çevrilir. Manyetik şerit kasetinde 300 kbayt veri veya program saklanabilir. Alet standart IEC arabirimine sahiptir.

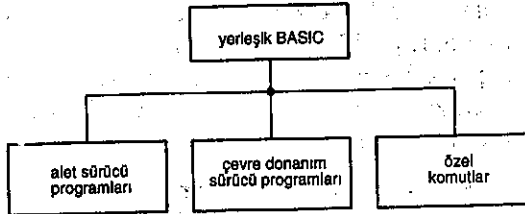
TEK SPS BASIC modüler yazılım sisteminin yapısı, Şekil 3.44'te görülmektedir. Aletin çalışmasını sağlayan kalıcı BASIC programı bellekte sürekli saklanır. Yazılımın diğer parçaları sadece gerektiğinde belleğe transfer edilir, bu yüzden programlar ve veriler için oldukça fazla saklama kapasitesi serbest



Şekil 3.43 Texttronix 4051 tipi grafik hesaplayıcı.

kalır. Varolan yazılım modülleri alet sürücüler, çevre donanım sürücüler ve özel komutlardır.

Alet sürücü programlar, IEC arabirim aletlerinin kontrolunu kolaylaştıran özel yordamlardır. Çevre donanım sürücüler, delikli-şerit okuyucuları veya hat yazıcılarını (seçimli RS-232-C ara birimiyle alete bağlı) çalıştırır. Özel komutlar genellikle grafik veri göstergesi için kullanılan yordamları içerir.



Şekil 3.44 TEK SPC BASIC yazılım sistem yapısı.

3.4.3.2 HPL Programlama dili

Standart ve yaygın olarak kullanılan BASIC dilinden ayrı olarak belli hesaplayıcı tipleri ile ilgili bazı diğer yüksek-seviye programlama dilleri vardır. Bunlardan en iyi bilinen biri Hewlett-Packard 9825A tipi hesaplayıcının programlama dili HPL'dir.

HPL, BASIC, FORTRAN, ALGOL ve PL/1 dillerinin özel bir melezidir. Onun yapımındaki amaç karmaşık cebirsel ifadeleri programlamak için gerekli bellek şartları ve zamanı azaltmaktır.

HPL dilinin temel birimi deyimdir. Bir program satırında virgül ile ayrılan birden fazla deyim bulunabilir. Dilin anahtar kelimeleri küçük harf karakterler kullanılarak yazılırken, değişkenler büyük harf karakterler ile yazılır. HPL programlama dilinin özellikleri ikinci dereceden denklemlerin köklerini hesaplamada kullanılan aşağıdaki programda gösterilmiştir.

```
0 : enp "A'nın değeri", A, "B'nin değeri", B, "C'nin değeri", C
1 : if 4AC>BB; gto "imag"
2 : prt "gerçek kökler"; spc 1
3 : prt (-B +  $\sqrt{(BB-4AC)}$ )/2 A; spc 1
4 : prt (-B -  $\sqrt{(BB-4AC)}$ )/2 A; spc 4; jmp-4
5 : "imag"
6 : prt "kompleks kökler", spc 1
7 : prt "gerçek", "sanal"; spc 2
8 : prt -B/2A,  $\sqrt{(4AC-BB)}/2 A$ ; spc 1
9 : prt -B/2A, -  $\sqrt{(4AC-BB)}/2 A$ ; spc 4; gto 0
10: end
```

İlk program satırı, A,B ve C değişkenlerinin girişini sağlar. Program çalışırken ilk değişkenin değeri "A'nın değeri" mesajı ile istenir. Cevap girildikten sonra, program B ve C değişkenleriyle devam eder. 3 ve 4. satırlarda çözüm formülü normal formda çarpma işaretsiz (*) verilir. 1,4 ve 9'uncu satırlar gerekli talimatlarla birlikte dallanma cümlelerini içerir.

Yukarıdaki kısa örnekte HPL anahtar kelimeleri BASIC'ten farklı olarak, İngilizce kelimeler değil fakat onların kısaltılmışlarıdır. Bu HPL dilini biraz suni yaparsa da belleğin daha ekonomik kullanımı ve daha hızlı çalışma tarafından dengelenir.

3.4.4 Hesaplayıcı/IEC Sisteminin Arabirimi

Programlanabilen masa hesaplayıcıları günümüzde otomatik ölçme sistemleri kontrolünde sık sık kullanılır. Bu uygulamada hesaplayıcıların hızlı gelişmesi için açık sebepler vardır. Bu aletlerin kullanımı kolaydır, kolayca uzmanlaşılabilen yüksek seviye dili kullanılarak direkt olarak klavyeden programlanabilir ve kapasiteleri mini bilgisayarlara yaklaşıır.

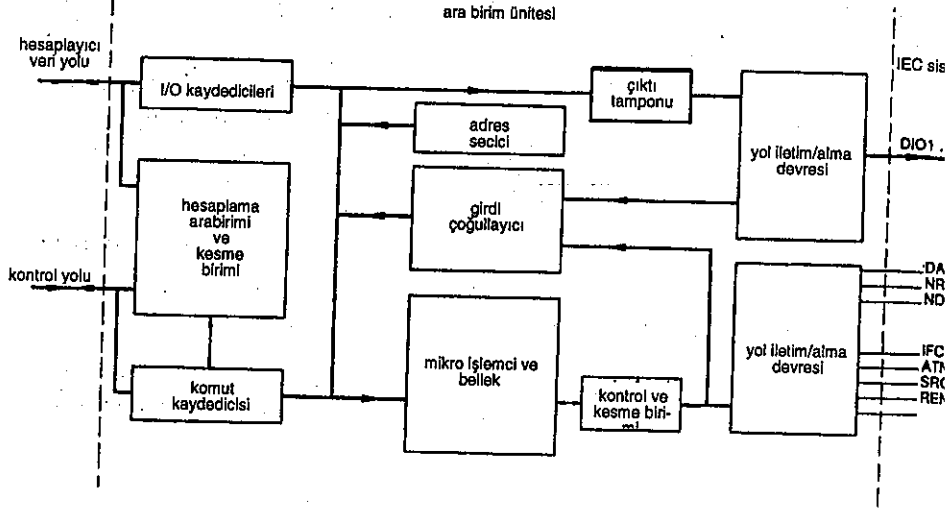
IEC sisteminde kullanılan hesaplayıcının kapasitesi iki önemli faktör tarafından etkilenir: arabirim ünitesinin yapısı ve belleğinin yenilenmesi. Aşağıdaki bölümde hesaplayıcı /IEC yolunun arabirimi, Hewlett-Packard 9825A tipini pratik bir örnek olarak kullanarak ve bu iki faktöre referansla incelenecektir.

Şekil 3.45, 9825A IEC arabirim ünitesinin blok diagramını göstermektedir. Bu birim küçük baskılı devre kartına yerleştirilmiştir ve hesaplayıcının arkasındaki üç I/O portundan birine bağlandığı zaman IEC yolu ve hesaplayıcılar arasında tam bir mekanik, elektronik ve fonksiyonel bağlantı sağlar. Arabirim ünitesi yazılım tipidir, arabirim fonksiyonları ROM'da saklanan belleğim algoritmaları tarafından mikrobilgisayarı kontrol için yaratılır. IEC yolu ve hesaplayıcı arasındaki veri ve mesaj trafiği mikrobilgisayar tarafından I/O kaydedicilerin aracılığıyla kontrol edilir.

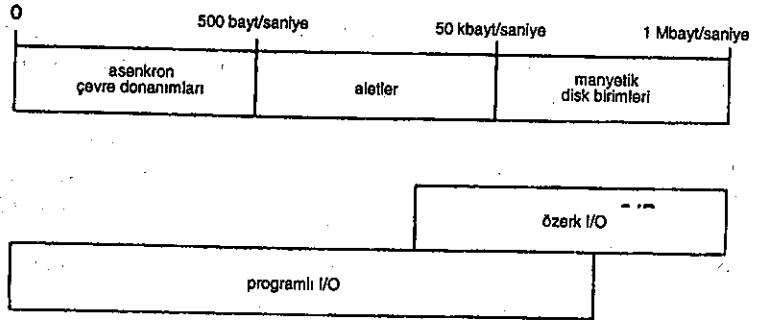
IEC yolu veya hesaplayıcı tarafından yaratılan etkileşim gerektiren mesajlar başka birimler tarafından gözlenir. Hesaplayıcının merkezi birim komut kaydedicisi aracılığıyla arabirimi adresleyerek I/O operasyonlarını başlatabilir. Mikroişlemci periyodik olarak girdi çoklayıcısındaki IEC yol kontrol sinyalini gözler. Yoldan kesme gerektiren (örneğin servis isteği) bir mesaj ulaşır, mikroişlemci onun alıcı ve sürücü devreleriyle IEC yoluna iletilmesi için uygun komutları yaratacaktır.

Harici kesme olanağı IEC kontrol sisteminde özellikle yararlıdır. Şekil 3.46 çeşitli aletlerin çalışma hızları ve servis için uygun I/O metodlarını gösterir. Programlı I/O, asenkron çevre donanımlarını ve yavaş çalışan cihazları ele almak için çok etkili kullanılabilir, hesaplayıcılar dış alet mesajları arasındaki zaman aralığında diğer iç yordamlarla ilgilenebilir.

Kullanıcı açısından hesaplayıcının en önemli özelliklerinden biri programlama kontrol komutlarının verimidir. Bunlar belleğimin "zekâsı" tarafından belirlenir. Etkin belleğimin programlamaya yardım yolunu birkaç pratik örnek ile inceleyelim. Örnekler, I/O operasyon kontrol belleğimi ile donatılmış (Genişletilmiş I/O ROM birimi) HP9825A kontrol üniteleri ile ilgilidir.



Şekil 3.45 Hewlett-Packard 9825A tipi hesaplayıcının IEC arabirim yapısı.



Şekil 3.46 IEC aletlerinin uygun I/O arabağlantı ve çalışma hızı.

IEC sistem programlarındaki operasyonlardan en sık kullanılanlarından biri alet adreslemedir. Bu operasyon eğer alet adresleme direk olarak isim kullanarak başarılırsa çok daha basit olacaktır. Bunu yapmak için, adres ve karşı gelen isim bir atama deyimi (dev) ile belirlenmelidir. Örneğin;

dev "VOLTMETER", 703, "yazıcı", 701

Benzer şekilde her aletin program verileri programda kısaltılmış formda kullanılabilir. Örneğin, eğer dijital multimetreyi programlama için FOR4T1M3E karakter dizisi gerekirse aşağıdaki mesaj kullanılabilir.

equ "MEASLIM", FOR4T1M3E

Bu durumda yukarıdaki karakter dizisi tarafından verilen multimetre ölçüm limitlerinin programlanması aşağıdaki şekilde yapılır.

cmd "VOLTMETER", "MEASLIM"

Bu karakter dizi görevlendirmeleri, programlayıcının görevini özellikle ölçme limitlerinin sık sık değiştirildiği birçok aletler kullanan sistemlerde kolaylaştırır

3.5 Özel IEC Kontrol Bilgisayarları

BASIC veya diğer yüksek-seviye dillerinde programlanabilen hesaplayıcı ve evrensel bilgisayarların ana dezavantajları komut setlerinde özel cihaz kontrol komutları içermemeleridir. Bu yüzden, otomatik ölçme sistemlerinde, cihaz programlama sadece matematiksel talimatlar kullanarak görsel olarak yapılabilir. Bu nedenle, görsel olarak program biçimsizdir ve değiştirme gerektiği zaman komut gruplarının belirlenmesi zordur.

Bazı firmalar bu zorlukları dikkate alarak görev yönlü yazılımla donatılmış IEC sistem kontrol aletleri üretir. Bilinen tiplerden birkaçının en önemli verileri Tablo 3.2'de verilmiştir.

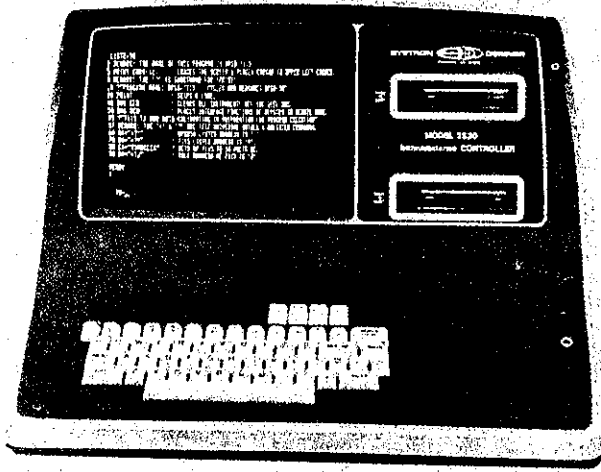
Ana belleğin kapasitesi tüm aletlerde kullanıcının ihtiyaçlarına göre değişebilir ve genellikle minimum 8K words'dur. İstisnasız bütün aletler sürekli veri ve program bölümlerini depolamak için manyetik depolama formlarından bazılarını içerir. Program düzenleme ve düzeltme hazır alfanümerik gösterge ve klavye kullanarak etkileşimli bir şekilde başarılı. Alet IEC arabirimi ilave olarak V24/RS-232-C seri arabirim ünitesini de içerir.

Tablo 3.2. Özel IEC Kontrolörleri

Üretici ve tip	Unified technologies	Philips	Siemens	Systrom-Donner	Datatech	Fluke
Ana bellek kapasitesi ke- lime	S/4880 max. 48K	PM4410 max. 64K	S2313 28K (16-bit kelime)	3530 max. 56K	SE 2650 max. 128K	1720 A max. 256K
Saklama tip ve kapasite- si, kelimeler	flopi disk 512K	flopi disk 80K	flopi disk 50K	manyetik kaset 100K	flopi disk 320K	flopi disk 400K
Gösterge	24 satır*80 karakter	24 satır*80 karakter	6 satır*40 karakter	24 satır*80 karakter	24 satır*80 karakter	16 satır*80 karakter
Yazıcı	-	-	40 char	-	-	-
Arabirim	Seri, IEC	Seri, IEC	Seri, IEC	Seri, IEC	Seri, IEC	Seri, IEC
Programlama dilleri	BASIC, FORTRAN IV	BASIC	BASIC, ATLAS	BASIC, ASSEMBLER	BASIC, PASCAL, FORTH, FORT- RAN	BASIC, FORTRAN IV

3.5.1 Programlama Dilleri

Her makina için varolan programlama dilleri Tablo 3.2'de listelenmiştir. BASIC bunların en önemlisidir; onun özel cihaz komutlarıyla genişletilmiş çeşitleri programlamayı kolaylaştırır ve bitmiş programlar görsel olarak daha kolay izlenir. Bu noktayı göstermek için tip 3530 Systron-Donner IEC kontrolörün özel BASIC dilinde bir örnek program yazılmıştır. (Şekil 3.47). Tablo 3.3. IEC-yönlü dil talimatlarını liste halinde gösterir. Aşağıdaki örnek program Systron-Donner 7115 dijital multi metreyi kontrol etmek için yazılmış örnek programı gösterir.



Şekil 3.47 Özel IEC kontrolörü (Systron-Donner 3530 tipi).

BUSCLR, IEC sistemini tamamen siler, tüm aletler toprak durumuna getirilir.

BUSREM, Bu komut tüm sistem aletlerini uzak kontrole çevirir.

BUSOUT!, YSCEG, 0, multimetrenin dinleyici adresini (!) çıkışa verir ve program dizisini transfer eder. YSLEG dizisindeki karakterlerin anlamı aşağıdaki gibidir:

Y-DC gerilim ölçümü,

S-10V ölçme sınırı,

C- gerilim oran ayarı,

E-100 ölçüm çevrim/saniye

G- başla

0 karakter dizisinin sınırlayıcısıdır.

BUSIN A; D\$,16, Multimetrenin konuşma adresinin (A) çıktısı ve ölçülen 16 baytlık veriyi, D dizi değişkeni için bellekte ayrılan alana koyabilmek için istek. PRINT D\$ Gösterge birimine D dizisini yazma.

Özel kontrolör programlama dillerinden ATLAS (Abbreviated Test Language for Avionics Systems) özel ilgi gerektirir. İsminin belirttiği test ölçümleri için orijinal olarak geliştirilmiştir. Şimdi ATLAS Amerikan Standartıdır (IEEE std 416-1976). Bu bağımsız ölçme sistemi dili İngilizce kısaltılmış sembolleri kullanır, örneğin "ERR LMT" (hata sınırı). 238 ATLAS dil elemanlarında 42 fiil, 35 isim, 80 sıfat, 14 bağlaç ve 67 komut tanımı vardır. Standart, kullanılan karakterlerin ikili eşdeğerlerini ifade etmez. ATLAS talimatları sabit ve rastgele uzunluk alanlarından oluşur. Tüm komutlar tek-karakterli bayrak alanı ile başlar, altı-karakterli tanıtım alanıyla ve rastgele uzunlukta fiil alanıyla devam eder.

Dilin uygulanma seviyesine göre, ATLAS'ın üç çeşiti vardır. "STANDART ATLAS" tüm set anlamına gelirken "SUBSET ATLAS" onun değişmiş formda bazı bölümlerini içerir "Uyarlanmış ATLAS" kullanıcının şartlarına göre değiştirilmiş tiptir.

PASCAL ve FORTH dilleri gerçek-zaman kontrolü ve sinyal işleme için uygundur. Her ikisinde öğrenmek için oldukça kolay ve güçlüdür. FORTH, yığın temelli dili çok hızlıdır.

3.5.2 Yapı

Tablo 3.2'de listelenen özel IEC kontrol birimleri aslında pazarda bulunan mikroişlemciler etrafında yapılan mikrobilgisayarlar içindir. Unified Technologies'in S/4880 kontrol birimi yapısal açıdan mükemmeldir. Bu mikroişlemci donanımlı kontrol biriminin blok diagramı Şekil 3.48'de görülür. Merkezi kontrol birimi Intel 8080A tipinin temel olarak yazılım-uyumlu ileri versiyonu Zilog Z80 tipidir. Bu işlemci operasyon sisteminin ve kullanılan programların işletimi ile I/O operasyonlarının kontrolünü sağlar

S/4880, Z80 merkezi işlemcisine ilave olarak iki 8080A tipi mikroişlemci içerir.

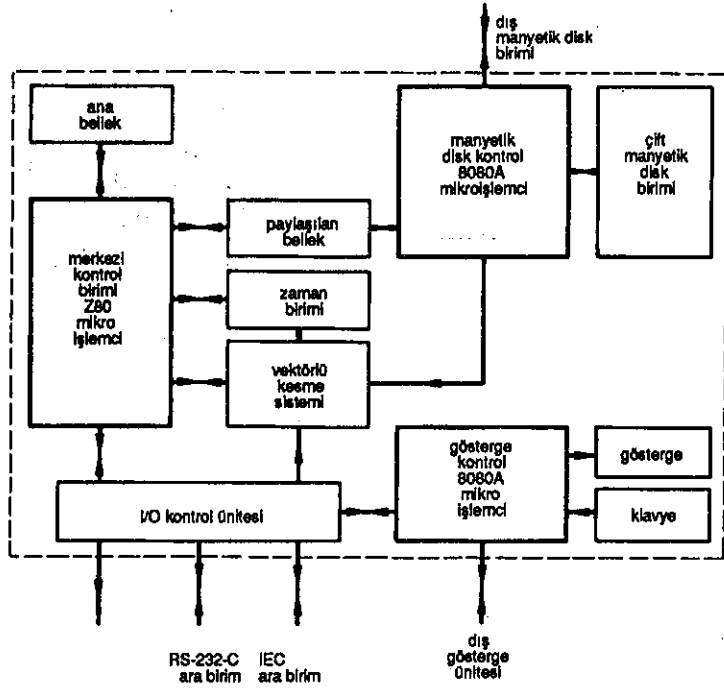
Tablo 3.3 Systron-Donner Tip 3530'un Kontrol Ünitesinin Özel Sistem Kontrol Talimatları

Fonksiyon	Talimat	Tanım
Arabirim Temiz	BUSCLR	IFC mesajının yola iletimi
Uzak Kontrol	BUSREM	Sistem aletlerini uzak kontrole çevirir
Lokal Kontrol	BUSLOC	Sistem aletlerini lokal kontrole çevirir
Konuş	BUSOUT A\$, B\$,1	EOI mesajı ile "B" veri dizisinin "A" adres dinleyicisine transferi
	BUSOUT A\$, B\$,0	EOI mesajı hariç yukarıdaki gibi,
Dinle	BUSOUT C\$, D\$, T\$	Veri baytlarının "C" konuşucu adres aletinden transferi sonra onun "D" bellek alanına "T" sınırlayıcısıyla girişi.
	BUSIN C\$, D\$, 14	"C" konuşucu adres aletinden 14 baytın transferi, sonra onun "D" bellek alanına girişi.
Servis isteği	BUSREQ X	"X" durum baytı
	BUSWAIT X	"X" msaniye zaman sınırının seri yoklama için verilmesi
Paralel yoklama	BUSPOL	Paralel yoklama başlaması

Bu 8080A'lardan biri göstergelyi kontrol ederken, diğeryi hazır ikili flopi-disk sisteminin arabağlantısını ele alır. Mikroişlemci donanımlı sistemi, geleneksel yapılaraya göre birçok avantaja sahiptir. En önemlisi her işlemcinin belli operasyonları bağımsız çalıştırabilmesidir. Örneğın, disk anabellekten bir dosya kopyalayabilirken, kullanıcı klavyeden bir sonraki komutu girer.

3.6 Sıralı Kontrolörler (Sequential controllers)

Otomatik ölçme sisteminin en basit kontrol üniteleri sıralı kontrolörlerdir. Bu aletler veri bellek ünitesinde saklanan önceden yazılmış ölçme programını okuma kabiliyetine sahiptir. Program kontrol edilen cihazların

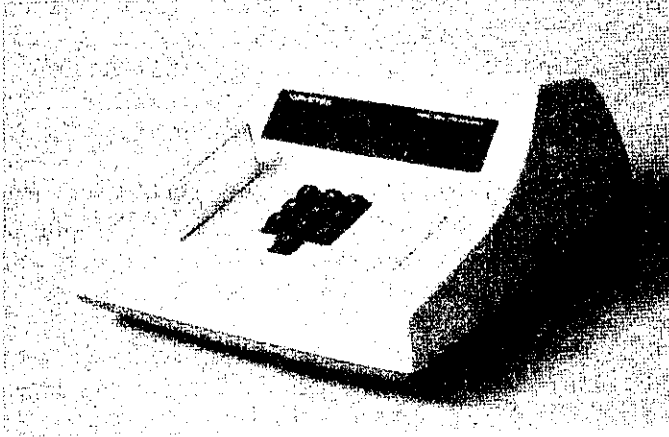


Şekil 3.48 Unified Technologies S/4880 IEC tipi kontrolörün yapısı.

program verilerini ve bazı basit zamanlama ve sıçrama komutlarını sabit bir sırada içerir.

Programı saklama için kullanılan metoda göre delikli kartlar, delikli şeritler, manyetik şeritler ve yarı iletken sıralı kontrolörler vardır. Mekanik kısım içermeyen yarı iletken bellek kontrolörleri çok yaygınlaşmaktadır. Şekil 3.49 tipik bir örnek olarak Wavetek 583 tipi otomatik programlayıcı kontrolörü gösterir.

Aletin ön tarafta görülen değiştirilebilen hafıza birimi National yapımı EPROM 5204 tipi entegre devreler içerir. Bunlar 100 program adımı saklamaya uygun birleşik 1 kбайt saklama kapasitesi sağlar. Program girdisi herhangi bir EPROM programlayıcısı kullanarak başarılabilir.



Şekil 3.49 Wavetek 583 tipi sıralı kontrolör.

Aletin çalışması tuşların fonksiyonları incelenerek anlaşılabilir.

- **START** (başla) tuşu, bellekte saklı programı 1'den başlatır.
- **TEST** (test) tuşu, iki-basamaklı (00...99) program adım numarasını takiben basıldığında program seçilen adımda durur ve program adımı göstergede gözükür.
- **CONT** tuşu, göstergede görülen adımdan programı başlatır;
- **EXIT** (çıkış) tuşu, program döngülerini keser; onun kullanımından sonra program bir sonraki komutla devam eder.

Aşağıdaki program parçası çok-adımlı ölçme esnasında fonksiyon üreticisini kontrol içindir.

1 Test 01	9 Wait
2 Unit 1	10 Wait
3 Freq = 1000	11 Ampl = 4,32
4 Ampl = 5	12 Wait
5 Ofst = 0	13 Ampl = 4
6 Funct = 1	14 Stop
7 Wait	15 Go to 60
8 Wait	

Programın ilk parçası (1...6) ilk ölçüm adımı için gerekli program verilerini içerir. 7...10 satırlar ilk ölçümün çalışması için gerekli zamanı ayarlar. Alet sabit tekrarlama frekansı (3.8 kHz) kullanarak bellekten komutları okur. Bu iki adım arasında daha uzun süre gerektiği zaman bekle (wait) komutlarının ilave edilmesinin sebebidir. Her bekle komutu 500 msaniye ara anlamına gelir.

11...13 Programlama adımlarında, jeneratörün çıkış gerilimi azaltılır. Stop (dur) talimatının bir sonucu olarak, program 14'te kesilir ve programın çalışması CONT tuşunun basımına kadar devam eder. Adım 15'deki, sıçra komutu program çalışmasını adım 60 ile başlayan bir ölçme çevrimi başına transfer eder.

Sıralı kontrolörler çok etkili uzun, değişmeyen ölçüm çevrimi görevleri için kullanılabilirler. Önceden-yazılmış programların değiştirilmesi zor ve pahalıdır. Onlar başlıca sinyal kaynaklarını kontrol için (jeneratörler ve programlanabilen güç kaynağı birimi) tekrarlı, otomatik testlerde kullanılır.

4. ÖLÇME CİHAZLARI, SİNYAL KAYNAKLARI VE DİĞER SİSTEM ELEMANLARI

Standart IEC sistemi ilk defa ortaya çıktığında, ölçme teknolojisinde diğer önemli bir gelişme mikroişlemci-kontrollu "zeki" aletler mevcut olmaya başlaması ile oldu. Hazır mikroişlemci cihazlar ilk olarak analitik kimya uygulamalarında kullanıldı. Bir çok aritmetik işlemleri gerektiren kromotografi ve fotometrik ölçümlerde sonuçları incelemek için önceleri hesaplayıcılar ve mini bilgisayarlar ayrı ayrı kullanılıyordu. Küçük ve ucuz mikro işlemcilerin aletlerin içine entegrasyonu ayrı ayrı satın alınan bu pahalı aletleri gereksiz kıldı.

Ayrıca mikroişlemci, cihaz operasyonunu kontrol için ve aynı zamanda hesaplama görevlerini başarmak içinde kullanılabilir. Bu yüzden, cihazın çehresi değişti, yardımcı aletlerin sayısında azalma oldu ve göstergeler sayısal verilere ilave olarak yazılı mesajları da içerdi.

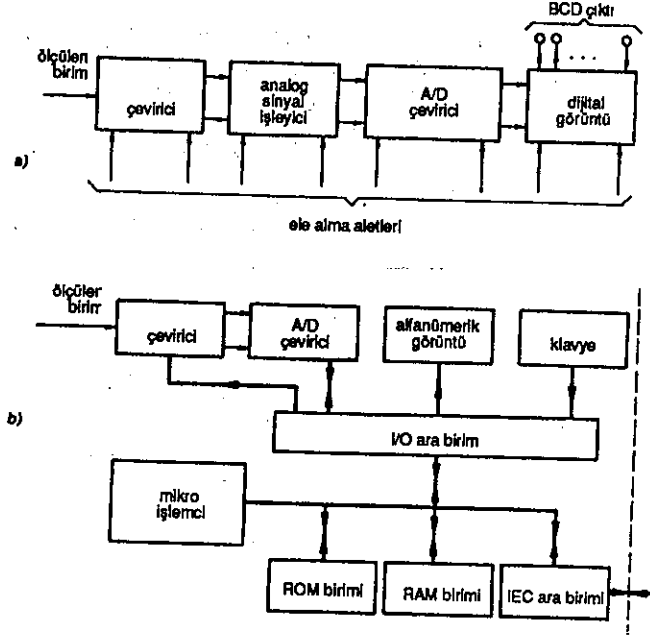
Kontrol ve hesaplama gibi iki farklı fonksiyonun birleşimi ile çevrim içi mikroişlemci, kullanıcının müdahalesine gerek kalmadan aldığı ölçümlerin sonucuna göre karar verip kendi işlemini değiştirebilir. Böylece birkaç yüz adımdan oluşan karmaşık analitik görevlerin yapılması, sadece tek START (başla) düğmesine basarak başarılabilir, bunu takiben cihaz otomatik olarak tüm operasyonları (sonuçları yazma da dahil) yerine getirir.

Aşağıdaki bölümde, mikroişlemci kontrollu cihazlar genel olarak tartışılacaktır. İlk olarak programlı kontrolün avantajlarının incelenmesi ve onun tarafından yaratılan yeni olanaklar, sonra birkaç mikroişlemci-kontrollu cihaz detaylı olarak tanıtılacaktır.

Son bölümde mikroişlemci-kontrollu cihazlar/IEC yol arabirim işlerini yapan modern donanım elemanları ele alınacaktır.

4.1 Mikroişlemci-Kontrollu Cihazlar

Ölçme teknolojisinde dijital devrelerinin pratik uygulamaları 1952'de başladı. İlk dijital voltmetre Amerikan Non-Linear Systems şirketi tarafından yapıldı. Dijital göstergenin kullanımı çabuk yayıldı, çünkü geleneksel analog göstergeye nazaran birkaç avantaja sahipti. Başarılan çözünürlük (resolution) çok daha fazla idi ve ölçüm üzerindeki sınırlamalar önemli ölçüde azaltıldı. Ayrıca metod, analog teknikleriyle ilgili subjektif okuma hatalarını tamamen yok etti. Diğer avantaj nümerik görüntü için ikili formata kodlanarak çevrilen ölçüm verileri cihazın arkasındaki gösterge-kodlayıcı biriminden direkt olarak alınabilir; böylece, ölçüm sonuçları dijital sinyaller formunda da bulunabilir.



Şekil 4.1 Dijital cihazların yapısı (a) geleneksel yapı, (b) programlı kontrol.

Aşağıdaki temel özelliklere sahip bir genel ölçüm sistemi geliştirildi. Ölçüm niceliğine orantılı elektriksel sinyal analog işlemden sonra (Şekil 4.1a) görüntü için gerekli dijital sinyal formatına çevrilir. Bu sistemin diğer önemli özelliği, müdahale elemanlarının (örneğin anahtarlar, potansiyometreler, kondansatörler vs) cihaz üzerindeki aletleri kullanarak doğrudan çalıştırılabilmesidir.

1950'lerin ortasından sonra dijital devre teknikleri ve teknoloji hızla gelişmektedir ve bunun sonucu olarak dijital aletlerin özellikleri de değişmektedir. Ancak, mikroişlemcinin ortaya çıkması ve ilavesi işlerin program tarafından kontrolüne izin vererek temel ve yapısal bir değişiklik getirmiştir.

Mikroişlemciler ve mikrobilgisayarların ölçme teknolojisindeki uygulaması sadece aritmetik işlemlerle sınırlı değildir. Bu birimler geleneksel geçitler ve flip-flop'lardan oluşan lojik devrelerinin yerine kontrolör olarak başarıyla kullanıldı. Programlı kontrolün temeli kontrol işlemi için gerekli sinyallerin mikroişlemciye bağlanan ROM'un uygun içeriklerinden yaratılabilmesidir.

Tablo 4.1 ROM kapasitesi ve onun tarafından yer değiştirilen çeşit dev-

releri sayısı arasındaki yaklaşık karşılaştırmaları içerir. 32-kbit-kapasiteli ROM, 2048 ve 4096 arasındaki geçit devresinin işlevini yapabileceğini gösterir. Bugünlerde bu ROM kapasitesinin bir veya iki entegre devresi içine konulabileceğini ve onun yaptığı kontrol işlemini yapmak için 200 ile 400 arasında SSI entegre devresi gerekebileceğini düşünerek, ölçme teknolojisine programlı kontrolün girmesiyle getirilen gelişmenin büyüklüğü daha iyi anlaşılabilir.

Tablo 4.1 Kablolı kontrolün programlı kontrollarla yerdeğiştirmesi

ROM kapasitesi bit	Eşdeğer geçit devreleri sayısı	Eşdeğer IC yonga (chip) sayısı
2048	128 ... 256	113 ... 25
4096	256 ... 512	25 ... 50
8192	512 ... 1024	50 ... 100
16384	1024 ... 4096	100 ... 200
32768	2048 ... 4096	200 ... 400

şekil 4.1.(b) mikro-işlemci-kontrollu cihazların tipik blok diagramını gösterir. Geleneksel yapıdan en büyük fark, dijital cihazın A/D çevriminin cihazın girişinde yapılmasıdır; böylece diğer tüm işlemler dijital formda yapılır. Cihazın üstündeki aletler devrenin çalışmasını kesmek için kullanılmaz; fakat mikro-işlemciye komut vermek için kullanılır. Benzer şekilde, gösterge birimi sadece ölçülen niceliklerin, nümerik değerlerini değil, fakat çeşitli alfanümerik mesajları da gösterebilir.

4.1.1 Programlanmış Kontrolün Avantajları

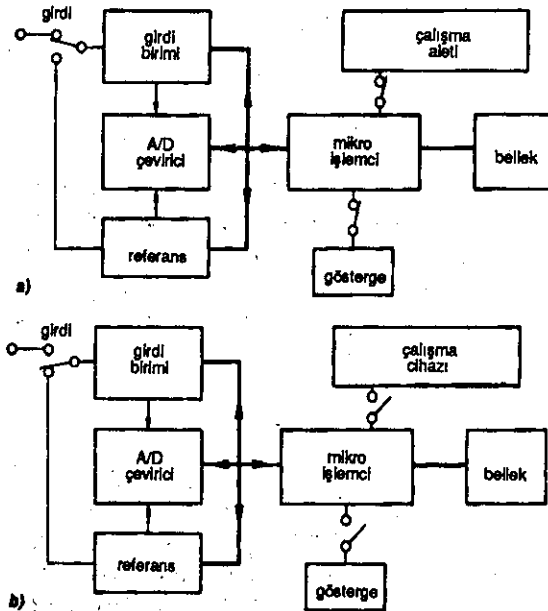
Cihazlarda programlanmış kontrolün uygulama avantajlarını detaylı inceleyelim.

(1) *Yeni ölçüm olanakları:* Cihaza monte edilmiş mikro-işlemci, ölçüm işlemlerini (örneğin ayar, ölçüm sınır değişimi, kalibrasyon, vs), sık sık kullanılan ölçüm yordamlarını (örneğin sinyal-gürültü oran ölçümü, vs) ve basit hesaplamaları otomatik olarak kontrol edebilir. Sonuncu, otomatik ölçmeler veya bant genişliği gibi belirli niceliklerin hesaplanması için olanak sağlar.

Ölçüm sonuçları cihazın belleğinde saklanabilir ve böylece cihaz operatörü, seçilen zaman aralığı esnasında kesintisiz olarak karakteristik değerlerin (maksimum-minimum değerler) ortalamasını alabilir veya ölçülebilir.

(2) *Daha basit çalışma:* Programlı kontrolün en büyük avantajlarından biri, cihazın tasarım ve yapımında en uygun gösterge ve işleme cihaz seçeneklerinin kullanılmasıdır. Bu, kontrol programının çalışma şartlarını ve araya giren donanım elemanlarını tamamen ayırabilme yeteneğinden dolayıdır. Bu yüzden, tek tuşlu çalışma birkaç bağımsız operasyonu çalıştırabilir. Program kontrolü, ölçülen değerlere göre operatör müdahaleleri arasında cihazın çalışmasında değiştirilebilir. Bu özelliklerin bir sonucu olarak, çalışma aletlerinin sayısı azaltılırken onların fonksiyonları ölçme görevleriyle ilgili olacaktır. Birçok mikroişlemci-kontrollü cihazlarda, çalışma alet ayarlarının testi otomatiktir ve özel uyarı anlamsız veya zıt ayarlamaları gösterir.

Otomatik kalibrasyon çalışmayı basitleştiren ve özel dikkat isteyen olanaklardan biridir. Bunun anlamı mikroişlemcinin belli aralıklarla (örneğin her çalıştırmada) operatör müdahalesi olmaksızın ölçüm hatasını etkileyen birimlerin çalışmasını kontrol edip küçük sapmaları düzeltmesidir. Şekil 4.2'de görülen blok diagram otomatik kalibrasyon prosesini Şekil 4.2(a) ölçüm doğrulamasını ve Şekil 4.2(b) düzenlemesini göstermektedir. Kalibrasyon sırasında mikroişlemci referansı aletin giriş birimine bağlar ve aynı anda kendisi ile çalışma aletleri ve gösterge arasındaki bağlantıları keser. Bellekte saklı değerlere göre doğrulama olur. Cihazlar belirlenen toleransların geçildiğini belirtmek için bazı formda hata mesajları kullanır. Cihazda oluşan kayma, referansın değeri sıfır olduğu zaman aynı işlemler tarafından düzeltilebilir.

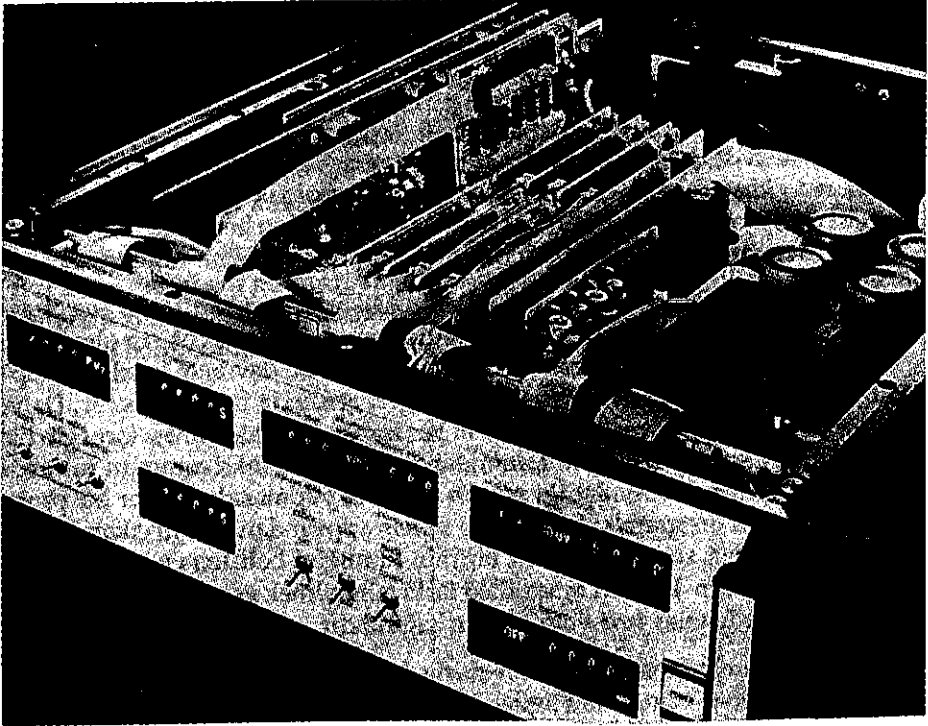


Şekil 4.2 Otomatik kalibrasyon cihazlarının çalışma fazları (a) ölçüm, (b) kalibrasyon.

(3) *IEC arabagi lantı daha basit olur:* Artan sayıda yarı iletken üreticileri mikroişlemcileri için özel IEC arabirim üniteleri tavsiye etmektedir. Bazı yedek fonksiyonlardan başka bu LSI devreleri tüm IEC yol/cihaz arabirimlerini içerir. Bu devreler detaylı olarak daha sonra tartışılacaktır.

(4) *Daha güvenilir çalışma:* Elektronik aletlerde ana hata kaynağı birim-devre bağlantısındadır. Mikroişlemciler ve diğer LSI birimlerinde iç bağlantı, ve silikon tabakanın (wafer) üzerindeki metal tabakanın üretimi sıkı-kontrol-lü üretim şartları altında yapılır. Bu nedenden ve LSI devrelerinden yapılan aletlerin üretimden sonra sıkı testlere tabi tutulması dolayısıyla bu aletler geleneksel SSI ve MSI temelli aletlerden daha güvenilirdir.

(5) *Küçük boyut ve ağırlık:* Şekil 4.3 geleneksel impuls üreticinin iç yapısını gösterir. Dijital kontrol birkaç yüz entegre devre gerektirir, cihazın iç hacminin yaklaşık üçte birini işgal eden güç kaynağı ağır ve çok geniştir. Programlı kontrol cihazlarının daha küçük boyut ve ağırlığı iki sebeptendir: İlk etken di-jital kontrol devrelerinin daha az yer işgal etmesi ve ikincisi kullanılan daha



Şekil 4.3 Geleneksel impuls yaratıcılarının (E-H Research, 1501A tipi) iç yapısı.

(6) *Uygun fiyat (uygun ölçek üretim için):* Mikroişlemciler genellikle her özel şartın başarısını donanım seviyesinden yazılım seviyesine yükselten evrensel kontrol birimidir. Aynı mikroişlemci tamamen farklı görevleri farklı yazılımlar kullanarak ele alabilir.

Donanım maliyetleri, program kontrollu dijital aletlerin üretim maliyetlerinin sadece bir bölümüdür. ROM'a saklı belleğimin tasarım ve testi üretici için çok zor ve pahalıdır; bu yüzden, programlı kontrol sadece fazla miktarda üretim için ekonomik olur.

4.1.2 Programlı Kontrolun Dezavantajları

(1) *Geleneksel kontrolden daha yavaştır:* Mikroişlemcilerin çalışması sıradır, yani mikroişlemciler, sadece bir görevi bir anda yapabilir. Görev serileri I/O geçitlerinden veri istekleri gelen verilerin test edilmesi, verilen kararın çıktısı, cevap veya diğer I/O geçitlerine veri iletimini içerebilir. Buna karşılık, kablolu mantık kontrol genellikle paralel modda çalışır ve bu yüzden birden fazla görevi aynı anda çalıştırmak için çok uygundur.

Kendi yavaşlığından ayrı olarak, devre üretiminde kullanılan teknoloji de önemli bir rol oynar. Hızlı iki kutuplu devreler (TTL, ECL) genellikle geleneksel kontrol için kullanılırken, ucuz ve daha az elemanlı mikroişlemciler MOS teknolojisi kullanılarak yapılırlar.

Genellikle, programlı kontrolün nispi yavaşlığı kullanıcı tarafından fark edilmez. Cihaz çalışmasının çeşitli dönemleri ya ölçülen fiziksel niceliklerin geçici değişimi veya operatörün müdahalesi tarafından belirlenir; bu yüzden, mikroişlemcinin hızı genellikle cihazın etkin çalışma hızını sınırlamaz.

(2) *Hatalı cihazların tamiri daha zordur.* Mikroişlemci kontrolün ana dezavantajı cihazların testinin üretim esnasında veya daha sonra çok zor olmasıdır. Bunun bir sebebi ROM-benzetimli özel devreler ile bu devrenin kapılar ve flip-floplarla gerçekleştirilen geleneksel eşdeğeri arasında fark olmasıdır. Daha önemli bir fark ise geleneksel elemanın her zaman devrede olması (örneğin bir AND (VE) kapısı) fakat ROM tarafından yaratılan VE fonksiyonunun yalnızca program kontrolü tanımladığı zaman görevini yapmasıdır. Diğer bir problemde, mikro programlı aletlerin yol sistem yapısından ortaya çıkar; birçok durumda hatalı sinyalleri ileten birimin kimliğini belirlemek zordur. Donanım ve yazılım hataları arasındaki farkı görebilmek genellikle çok zordur, çünkü bu tür hatalar veri-veya zaman bağımlıdır.

Bu sistemlerin işlevsel testi herbiri sık sık birkaç bin bit'ten oluşan uzun sinyal sıralarının kontrolünü ilgilendirir. Birçok durumda problem bu sinyallerin tekrarlı olmaması gerçeği tarafından büyür.

Mikroişlemci-kontrollü cihazların tamiri ile ortaya çıkan problemleri tanımak için, üreticiler programa kendi kendini kontrol etme ve oto-kontrol yordamlarını eklemeye çalışır. Kendi-kendini test farklı seviyelerde uygulanır ve bazı cihazlarda, özel test yöntemlerine rağmen, yalnızca bir hata olduğu gösterilir. Ancak, hatalı işlevsel eleman veya baskılı devre kartını bulan hata belirleyici yordamları geliştirmek mümkündür.

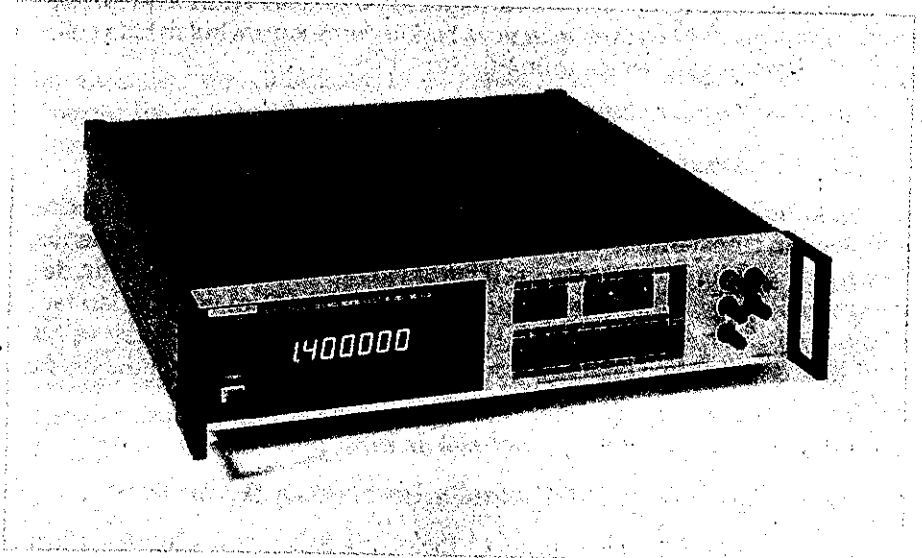
4.2 Cihazlar ve Sinyal Kaynakları

Elektronik ölçüm işlerinin çok çeşitli olması otomatik ölçme sistemlerinde kullanılan cihazların ve sinyal kaynaklarının detaylı tanımını vermemiz için uygun değildir. Bu sebepten biz iki program kontrollü modern aletin detaylı tanımı ile günümüzde alet gelişimi konusundaki eğilim ve sonuçları tartışmayı seçtik. Tartışma esnasında, kullanıcı için sağlanan özelliklere ve bu özelliklerin dahili sistem organizasyon ve tasarımıyla başarıma yoluna önem verilecektir.

4.2.1 Dijital Voltmetre (Solartron 7065 tipi)

Solartron 7065 tipi dijital voltmetre (Şekil 4.4) doğru veya dalgalı gerilim ve direnci ölçmek için uygun bir alettir; çözünürlüğü (resolution) $6^{1/2}$ hanelidir. Kolay ölçümlerden ayrı olarak, sekiz farklı ölçüm ve hesaplama yordamı, cihaz yüzündeki 18 tuşu veya cihazın iç kontrolünü ele alan mikroişlemcinin aritmetik kapasitesi kullanılarak IEC arabirimi tarafından programlanabilir.

Programlar Tablo 4.2'de derlenmiştir. R sembolü operasyonun sonucunu; x ise, değişkeni gösterir. Tablodaki programlar bir zincirde yapılabilir. Program zincirinin ilk halkasında x, cihazın ölçüm verileri iken programın takip eden bölümünde ilk sonuçtur.



Şekil 4.4 Mikroişlemci kontrollu Solartron 7065 tipi voltmetre.

Tablo 4.2 Solarton Voltmetre 7065 tipi için ölçme programları

Seri No	Program ismi	Değişme	Operasyon	Çalışma Zamanı (ms)
1	Çarpma	-	$R=cx$ (c = sabit)	12
2	% fark	-	$R=100\frac{x-n}{n}$ (n =nominal değer)	14
3	kaydırma	-	$R=x-\Delta$ (Δ = kaydırma)	2
4	oran	0	$R=\frac{x}{r}$ (r =referans değeri)	12
		1	$R=20\lg\frac{x}{r}$	135
		2	$R=\frac{x^2}{r}$ (r =direnc değeri)	20
5	maksimum/minimum	0	$R = x$	6
		1	$R = \max x$	6
		2	$R = \min x$	6
		3	$R = \max x - \min x$	9
6	limitler	-	metine bak	10
7	istatistik	0	$R = x$	24
		1	$R = \frac{1}{j} \sum_{k=1}^j x_k = \bar{x}$	40
		2	$R = \frac{1}{j} \sum_{k=1}^j (x_k - \bar{x})^2$	100
		3	$R = \sqrt{\left[\frac{1}{j} \sum_{k=1}^j (x_k - \bar{x})^2 \right]}$	190
		4	$R = \sqrt{\left[\frac{1}{j} \sum_{k=1}^j x_k^2 \right]}$	210
8	termokupl	0	Cu/Co	70
		1	Pt/PtRh	70
		2	Fe/Co	70
		3	NiCr/NiAl	70

Bazı programların çeşitli varyasyonları vardır ve kullanıcı, hangisinin kullanılacağına karar vermek zorundadır. Cihaz programlama tablosunda listelenen nümerik sembolleri kullanarak aşağıdaki şekilde yapılır:

PROGRAM

4

ENTER

1

ENTER

17.32

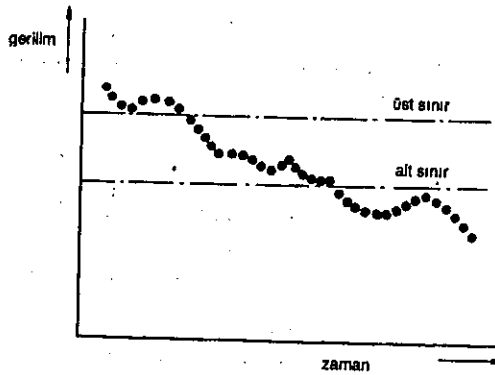
ENTER

Yukarıdaki program desibel birimlerinde (program 4, versiyon 1) ifade edilen gerilim oranlarını hesaplamak için kullanılır; referans değer 17.32 V'dur.

Tabloda listelenen programlardan 6 No'lu "limit programı" bazı açıklamalar gerektirir. Bu programda üst ve alt sınırlar belirlendikten sonra, cihaz ölçüm sonuçlarını limitlere göre sayar (Şekil 4.5). Program çalıştıktan sonra, aşağıdaki veri cihazın ekranından çağrılabilir.

- üst sınır üzerindeki ölçümlerin sayısı,
- alt sınır altındaki ölçümlerin sayısı,
- iki sınır arasındaki ölçümlerin sayısı,
- üst sınır değeri,
- alt sınır değeri,

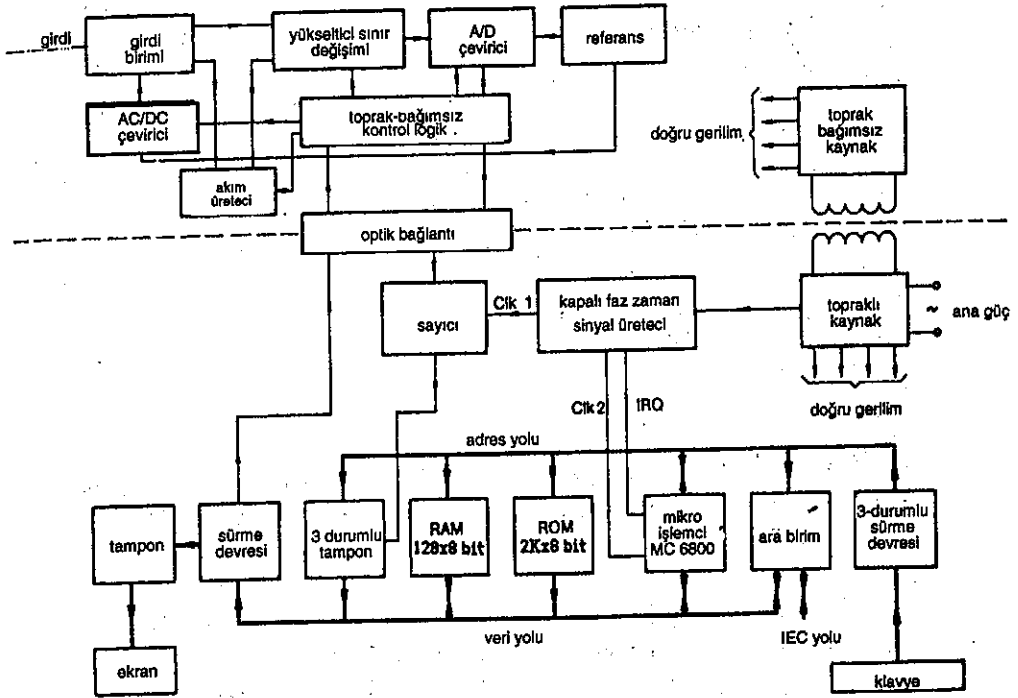
Veri RECALL (tekrar çağır) tuşunun tekrar basılmasıyla sırayla görülebilir.



Şekil 4.5 Solartron voltmetre 7065 tipi tarafından 6No'lu sınırlayıcı programında belirli iki değer karşılaştırılmasıyla gerilim ölçümü.

4.2.1.1. Cihazın yapısı ve çalışması

7065'in blok diagramı Şekil 4.6'da görülmektedir. Cihaz şekilde kesikli çizgilerle gösterilen iki işlevsel parçaya bölünür. Üst kısım test altındaki üniteye elektriksel bağlı analog birimi ve onun operasyonunu direk olarak kontrol eden mantığı içerir. Girdi birimi, girdi koruma devrelerini, operasyon seçici röleleri ve onların kontrol mantığını içerir.



Direnç ölçümleri için gerekli akım üretici ve dalgalı gerilim ölçümleri esnasında kullanılan değiştiriciler de direk olarak bu üniteye bağlanır. Bu iki aletin görevi, daha sonra yükselticiye ve ölçüm sınır değiştiriciye transfer edilen ölçülen birim ile orantılı doğru gerilim yaratmaktır. Bu birim A/D çeviricileri için uygun seviyede doğru gerilim sağlar.

Yükseltici ve ölçme sınır değiştirici birim, girdi yükselticilerindeki saptayı telafi etmek için otomatik sıfırlama devresi ve doğru gerilim ölçümleri esnasında kullanılan toplayıcıyı içerir. Otomatik sıfırlama çevrimi aşağıdaki olaylar tarafından başlatılır:

- sınır (limit) değişimi ölçümü,
- toplama zaman değişimi,
- çalışma mod değişimi,
- Bir önceki sıfırlama çevriminden 10 saniye sonra.

7065 tipinde kullanılan A/D çevrim metodu geleneksel ikili-eğimli integrasyonunun değiştirilmiş şeklidir. Metod çeviricinin girdisine verilen doğru gerilime orantılı süreye sahip jeneratör impulslarına dayanır ve bunlar dahili saat sinyal sayıcısını kanallara eder. Ölçümün integrasyon periyodu gerekli çözünüme göre kullanıcı tarafından seçilir. 1 msaniyelik kısa integrasyon periyodu için çözünürlük 3 basamaktır. İntegrasyon zamanının artışı aletin çözünürlüğünü artırır ve 6 basamak, 1-saniye integrasyon periyodu kullanarak başarılabılır.

Çözümün önemli bir özelliği sayılacak (clk 1) zaman sinyalinin kapalı-faz döngü tarafından güç kaynak frekansının çarpanı bir değere zorlanmasıdır. Bu metodun avantajları, gürültü reddi başlığı altında ileride detaylı olarak tartışılacaktır.

Cihazın izole edilmiş (toprak bağımsız) bölümünün diğer birimlerinden olan referans sinyalini üreten birim, cihazın ölçüm hatasını büyük ölçüde etkiler. A/D çevirici ve direnç çeviricinin çalışması için gerekli olduğundan bu doğru gerilim yüksek doğrulukta ve kararlı olmak zorundadır.

Analog bölümün işlevsel kontrol mantığı üç önemli göreve sahiptir.

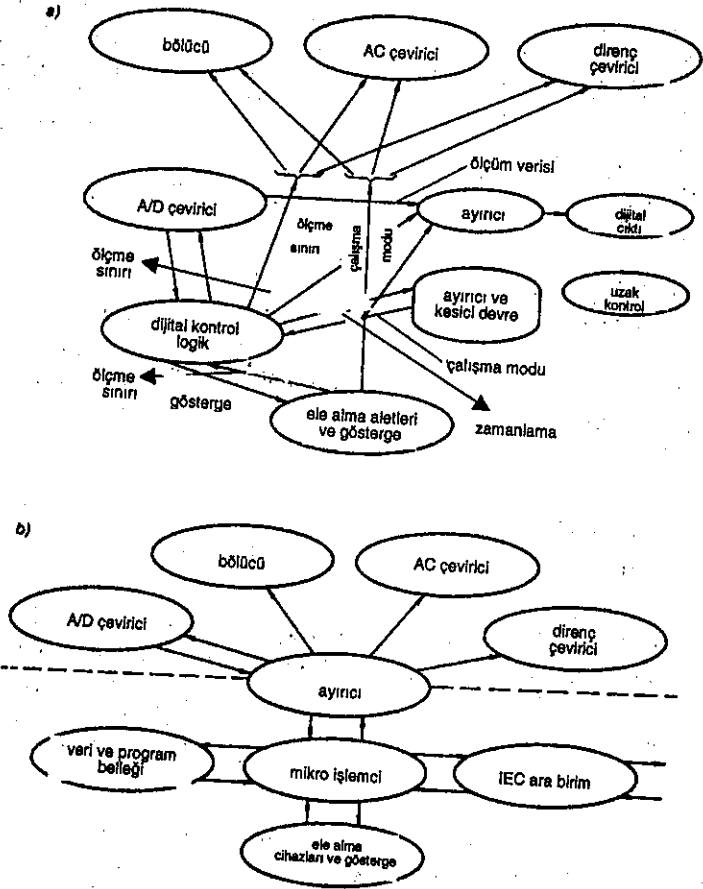
- Dijital kontrol ünitesi ve müdahale cihazlarının (sinyal alıcıları, FET anahtarları vs) kontrolünden ulaşan ölçüm sınır bilgisini ve çalışma modunu kodlamak.
- A/D çevirici tarafından yaratılan sayıcı geçit sinyalini sayıcıya iletmek.
- Cihazın topraklanmış ve toprak bağımsız birimlerinin optik ve trafo yalıtımı (bu ayırmanın yapılma şekli daha sonra ölçüm metodlarıyla ilgili bölümde tartışılacaktır.)

7065 tipi dijital kontrol birimi programlı kontrol kullanarak yol temellidir. Mikroişlemci, basit arabirim şartları ve programlamadan dolayı cihaz kontrolörü olarak yaygın biçimde tanınan Motorola 6800 tipidir. Mikroişlemcinin görevi klavyeden veya IEC arabiriminden ulaşan talimatlara ve ROM'da saklı verilere göre cihazın çalışmasını kontrol etmektir. Mikroişlemci ve ROM'dan ayrı olarak, ölçme-veri-depolama RAM'ı, tamponlar ve gösterge ile analog üniteleri bağlayan sürme devreleri direk olarak veri ve adres yollarına bağlıdır.

Dijital kontrol sisteminin diğer önemli bir birimi de kapalı-faz saat üreticidir. Görevi, A/D çeviricisinin çalışması için gerekli zaman sinyallerini üretmekten başka, mikroişlemciyi kontrol eden zaman sinyali ve kesme (IRQ) sinyali üretmedir. IRQ, mikroişlemcinin çalışmasını her 1.25 msaniye de bir keser. IEC arabirim klavyesi ve diğer bazı düzenleme işlerinden oluşan yeni bilgilerin alışı bu "aralıklarda" olacaktır.

Tip 7065'e uygulanan yol sistem kontrolü cihazın yapısını önemli ölçüde basitleştirir. Geleneksel kablo-kontrollü voltmetrelerde fonksiyonel birimler arasındaki sinyal trafiği karmaşık kablo sisteminde (Şekil 4.7a) olur. 7065 ve diğer programlı-kontrol cihazlarında, her ünite mikroişlemciye yıldız şeklinde bağlanır. Bu şekil iki açıdan çok avantajlıdır; ilk olarak, her üniteyi bağlamak kolaydır; ikinci olarak, "gürültülü" ölçümlerde gerekli ayırma en az güçle yapılabilir (Şekil 4.7b).

Cihazdaki hazır mikroişlemci hata arama yordamlarını çalıştırmak, cihazı doğru çalışma için test etmek, aynı zamanda da ölçme çevrimleri ve değerlendirme programlarını kontrol için kullanılır. Cihazın kullanım broşüründe verilen test programı girildiğinde, gösterilen hata mesajları hataların kaynaklarını fonksiyonel birimlere parçalanmış olarak ve hatta dijital kontrol birimindeki eleman seviyesinde verir.



Şekil 4.7 : Dijital voltmetrelerin fonksiyonel yapısı
(a) Geleneksel Organizasyon **(b) Programlı Kontrol**

4.2.1.2 Arabirim Üniteleri

7065 üç farklı arabirim seçeneğine sahiptir :

- BCD paralel arabirim
- RS - 232 - C seri arabirim
- IEC arabirim

RS - 232 - C ve IEC arabirimleri birlikte de kullanılabilir. Bu durumlarda, cihaz RS - 232 - C arabiriminden kontrol edilebilir ve onun üzerinden veri de iletilebilir. Ancak, IEC arabirim kontrolde ve IEC arabiriminde ulaşan mesajlarda önceliğe sahiptir; bu yüzden, daha fazla RS - 232 - C mesaj alımını yasaklar.

Cihazın IEC arabirim ünitesi aşağıdaki fonksiyonları gerçekleştirir:

- SH1 Kaynak el sıkışması
- AH1 Alıcı el sıkışması
- T5 Konuşmacı
- L3 Dinleyici
- SR1 Servis isteği
- RL1 Uzak / Lokal kontrol
- PP1 Paralel yoklama
- DC1 Alet temiz
- DT1 Alet başla

Yukarıdaki fonksiyonları kullanarak, 7065 tipi iki çalışma modunda IEC aleti olarak çalışabilir. Eğer alet üzerindeki iki-yönlü anahtar "sadece konuş" pozisyonunda ise, herhangi bir IEC - uyumlu veri toplayıcısına birleştirilebilir. Basit ve kontrolörsüz bir sistem cihazın ölçüm verisinin otomatik kayıt edilmesine izin verir.

Alternatif olarak, ayrı kontrolör içeren bir IEC sisteminde 7065 tipi, istenilen formatta çıktı verisine ilave olarak ölçümler ve hesaplamalar içinde otomatik olarak programlanabilir.

Programlama : 7065 tipinin tüm fonksiyonları uygun yapımlı karakter dizisi kullanarak IEC yolu vasıtasıyla kontrol edilebilir. Program özelliklerini içeren kod sistemi Tablo 4.3'te verilmiştir. Her fonksiyon ve onun değişkenleri alfa karakteri ve onu takip eden bir sayı (n) ile belirtilir. Örneğin, 7065 tipi otomatik aralık ve izleme ile doğru gerilim ölçer ve 6 hanelik gösterge kullanılırsa program komutu MOR0F0D3 olabilir. Kontrolör, cihazın dinleyici adresini ATN = 1 ile iletmek zorundadır ve sonra program talimatı gönderilmeden önce, alet-bağımlı mesaj transferinin takip edeceğini (ATN=0) belirtmek zorundadır. Ölçüm GET (al) mesajı ile başlayabilir.

7065 tipinin hesaplama veya veri işleme operasyonları, ölçümü programlayan karakter dizisiyle beraber gönderilen ve aritmetik operasyonları belirten karakter dizisiyle programlanabilir.

Veri İletimi : Ölçüm verilerinin iletimi IEC önerilerine uygun format kullanır. Tipik bir mesaj aşağıdaki gibi olabilir.

Δ VDC Δ + 1.23456E + 03 crlf ki burada
 1 2 3 4 5 6

- (1) Ölçüm verilerinin geçerliliğini belirtir (fazla yüklenme yok),
- (2) çalışma modunun sembolleridir,
- (3) ayırma karakteridir,
- (4) işarettir,
- (5) kayan desimal nokta formatındaki ölçüm verisidir ,
- (6) sınırlayıcıdır.

Tablo 4.3 : 7065 tip volt metrenin ölçüm programlarının kod tablosu

Alfa Karakter	n'nin mümkün değerleri	Fonksiyonun Adı	Başka şekilleri
B	0,1	Veri formatı	0 = desimal, 1 = ikili
D	0... 3	Görüntü formatı	0 = 3 hane, 1 = 4 hane 2 = 5 hane, 3 = 6 hane
F	0,1	ekran	0 = evet, 1 = hayır
H	0,1	elsıkma	0 = sürekli ölçüm 1 = ölçme çevrimleri el sıkışma prosesi tarafından kontrol edilir
M	0... 2	Çalışma modu	0=DC voltaj, 1=direnç 2 = AC voltaj
R	0... 7	Ölçüm sınırları	0=oto aralık ,1=10MΩ ,2 =1MΩ (1000V... 7 = 10Ω)0.01V

Eğer ihtiyaç hissedilirse, yukarıdaki mesaj formatı giriş kısmının (1, 2, 3) ihmal edilmesiyle basitleştirilebilir. Bu şekilde veri transferi için gerekli zaman ve veri saklama için gerekli belleğin her biri yaklaşık üçte bir azaltılır.

4.2.1.3 Özellikleri

Otomatik bir ölçüm sisteminde dijital voltmetre veya diğer herhangi bir cihaz kullanırken, onun kullanımını sınırlayan faktörleri ve çevresinin ölçme doğruluğuna etkisini bilmek zorundayız. Cihazın özelliklerini açıklayan veri kâğıtlarında açıklanan özellikler ile ilgili genellikle hiçbir açıklayıcı not yoktur. Aşağıda 7065 tipinin en önemli özellikleri verilirken, birçok dijital cihaz veri kâğıtlarında bulunan birkaç temel notasyonun genel tartışması da dahil edilecektir.

Çözünürlük (Resolution) : Bir cihazın çözünürlüğü ölçüm aralığında gösterilebilen en büyük ve en küçük ölçüm değerinin kaç kere olduğunu belirtir. Dijital cihazların çözünürlüğü sadece göstergenin basamak sayısına bağlıdır. Ölçüm aralık değişmelerinin sayısını azaltmak için, dijital cihaz göstergenin en yüksek büyüklük (en önemli) basamağı "yarım basamak (hane)" olarak adlandırılır. Örneğin, 3 1/2 - basamak göstergede maksimum ölçüm değeri 1999'dur. Bu aralık üstü yarım hane, çözünürlük hesaplandığı zaman genellikle önemsenmez. Bu sebeple, 3-haneli voltmetrenin çözünürlüğü %0.1'dir, 4-haneli sayı %0.01, 5-haneli sayı %0.001 ve 6-haneli sayı %0.0001 çözünürlüğe sahiptir.

Belli ölçüm görevi için gerekli çözünürlük düşünüldüğü zaman, yukarıdaki yüzde çözünürlüklerin tam ölçek değerini belirttiği unutulmamalıdır. Örneğin, 10 V aralığında ölçüm yapan bir 3 1/2 - haneli voltmetrede çözünürlüğü 4V kabul edersek, çözünürlük sadece %0.25'dir.

Hassasiyet : Dijital voltmetrenin hassasiyeti cihazın algılayabildiği en küçük gerilim değişimidir. Matematiksel terimlerde hassasiyet, çözünürlüğün ürünüdür ve en küçük ölçme aralığının tam - ölçek değeridir. 7065 tipinin hassasiyeti 1µV'tur.

Hata ve Kararlılık (Stability) : Voltmetrenin hatası, tanımlı referans şartları altında (örneğin zaman süresi, ısı, nem voltaj kaynağı vs) doğru gerilimle karşılaştırılarak, doğru ve gösterilen gerilim değerleri arasındaki farktır.

Referans şartlarından farklı çevre koşullarında çalışma esnasında gösterilen değer değişebilir. Bu geçici değişme üreticiler tarafından kararlılık olarak belirtilir.

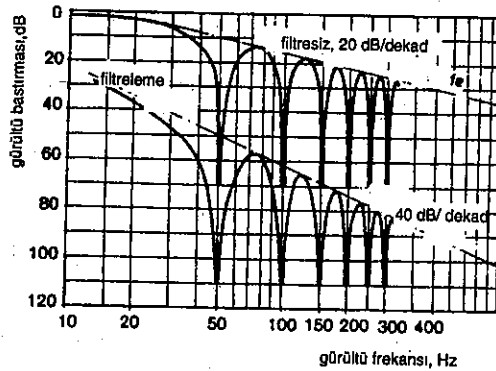
Dijital voltmetreler için genellikle iki kararlılık değeri verilir, biri 24 saat periyodunda kısa vadeli kararlılık iken diğeri 90 gün veya 6 ay boyunca süren

uzun- vade kararlılıktır. Solartron, 7065 tipi voltmetre de DC uzun- vade kararlılık değeri olarak 6 ay için $\pm 0.004 + 4$ hane değerini verir.

Açık olarak; cihazın hatası, kalibre edildiği standardın hatasından daha az olamaz ve en doğru durumunu kalibrasyondan hemen sonra alacaktır. Cihazlar, dijital voltmetreler de dahil, üreticilerin standart laboratuvarlarında kalibre edilir. Üreticiler kendi gerilim standartları her yıl birkaç kez ulusal ve uluslararası standartlara karşı kalibre edilir. Örneğin Solartron üretimlerinin sonunda voltmetrelerini 2 ppm doğruluk standardına karşı kalibre eder. Gerekli kalibrasyonun sıklığı cihazın kararlılığına bağlıdır.

Gürültü reddi : Gürültü reddi iki farklı tip elektriksel gürültü için gereklidir.

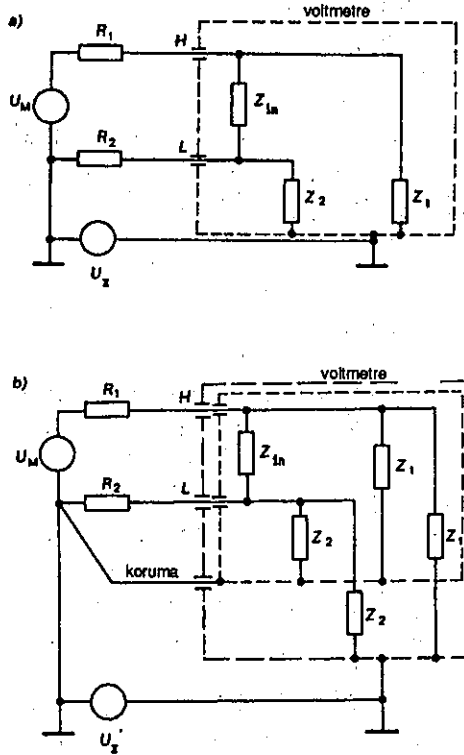
Normal veya seri mod gürültüsü girişe, ölçülen sinyalin üstüne bindirilmiş gibi sunulur. Gürültünün ölçülen doğru gerilimden ayrımı ya alçak geçiren filtre kullanarak veya integrasyonla yapılabilir. Eğer gürültü geniş bant genişliğine sahipse, filtreleme tercih edilen çözümdür, fakat ölçüm hızının yavaşlatılması dezavantajına sahiptir. Pratikte, ölçüm ile girişim sık sık ana güç kaynağından kaynaklanır ve bu yüzden frekansı bilinen ve yaklaşık olarak sabit bir değerdir. İkili integrasyonun ana avantajlarından biri (A/D çevrimi gerilim/frekans çevrimine dayarır) eğer integrasyon zamanı gürültü sinyalinin çevrim zamanının birkaç katıysa, çok geniş gürültü bastırma yapılabilir. AC ana güç kaynağının frekansı sık sık nominal 50 Hz değerden ayrıldığı için, integrasyon ve anahat sinyali için aynı senkron bağlantı kullanılırsa gürültü bastırma büyük oranda iyileştirilebilir. 7065 tipinde bu kapalı - faz döngüsünde çalışan düzenleyici devre tarafından sağlanır. Şekil 4.8 integral alan A/D çeviricinin filtreli ve filitresiz frekansın fonksiyonu olarak gürültü



Şekil 4.8 : Frekansın fonksiyonu olarak ikili bütünleyici A/D çeviricinin gürültü bastırması

bastırmasını göstermektedir. Normal mod gürültü bastırmasının (NMR) değeri büyük ölçüde frekansa dayanır ve bu yüzden ya diğramsal veya belli frekanslara göre verilir.

Diğer tip gürültü sinyali, cihazın şase ve girdi noktaları arasında görülen *ortak mod gürültüsü*dür. Ortak mod gürültü, her iki girdinin toprağı göre aynı değere sahip olmasıyla karakterize edilir. Bunun sebebi aletin şasesi ile ölçülen devre veya alet arasındaki gerilim farkıdır (U_z) (Şekil 4.9 a). Simetrik ortak mod gürültü ölçüm ile kendi kendine karışmayacaktır; ancak, problem ölçme kabloları içindeki iki hattın direnç değerlerinin eşitsizliğinden ($R_1 \neq R_2$) olur, böylece bu dirençlerden akan ortak mod akımı, ortak mod gürültüsünü asimetriklik derecesine göre normal mod gürültüsüne çevirir.



Şekil 4.9 : Koruma teknikleri kullanılarak dijital voltmetrelerin gürültü hassasiyetinin azaltılması (a) Normal düzenleme
(b) Koruma uygulaması (guard)

Hemen her dijital voltmedrede kullanılan koruma ile ortak mod gürültüsü etkin şekilde azaltılabilir. Metodun temeli , cihazın iki girdi noktasının (yüksek, H ve düşük, L) ve onlara galvanik olarak bağlı devrelerin, cihazın (Şekil 4.9 (b)) topraklı şasesinden koruyarak ayrılmasıdır. Böylece, ölçme devresi ve toprak arasındaki empedans artırılır. Çünkü ölçme hattından geçen ortak mod akım yalnızca koruma devresinin çok yüksek olan izolasyon empedansı tarafından belirlenecektir.

Yalıtım tüm ölçme devresi için sağlanmak zorundadır ve bu yüzden toprak bağımsız bir kısmın yalıtımı harici ölçme hatlarına yalıtım olanağı sağlamak için bir koruma çışına veya cihazın önünde uçlara sahiptir. Koruma (GU-ARD) hattı ölçüm kaynağının (Şekil 4.9) toprağına bağlanmak zorundadır.

Ortak mod gürültü reddi (CMR) verildiğı zaman, üreticiler L girdi ile seri şekilde 1 K Ω (veya nadiren 100 Ω) asimetri üreten direnç var olduğunu kabul ederler. İki tanım metodunu karşılaştırmak için, 100 Ω 'luk CMR değeri 20 dB'ye azaltılır. 7065 tipi voltmetrenin 1 k Ω asimetriye dayanan, CMR değeri, DC voltajı için 150 dB'den az değildir.

Ölçüm Hızı : Otomatik ölçüm sistemlerinde kullanılan voltmetrelerin en önemli özelliklerinden biri maksimum okuma hızıdır (saniye de alınan ölçümlerin maksimum sayısıdır). Doğru gerilim ölçümlerinde dijital voltmetrelerin çalışma hızını etkileyen faktörleri inceleyelim. Her bir parçayı listelerken, 7065 tipiyle ilgili veri ilgi olarak verilecektir. Şekil 4.10'da verilen zamanlama ilişkilerinde.

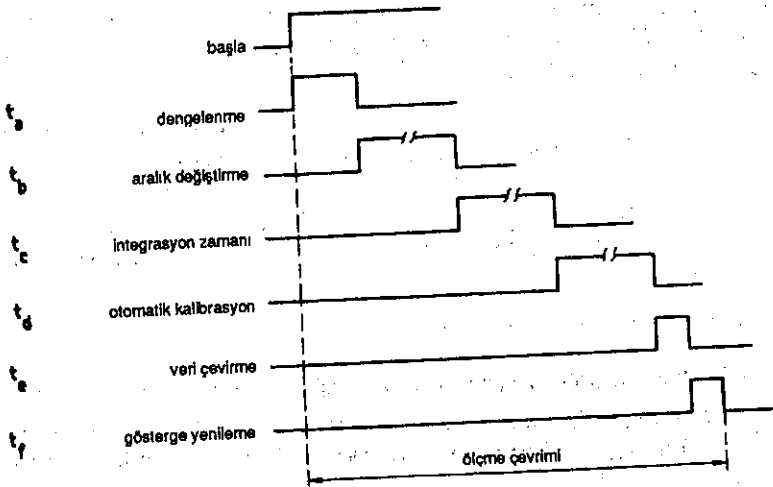
- t_a 2.7 msaniye, dengeye ulaşma (oturma) zamanıdır.
- t_b 12.4 – 35.4 msaniye arasında, aralık değışme gecikmesidir. Bu faktör yalnızca aralık, değışikliğine ihtiyaç olduğunda yani değeri uygun aralığı bulmak için gerekli adım sayısına bağlı olduğu zaman dahil edilmelidir.
- t_c 0.3 msaniye ve 1.28 saniye arasında değışen ve çözünürlük ile gerekli gürültü bastırma değerine bağlı integrasyon zamanıdır. Daha iyi çözünürlük (resolution) ve daha yüksek gürültü bastırma, sadece integrasyon zamanını artırarak ve koruma (guarding) ile başarılabilir. Bunlar ölçümleri oldukça yavaşlatır ve bu sebepten, modern voltmetrelerin kullanıcısı değışen derecelerde hızlı çalışma ve çözünürlük arasında bir seçeneğe sahiptir. 7065 tipi ile ilgili veri, 1.28 saniye 6-haneli ölçümün filtre kullanarak integrasyon zamanı iken, 0.3 msaniye değeri 3-hane elenmemiş ölçümü ilgilendirir.
- t_d Otomatik kalibrasyonun (kalibrasyon zamanı) gecikme zamanıdır ve integrasyon zamanından 1.6 msaniye daha uzundur.

t_e 0 ve 2.5 msaniye arasında veri çevirme zamanıdır. A/D çeviricinin çıkışında, veri tamamen ikili düzen formundadır. Eğer veri çıkışı bir başka format (BCD veya ASCII) kullanılarak yapılırsa çevirme biraz daha fazla sürecektir.

t_f Göstergeyi yenileme zamanı olan 4 msaniyedir.

Bu sebepten ölçme çevriminin toplam zamanı:

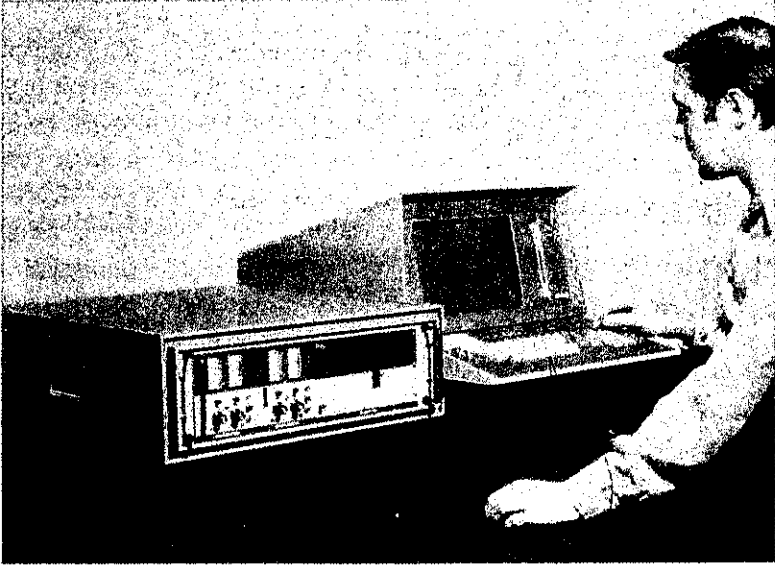
$$t_t = t_a + t_b + t_c + t_d + t_e + t_f$$



Şekil 4.10 : Solartron 7065 tipi voltmetrenin tüm ölçme çevrimi

4.2.2 Programlanabilir Güç Kaynağı (Kepco SN-488 Sistemi)

Birçok üretici bugünlerde programlanabilen IEC-uyumlu güç kaynakları pazarlamaktadır ve büyük modüllü Kepco SN-488 sistemi (Şekil 4.11) bu çeşit ürünlerin en göze çarpan örneğidir. Bu özel cihaz, yeni ölçme kurallarına mevcut ürünlerin uyumunu (yani kontrol özellikleriyle IEC- uyumluluğunu) sağlayan çok güzel bir örnektir.



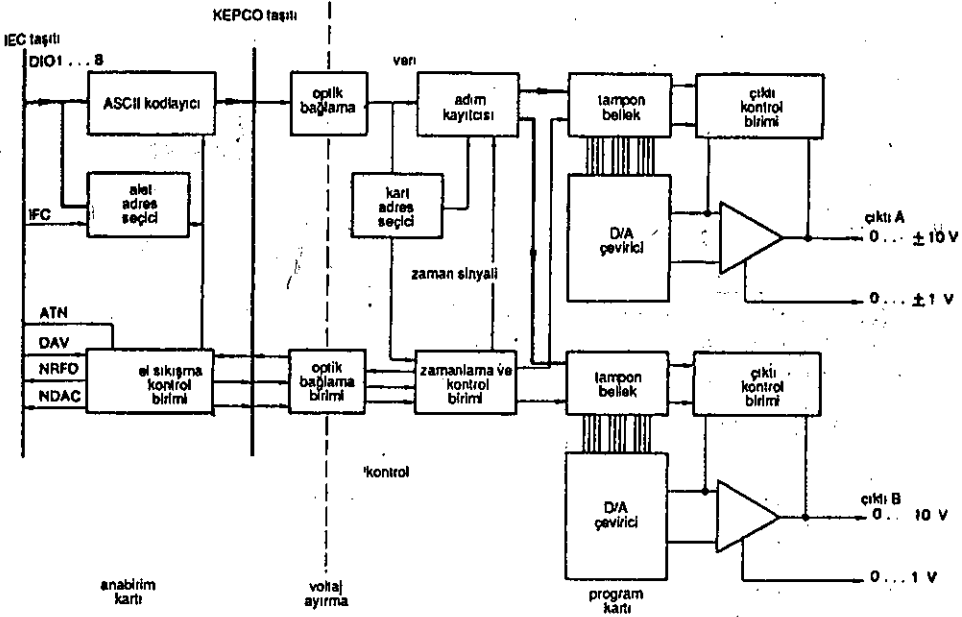
Şekil 4.11: IEC - uyumlu Kepco SN-488 tipi güç kaynağı ünitesi

4.2.2.1 Yapı ve Çalışma

Kepco SN-488 tipi güç kaynağı biriminin sistemi, evrensel tek IEC arabirimi vasıtasıyla 16 bağımsız güç kaynağı birimini programlamaya izin veren modül-yapılı alet ailesidir. Sistem bir IEC arabirim kartı ve dört SN-488-B program kartı içeren SNR - 488 - 4 tipi arabirim ünitesine dayanır. Tüm program kartları güç kaynak gerilimini programlamak için 0-10 veya 0-1 volt sağlayan iki bağımsız analog çıkışa sahiptir. Arabirim kartının çıkışı direkt olarak IEC yoluna bağlandığı zaman, dahili Kepco yoluyla diğer dört program kartını kontrol eder.

Şekil 4.12 arabirim ünitesinin blok diagramını detaylı şekilde göstermektedir. Diagramın solundaki arabirim kartı, IEC arabirimine AH1 alıcı el sıkışma ve L1 dinleyici fonksiyonlarını sağlar. İlave olarak, arabirim ünitesi el ile çevrilen "sadece dinle" operasyon modu için de uygundur ve bu yüzden kontrolsüz sistemlerde de kullanılabilir.

Belirtilen aletin adresi, IEC yolundan gelen veri sinyallerinden alet adres seçicisi tarafından seçilir ve daha sonra ASCII kodlama birimi çalıştırılır. Bu, temelde IEC yolunun ASCII - kodu verilerini bir seri heksadesimal koda çeviren bir ROM'dur. Arabirim kartı, veri transfer çevriminin zamanlamasını kontrol eden el sıkışma kontrol ünitesini de içerir.



Şekil 4.12 : Kepco SNR - 488 - 4 arabirim tipinin blok diagramı

Arabirim kartının çıkışı program kartının girişine dahili Kepco-yolu vasıtasıyla bağlıdır. Diagram bir program kartının yapısını göstermektedir, tüm sistemde 8 benzer birim tek arabirim kartıyla kontrol edilebilir.

Program kartı ve Kepco yolu arasındaki gerilim ayrımı opto-ayırıcıları tarafından yapılır; böylece, her program kartının analog çıkış gerilimi rasgele bir potansiyele göre ya kayan (floating) veya sabit olabilir. Program kartının tanıtım adresi adres seçici birim tarafından tanınır ve program verilerinin adım kaydedicisine girmesini sağlar. Yazma, zamanlama ve kontrol birimi tarafından yaratılan 2-µsaniyelik zaman sinyali tarafından kontrol edilir. Her iki program kart kanallarının (A ve B) programlanması aynı andadır. Paralel formata çevrilen program verisi adım kaydedicisinden tampona ve sonra 12 bitlik D/A çeviricisine iletilir. D/A çeviricisi çıkış yükselticisini süren doğru analog gerilimi (%0.0244 çözünürlük) yaratır.

Analog çıktı geriliminin kutup (+ veya -) ve büyüklüğü (10 V veya 1 V) program verisine göre çıktı kontrol ünitesi tarafından seçilir. Analog gerilim çıktıları 400 m A'e kadar yüklenebilir ve herhangi bir gerilimle programlanan güç kaynak biriminin kontrolü bu yüzden mümkündür. A ve B çıktıları keyfi kontrol içinde kullanılabilir. Muhtemel bir yaklaşımdan birinin güç kaynağının gerilimini kontrol ederken diğerinin akım sınırlarını ayarlamasıdır.

4.2.2.2 IEC Arabirimiyle Programlama

SN - 488 sistemi IEC yolu aracılığıyla 11- karakterlik bir dizisiyle kontrol edilebilir. Bu tür karakter dizilerine bir örnek:

? % 5 = 0999500

Program dizisindeki ilk karakter (?), önceden dinleyici olarak adreslenmiş aleti toprak durumuna geri döndüren IEC arabiriminin dinlememe (UNL-unlisten) mesajıdır. İkinci karakter (%) SN-488 sisteminin 31 mümkün dinleyici adreslerinden biri olan alet adresidir. Üçüncü karakter (5) sekiz mümkün adresten biri olan program kart adresidir. Daha sonraki karakter (=) adres ve verileri ayırma amacına hizmet eder.

Veri grubundaki ilk karakter (0) iki program kart çıkışlarının işaret ve genliğini belirleyen "kontrol karakteri" olarak adlandırılır. Mümkün çeşitler Tablo 4.4'te verilmiştir. H sembolü $0... \pm 10\text{ V}$ ve L $0... \pm 1\text{ V}$ aralığını ifade eder.

Kontrol karakteri iki dizi tarafından takip edilir, her biri üç karakter içerir; bunlar iki program kart çıkışlarındaki tam gerilim değerini ayarlar.

Tablo 4. 4 : Kepco SN - 488 - B Program Kartında Kutup ve Aralık Sınır Belirlenmesi

ASCII Karakteri	Çevrilmiş İkili-düzen değeri	A Çıkışı		B Çıkışı	
		Kutup	Genlik	Kutup	Genlik
0	0000	+	H	+	H
1	0001	-	H	+	H
2	0010	+	L	+	H
3	0011	-	L	+	H
4	0100	+	H	-	H
5	0101	-	H	-	H
6	0110	+	L	-	H
7	0111	-	L	-	H
8	1000	+	H	+	L
9	1001	-	H	+	L
A	1010	+	L	+	L
B	1011	-	L	+	L
C	1100	+	H	-	L
D	1101	-	H	-	L
E	1110	+	L	-	L
F	1111	-	L	-	L

Örneğimizde, ilk dizi (999) A çıkışının gerilimini maksimum değere (10 V veya 1 V) ayarlarken ikinci dizi (500) kontrol karakterinin değerine göre B çıkışında 5 V veya 0.5 V gerilim yaratır.

Yukarıdaki program dizisi, katı bir formata sahip olmak zorundadır. Eğer program dizisi, içermesi gerektiğinden çok veya az karakter içerirse veya adres veya veriler arasındaki ayırma karakteri unutulursa, alet tarafından reddedilecektir.

4.2.2.3 Özellikleri

Aşağıda, SN - 488 sisteminin güç kaynaklarının kontrol programıyla ilgili birkaç önemli özelliği tartışılacaktır. Nümerik veriler tartışmada verilmeyecektir, çünkü yukarıda bahsedilen sistem modüler yapıya sahiptir ve bu yüzden verilen uygulamaya uygun teknik özelliklere sahip herhangi bir güç kaynağının kontrolü için kullanılabilir.

Kaynak etkisi, hat düzenlemesi : Bu sabit-yük şartları altında giriş (ana) gerilim değişimi tarafından sebep olunan çıkış geriliminin maksimum değeridir.

Yük etkisi, yük ayarlama : Bu giriş (ana) gerilimi sabit tutulurken, yük değişimi tarafından sebep olunan çıkış gerilim değişiminin maksimum değeridir.

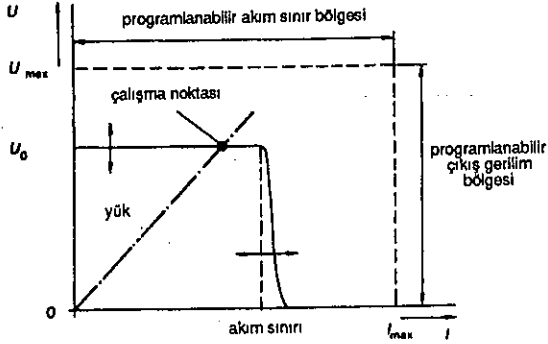
Her iki kontrol özelliği çıkış geriliminin yüzdesi veya direkt olarak mühendislik birimlerinde (mV) verilebilir. Spesifikasyonda aynı zamanda giriş (ana) geriliminin veya yük değişiminin (çıkış geriliminin değişimine sebep olan) dereceside verilir.

Dalgacık ve gürültü gerilimi: Bu, alternatif gerilimin değerinin doğru gerilim çıkışı üzerine binmesidir. Dalgacık ve gürültü gerilimi, belli frekans bandına orantılı olarak etkin veya tepe değeri olarak verilir.

Ayrırma Gerilimi: Bu, güç kaynağının çıkışı ile toprak arasında emniyetle dayanabilinecek maksimum gerilimdir. Bu bilgi özellikle seri bağlanan güç kaynakları için özellikle önemlidir.

Programlanabilen Akım Sınırı : "Akım sınırlama" fazla yük önleme metodudur. Birçok programlanabilen güç kaynağında, akım sınır değeri ve çıkış geriliminin değeri değişebilir (Şekil 4.13).

Programlanabilen aşırı gerilim önlenmesi (crowbar) : Aşırı gerilim önleme otomatik gerilim sınırlama metodudur. Düşük değerli bir direncin çıkışa paralel bağlanmasıyla çıkış geriliminin önceden belirlenen bir değeri aşması prensibi üzerine çalışır. Programlanabilir güç kaynaklarında sınır değeri hâci olarak programlanabilir.



Şekil 4.13 Programlanabilen güç kaynak biriminin özellikleri

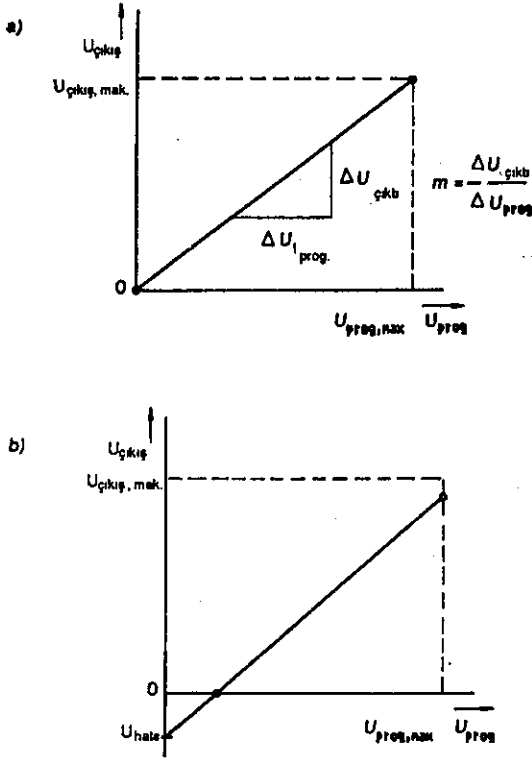
Kalibrasyon : İdeal şartlar altında, gerilim - programlanabilir güç kaynaklarının çıkış gerilimi direkt olarak onların kontrol gerilimi ile orantılıdır. (Şekil 4.14 (a)), yani;

$$U_{\text{çıkış}} = \frac{U_{\text{çıkış}}}{U_{\text{prog}}} U_{\text{prog}} = m U_{\text{prog}}$$

Burada $U_{\text{çıkış}}$ güç kaynak ünitesinin çıkış gerilimidir, U_{prog} onun programlanmasını kontrol eden gerilim ve m bir sabittir.

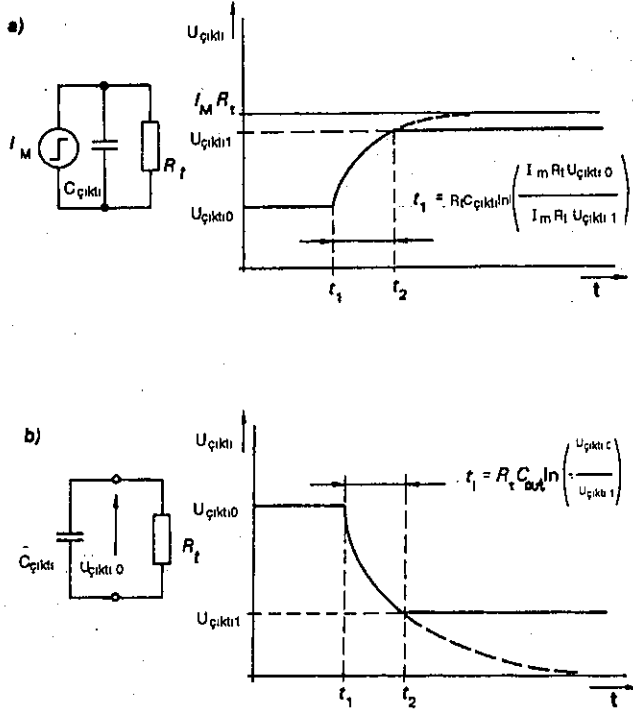
Fakat gerçekte, sıfır değer çıkış gerilimi sıfır kontrol gerilimine karşılık gelmez (Şekil 4.14 (b)). Kalibrasyon temel olarak sadece birkaç milivolt büyüklükteki bu kaydırmanın (offset) yok edilmesidir.

Programlama hızı : Programlanabilir güç kaynaklarının hızlarının kontrolü temelde güç kaynak biriminin yük empedansı ve çıkış kapasitesi tarafından belirlenir. Güç kaynağının çıkış geriliminin artma veya azalmasına göre iki farklı durum vardır.



Şekil 4.14 : Programlanabilir güç kaynak ünitesinin çıkış gerilimleri ve kontrol arasındaki ilişki (a) teoride, (b) gerilim azalışı

Gerilim artışıyla ilgili çıkış gerilimi gerilim-zaman fonksiyonu ve eşdeğer devre Şekil 4.15 (a)'da görülmektedir. Güç kontrol biriminin kontrol devresi, t_1 zamanında çıkış geriliminin gerekli değerden daha küçük olduğunu algılar. Sonra çıkış kapasitörü ($C_{\text{çıkış}}$) ve yük direncinden (R_L) oluşan RC devresinin şarj edilmesi, güç kaynak biriminin seri kontrolörü tarafından izin verilen maksimum akım (I_M) kullanılarak başlar. Çıkış gerilimi zaman sabiti tarafından, ($R_L C_{\text{çıkış}}$) belirlenen bir hızla eksponansiyel olarak artar. Şekilde görülen metoda göre, tepki zamanı t_r , gerilim değişim değeri ve izin verilen maksimum akım tarafından belirlenir ve zaman sabiti tarafından sınırlanır. Tepki zamanı çıkış gerilimi lineer artarken eğer hiç yük yoksa, minimal değere sahiptir.



Şekil 4.15 : Dinamik çalışma modunda programlanabilir güç kaynak ünitesinin eşdeğer devresi (a) gerilim artışı, (b) gerilim azalması

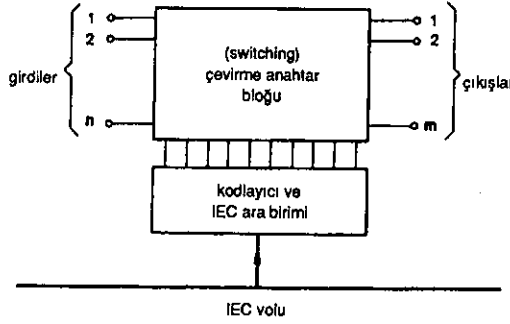
Eşdeğer devre ve gerilim azalmasıyla ilgili çıkış gerilim zaman fonksiyonu Şekil 4.15 (b)'de görülür. Bu durumda, çıkış gerilimi zaman sabiti $R_t C_{\text{çıkış}}$ tarafından belirlenen hızda program kontrolünün gerektirdiği değere azalır.

Yukarıdan açıkça görüldüğü üzere güç kaynağı biriminin tepkisini "hızlandırmanın" yolu çıkış kapasitesini azaltmaktır. Ancak bu, gürültü azaltması için zararlıdır ve birçok durumda kabul edilemez; artan gerilimlerle ilgili herhangi bir durumda çalışma, akım sınırlarının büyüklüğü artırılarak hızlandırılabilir.

4.3 Ölçüm Noktası Anahtarları ve Röleleri (Relays)

Birçok ölçme sisteminde, sinyal kaynağı ve cihazlar ölçme birimine direkt olarak bağlanamaz. Bunun sebebi aynı sinyali birkaç girdi noktasına iletme ihtiyacından veya aynı cihazı birkaç ölçme noktasında kullanmadan kaynaklanır. Bu durumun tersi, peş peşe gelen ölçme çevrimlerinde ölçme ünitesinin aynı noktasına farklı cihazlar bağlandığı zaman uygulanır. Ölçüm noktası anahtarlama el ile yapılırken verilerin ölçüm ve işlenmesi otomatik olarak yapılıyorsa, otomasyonun en önemli avantajları (hızlı çalışma, subjektife ve insan hatalarının vs.) kaybolmaktadır. Bu yüzden, elektronik - kontrollü ölçme-nokta anahtarları veya röleleri ("matris anahtar" olarak da bilinir) en eski otomatik ölçme sistemlerinde bile kullanıldı.

IEC arabirim sistemlerinin kabul edilmesinden sonra bu alanın gelişmesi hızlandı ve yeni ürünlerin hemen hepsi IEC- uyumludur.



Şekil 4.16 : IEC-uyumlu ölçüm noktası anahtarlarının yapısı

Şekil 4.16, IEC-yol-konrollü ölçüm noktası röleleri blok diagramını gösterir. Aletin en önemli parçası, giriş noktalarını çıkış noktalarına kontrolörün direktifleri altında bağlayan anahtar elemanlarını içeren anahtarlama bloğudur. Anahtarlama bloğunun organizasyon ve yapısı ile kullanılan rölelerin tipleri de onun başarabileceği görevleri belirleyecektir. Aletin diğer işlevsel elemanlarının görevleri, IEC arabirim dinleyici ve alıcı fonksiyonları, program kodlama ve anahtar eleman kontrollerinin yaratılmasıdır.

4.3.1. Ölçüm Noktası Röleleri ve Anahtarların

Sınıflandırılması

Ölçüm noktası röle ve anahtarları birçok şekilde sınıflandırılabilir. Aşağıdaki bölümde çeşitli kategoriler ve onların en önemli özellikleri tanıtılacaktır.

4.3.1.1. Anahtarlama Elemanları (Switching Elements)

Ölçüm noktası anahtar aletlerinde kullanılan anahtar elemanlarının iki ana kategorisi vardır: Bunlar "mekanik röleler" ve "yarıiletken anahtarlardır".

Mekanik röleler : En önemli mekanik röleler kamaş röleler "reed relays" dir. Kamaş rölelerin kontakları hermitik koruyuculu cam kapla kapatılmıştır ve camın dışında bulunan kalıcı veya elektro mıknatıslar ile çalışır. Korunmuş temas uçları sebebiyle kamaş rölelerin çalışması çok güvenilirdir. Mekanik rölelerin yaşam süresi tipik olarak $10^6 - 10^7$ operasyondur.

Kamaş rölelerin yarıiletken anahtarlara olan en önemli avantajı, iletim (temas) dirençlerinin küçük ($5-100m\Omega$) olmasıdır; ancak, kontakların fiziksel ayrılıktan sonra açık durumdaki ayrılma direnci pratik olarak sonsuzdur. Diğer kanallara ve kontrol birimlerine karşı ayırma direnci sonsuz olarak da kabul edilebilir. Anahtarlanabilen gerilimin aralığı $50-300 V$ olan geniş bir aralıktır.

Kamaş rölelerin dezavantajı, manyetik alanın yükselme ve azalması tarafından ve özellikle kontakların titreşmesiyle belirlenen oldukça yavaş çalışma zamanıdır ($0.5 - 5 m$ saniye)

Yukarıdakilere ilave olarak, genellikle kullanılan iki özel kamaş röle tipi vardır. Bunlardan biri, kontak titreşimi olmayan ve daha uzun çalışma hayatına (10^9 çalışma) sahip "cıva-ıslatmalı röle" dir.

Diğer tip özel kamaş röle düşük-seviye sinyal devrelerinde kullanılan "düşük-termal röle"dir. Demir röle kontağı ve bakır bağlantı arasındaki termo elektrik potansiyel, normal kamaş rölelerinde yaklaşık $40\mu V$ iken bu hata potansiyeli düşük-termal tipler için sadece $1-5\mu V$ 'tur.

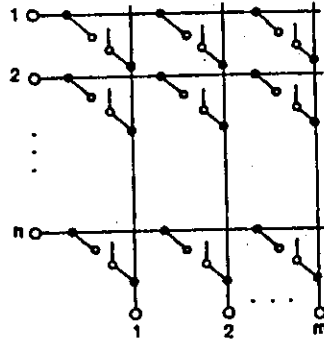
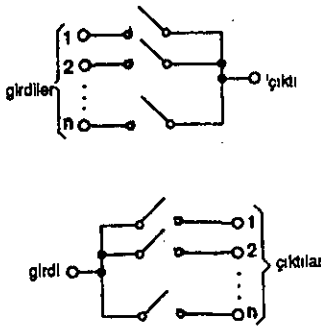
Yarı iletken anahtarlar : Çeşitli yarı iletken anahtarlardan, alan etkili kontrollu transistör (FET) en genel kullanılanıdır. Üç temel tip FET (JFET, MOSFET ve CMOS) anahtar ünitesi olarak kullanılır; ancak CMOS anahtarlarının avantajları (çok küçük akım kanalı ve çok geniş anahtarlama gerilim aralığı) birçok uygulamalarda özellikle çekicidir.

Yarıiletken anahtarların mekanik rölelere avantajları, özellikle sınırsız yaşam ömrü ve çok kısa çevirme zamanıdır ($50-1000 n$ saniye). Ancak, bunların iletim (kontakt) direnci çok fazla ($20 - 100\Omega$) ve ayrılma dirençleri daha sınırlı ($10^6 - 10^9\Omega$) olduğu için açık durumda bile onlar biraz iletme sahiptir. Onların ana dezavantajı, pratikte kaynak gerilimi tarafından belirlenen çok sınırlı anahtarlama gerilim aralığıdır; bu yüzden, fazla gerilim uygulandığı zaman çok kolayca hasar görebilirler ve bunlara karşı korunma gerektirirler.

4.3.1.2 Çoklayıcı (Multiplexer) Yapısı

Röleler anahtar bloğunun yapısına göre de sınıflandırılabilir. Bu açıdan üç kategori vardır.

Çoklayıcı veya tarayıcı birimleri iki veya daha çok veri girdisine sahiptir. Çıkışa birleştirilecek giriş, program girişlerine anahtarlanan birleşik sinyallerle seçilir (Şekil 4.17 (a))



Şekil 4.17 : Ölçüm noktası anahtarlarının sınıflandırılması
(a) Çoklayıcılar, (b) Ters çoklayıcılar, (c) matris anahtarlar

Ters çoklayıcının görevi yukarıdakinin tersidir. Giriş sinyaline birleştirilecek çıkış noktası, program girişlerine anahtarlanan birleşik sinyallerle seçilir. (Şekil 4.17 (b))

Matris anahtarlar ölçüm noktası anahtarlarının üçüncü kategorisidir. Bu birim herhangi bir giriş noktasını herhangi bir çıkış noktasına kontrolörün talimatlarına göre (Şekil 4.17 (c)) birleştirilebilir.

4.3.1.3. Anahtarlama Sırası (Switching Sequence)

Anahtarlama sırası açısından keyfi veya sabit sıralar vardır. Keyfi - sıra ölçüm nokta anahtarları, program verisinden röle birimini çalıştıran sinyalleri yaratan kodlayıcı birimi içerir.

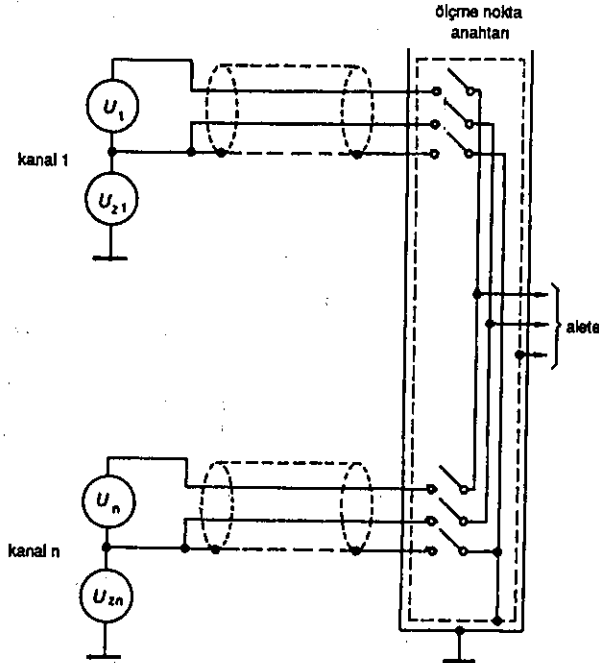
Sabit - sıra ölçüm noktası anahtarı sadece başlama sinyali ve onların çalışması için röle zamanlama sinyali gerektirir, çünkü birimin anahtarlama sırası değiştirilemez.

Devirli tarayıcı sabit - sıralı çoklayıcının özel bir formudur ve hemen hemen daima veri toplama için kullanılır.

4.3.1.4 Frekans Bandı

Ölçüm noktası anahtarları, anahtarlandığı frekans bandına göre de sınıflandırılabilir.

Düşük frekans sinyalleri için kullanılan ölçüm noktası röle anahtarlama bloklarının yapımında en önemli konu, girişime karşı en mükemmel korumayı sağlamaktır. Özellikle uzun mesafeler boyunca milivolt sinyallerinin iletimini korumasız başarılamaz. Birçok durumda, basit koruma yetersizdir ve koruma kullanımı faz girişim sinyallerinden korunma sağlamak için gerekli olacaktır. Bu, bir kanalın anahtarlanması için üç kontağın gerekli olacağı anlamına gelir. Böylece, düşük-seviye, düşük-frekans sinyal ölçme anahtarlarının temel üniteleri normal olarak üç kamış röle içerir (Şekil 4.18). Bunlardan ikisi düşük termal kamışlardır, üçüncü ise, anahtarlama koruyucusu olan normal kamıştır. Koruyucuyu çeviren kontaklar en son anahtarlama açılır ve ilk anahtarlama kapanır.

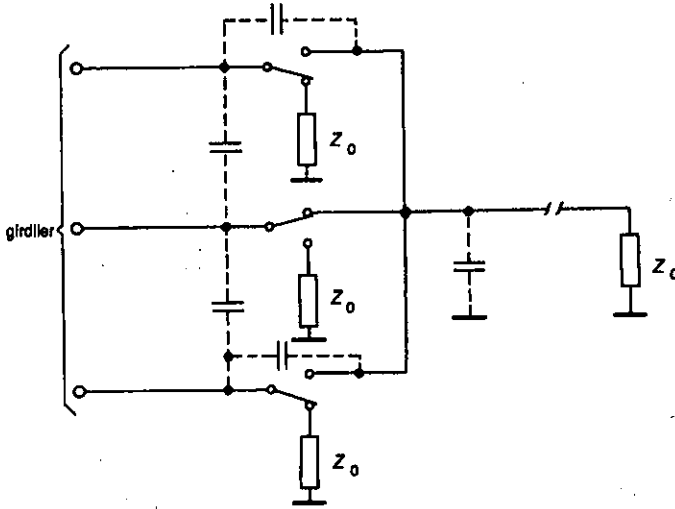


Şekil 4.18 : Düşük - frekans ölçme-nokta anahtarlarında koruma tekniğinin kullanımı

Yüksek frekans ölçme röleleri hızlı yükselme zamanlı dürtü sinyallerinin bozulmamış iletimi için kullanılmak zorundadır, çünkü bu sinyallerin 100 MHz'den büyük frekans spektrum parçaları önemlidir. Ancak, bu rölelerin hangi frekans limiti üzerinde kullanılacağı kati olarak tanımlanamaz; çünkü seçim, sistemde kullanılan bağlantıların uzunluğu ile ölçülen sinyallerin frekansı tarafından etkilenir.

Yüksek frekans sinyallerinin bağlantısı için iletim hatları kullanılır. Bu hatların en önemli özelliklerinden biri, hattın geometrik boyutları tarafından belirlenen karakteristik empedanstır. Eğer iletim hatları karakteristik empedans ile bitmezse veya bazı sebeplerden (örneğin bağlantı veya anahtarlama) hattın karakteristik empedansı değişirse, zararlı yansımalar iletilen sinyallerin bozulmasına sebep olacaktır. Böylece, yüksek frekans ölçme röleleri kullanılırken, hat empedanslarına ve uçlara özel ilgi göstermek çok önemlidir. Kaçak (stray) kondansatörü hattın karakteristik empedansını belirlemede önemli rol oynar, çünkü onların yüksek frekanstaki etkileri ihmal edilemez.

Şekil 4.19 yüksek frekans çoklayıcının teorik devre diagramını göstermektedir. Girdiler açık/kapalı durumundan bağımsız olarak daima karakteristik empedans (Z_0) ile biter. Diagram kapalı durumda ayrılma direncini azaltan ve açık durumda sokma kayıplarına sebep olan kaçak kondansatörlerini gösterir. Her iki durumda da kondansatörler, girişim veya çapraz konuşmaya katkıda bulunur. Sokma kaybı ve kaçak kondansatörlerden oluşan girişim frekans ile doğru orantılıdır.



Şekil 4.19 : Kaçak (stray) kondansatörlü çoklayıcının eşdeğer devresi

4.3.2. Özellikler

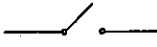
Ölçüm noktası anahtarlarının görevi çok basit gibi görülebilir; programa göre ölçme biriminin çeşitli noktalarını sinyal kaynakları veya cihazlarla birleştirir. Ancak; otomatik ölçme sisteminin ölçme olanakları pratikte sık sık bu anahtarlardan çıkan problemler tarafından sınırlanır.

İdeal ölçüm noktası anahtarı sıfır iletim direncine, sonsuz ayrılma direnci ve sıfır anahtarlama zamanına sahiptir. Gördüğümüz gibi, gerçek aletler bu idealleştirilmiş özelliklere sahip değildir ve sonuç olarak onlara bağlı sistemin çalışmasını çok veya az oranda etkilerler. Belli bir ölçme görevi için uygun ölçüm noktası anahtarlarının seçimini etkileyen özellikleri inceleyelim.

4.3.2.1. Düşük - Frekans Ölçüm Noktası Anahtarlarının Özellikleri

Yapı : Ölçme noktası anahtarlarının en önemli özelliği; anahtarlama bloğunun iç yapısı, giriş ve çıkış yapısı ve temel anahtarlama biriminin yapısıdır. Otomatik ölçme sistemlerinin yapısı değişir ve modern ölçüm noktası rölesi değişmeyen modüler yapıdadır. Rölelerin kontak sistemi genellikle uluslararası olarak kabul edilmiş kısaltmalar kullanılarak verilir. Bu semboller Tablo 4.5'de liste halinde verilmiştir.

Tablo 4.5 : Röle kontak sembolleri

	A S.P.S.T.- N.O.	Form A uç kontağı
	B S.P.S.T.- N.O.	Form B bağıntısız kontak
	C S.P.D.T.	Form C morse kontak
	D D.P.D.T.	Ikili mors kontak

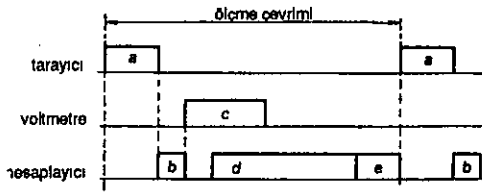
Maksimum Kontak Oranları : Anahtarlama kontakları ele alınabilecek maksimum gerilim ve akım tarafından belirlenir.

Röle Ömrü: Rölenin ömrü, tam-yüklü şartlar altında bozulmadan önce çalıştırılan operasyon sayısı ile verilir.

Kontak Direnci : Bunun değeri, kapalı kontakta izin verilen en yüksek akım tarafından yaratılan gerilim düşmesinden hesaplanır.

İzolasyon veya Ayırma Direnci : 100 - 500 V direk test gerilimi kullanarak açık anahtarda ölçülen değer.

Anahtarlama Zamanı : Programlı-kontrol ölçüm noktası röleleri kullanıldığında, "anahtarlama zamanı" program verisinin alınmasından başlayarak, kontakların kararlı duruma varmasıyla sona eren zaman süresidir. Bu otomatik ölçme sistemlerinde kullanılan rölelerin en önemli özelliğidir. Anahtarlama zamanının değeri, tarayıcı ve dijital voltmetre içeren hesaplayıcı kontrollu veri toplama sisteminin zamanlama ilişkisini gösteren Şekil 4.20'den açık olacağı üzere, sistemin çalışma hızını etkiler.



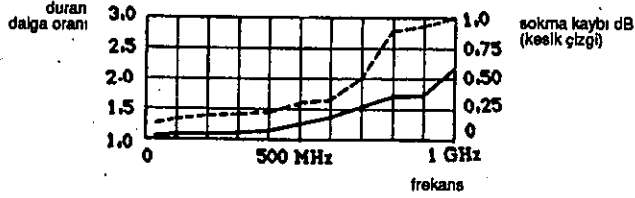
Şekil 4.20 : Veri-toplama sisteminin zamanlama ilişkileri

Çapraz Konuşma (Crosstalk) : Bu bitişik kanallardan girişimin ölçümüdür. Değeri temelde bitişik kanalların uygun sonlanması ve frekanslarına dayanır.

4.3.2.2. Yüksek - Frekans Ölçme Anahtarlarının Özellikleri

Karakteristik Empedans : Ölçüm noktası rölesinin dahili devresi ve anahtarlama aleti ile ilgilidir ve röleye bağlı kablolar için katı bir standart sağlar. Pratikte, 50Ω karakteristik empedans en yaygın kullanılandır.

Gerilim duran dalga oranı (VSWR) : VSWR ölçüm noktası rölesinin sokulması nedeniyle oluşan yansımaların ölçümüdür. Değeri büyük ölçüde frekansa bağlıdır (Şekil 4.21).



Şekil 4.21 : Frekansın fonksiyonu olarak yüksek-frekans ölçüm noktası anahtarının duran dalga oranı ve sokma kaybı (E-H Research, Tip 42)

Sokma Kaybı (Insertion loss): Bu dB biriminde ifade edilen ölçüm noktası rölesinin sokulmasından dolayı oluşan gerilim düşmesinin değeridir. Sokma kaybı frekansa da bağlıdır. (Şekil 4.21).

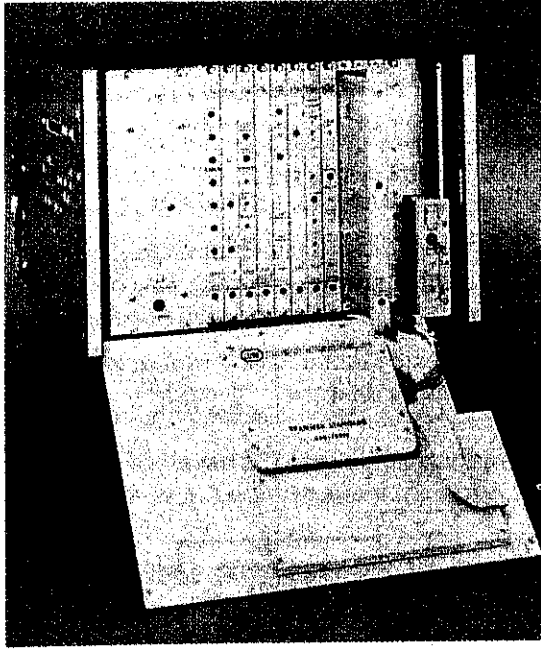
Yükselme Zamanı : Yüksek frekanslar durumunda ölçüm noktası rölesinin kaçak kondansatörü, kayıp dirençleri ve kablo indüktansı bir pasif dört kutuplu oluşturur. Bunun yükselmesi iletilen dürtünün yükselme zamanını artırır.

4.4. Modüler Evrensel Cihazlar

Bugünlerde IEC-sistem-uyumlu cihazların çoğu geleneksel yapıdadır, yani onlar ya IEC yolu (lokal çalışma cihazları hariç) tarafından kontrol edilir veya ön panel çalışma aletleri ve göstergeleri içeren kendi kendine yeterli cihazlar olarak kullanılır. Kullanıcı, yalnızca otomatik sistem uygulamaları için cihaza ihtiyaç duyuyorsa, hiç kullanılmayacak olan ve takılmış haldeki lokal kontrollör için ilave ödeme yapmak istemeyecektir.

Bu açık gerçeği fark eden çok sayıda cihaz üreticisi, genellikle kullanılan cihazları (multimetre, frekans metre, geçici durum kaydedicisi vs.) içeren otomatik cihaz setleri geliştirmekte ve onlar modüler yapılarından dolayı çeşitli kullanıcı uygulamaları için daha uygun olmaktadır.

Bu sistemlerin önemli bir avantajı yapılarının değişebilmesidir. Bunun önemi günümüzdeki hızlı teknik gelişmeden dolayı bir aletin faydalı ömrü düşünüldüğünde daha iyi anlaşılacaktır. Bu sistemler kullanıcı tarafından az ilave maliyet ile kolayca genişletilebilir.



Şekil 4.22 : Modüler E-H Research 8200 tipi ölçme sistemi

Şekil 4.22, E-H Research tarafından yapılan 8200 tipi evrensel ölçme sisteminin bir örneğini göstermektedir. Bu alet, her elemanı IEC arabirim veya kontrollü mikroişlemci kullanarak çalıştırılabilen ve yapısı değiştirilebilen takılabilir settir.

8200 sisteminin yapısı Şekil 4.23'te görülmektedir. Her ünite üç kategoriye sahiptir. Kontrol fonksiyonlarını ele alan birimler, bellek ilaveli mikroişlemci birimi ve ona direk bağlı ICE arabirim ünitesi, matris anahtarı ve otomatik kalibrasyon için gerekli onaylama üretecidir.

Temel ölçme üniteleri şekilde görüldüğü gibi frekans metre, saat, dijital gecikme birimi ve dijital multimetredir. Aletin gövdesinde ilave birimleri yerleştirmek için üç yarık (slot) sağlanır.

Kontrolör Kısmı : Tüm ölçülen ve tetikleyici sinyaller, program talimatlarına göre mikrobilgisayar birimi tarafından kontrol edilen matris anahtar yardımıyla uygun cihazın girişine iletilir. Mikrobilgisayarın merkezi birimi yarıklardan birindeki MC-6800 tipi mikroişlemcidir . Ölçme sisteminin çalışmasını kontrol eden çalışma sistemi 8-kbaytlık ROM'da yerleşmiştir ve

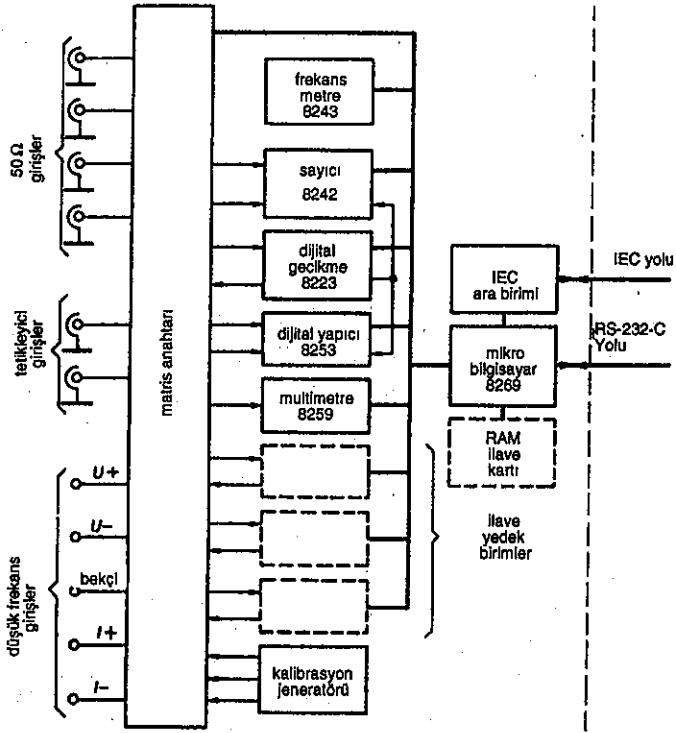
kullanıcı programları ve ölçüm verileri 3-kbaytlık RAM'da saklanır. İlave kart kullanarak RAM maksimum 32 kbayta genişletilebilir. Cihaz kontrolundan ayrı olarak, takılabilir onaylama üretici ile tüm sistemin otomatik kalibrasyonu için mikrobilgisayar kullanılabilir.

Sistemin çalışma dili çok basit sembol program dilidir ve cihazın programlanması üç harfli kod gerektirir. Kontrol karakter dizisi aşağıdaki gibi olabilir :

DMM, FUN = VDC, RAN = 6, MOD = DIF,

Burada DMM cihaz belirtilmesi (dijital multimetre), FUN = VDC çalışma modunun belirtilmesi (doğru gerilim ölçümü), RAN=6 aralığı (1000 V) seçer, MOD = DIF tekleyici mod ve filtre seçeneği (direk, filtre edilmiş) dir.

Program dili, bellekte saklamak ve program yapmak için kullanılan iki harfli 19 kontrol komutunu da içerir.



Şekil 4.23 : E-H Research 8200 tipi ölçme sisteminin yapısı

IEC sistemi açısından, 8200 sistemi konuşma ve dinleme kabiliyetlerine sahip bir alettir. IEC ara biriminden (evrim içi çalışma modunda kullanılır) ayrı olarak 8200 sistemi, RS - 232-C uyumlu bilgisayar evre donanımlarının bağlanmasına uygun olan diğer bir arabirim sistemine de sahiptir. Bu çeşit bir sistem, çevrim dışı çalışma modunda program yapım ve kalibrasyonu için kullanılabilir.

lme niteleri : 8200 lme sisteminin yarık (slot) niteleri mikroilemci birim tarafından dahili yol üzerinden kontrol edilir. Her yarık temel olarak bağımsız fonksiyonlara sahiptir, ancak tasarımcı mümkün olan yerde entegre yapıdan gelen avantajları iyi kullanılmalıdır; örneğin, saat ve frekans metre girişleri paylaşılır.

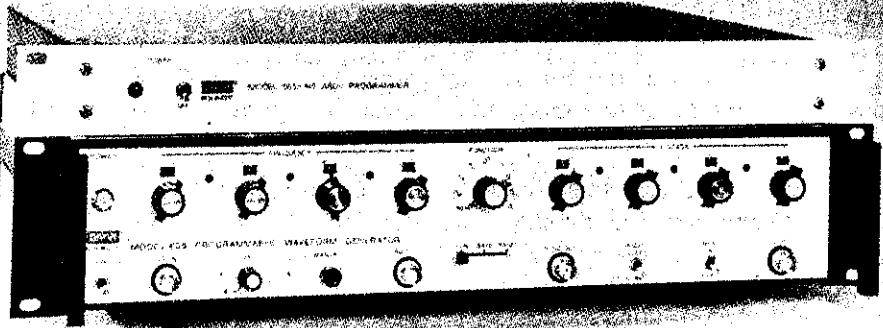
Temel lme üniteleri iki kategoriye dahildir : (1) 8253 tipi dijitleyici (100 MHz geçici durum kaydedicisi) ve 8259 tipi multimetre, sinyal genlik özelliklerini ölçen aletlerdir. (2) 8243 tipi sayıcı ve 8242 tipi sayıcı sinyallerin zaman fonksiyonlarıyla ilgili özellikleri ler.

İki cihaz grubunu bağlayan 8223 tip dijital gecikme birimidir ve diğer lme ünitelerinin başlamasını 1 nsaniye adımlarla maksimum 10 msaniye'ye kadar geciktirir.

Benzer şekildeki modüler lme sistemleri diğer şirketler tarafından üretilir. Onların en meşhuru Hewlett - Packard Multiprogramlayıcıdır, onun en son modeli (Model 6942A) kontrolörün minimum yüklenmesi ve basitleştirilmiş programlanmasını sunar. Manchester'deki İngiliz BIODATA firması çok geniş kullanıcı ihtiyaçlarına uygun yapıda yüksek esneklikte bir sistem üretir. Onların MICROLINK ailesi sürekli genişleyen aralıkta modüllere sahiptir.

4.5 IEC Arabirim niteleri

IEC sistemlerinin evrensel kabllerinden dolayı son birkaç yılda tasarlanan cihazların çoğu IEC arabirimini takılabilir seçimli birim olarak içerir. Ancak, pazarda hâlâ IEC arabirimi içermeyen birçok cihaz vardır. Bu yüzden birçok şirket, cihazların geleneksel BCD arabirim çıktısına ve IEC yoluna bağlanmasına izin veren arabirimler üretir. Bu arabirim üniteleri esnekliklerine göre sınıflandırılabilirler, yani onlar tek tip cihaz veya çeşitli cihazlara arabirim için kullanılır, yani onlar evrenseldir.



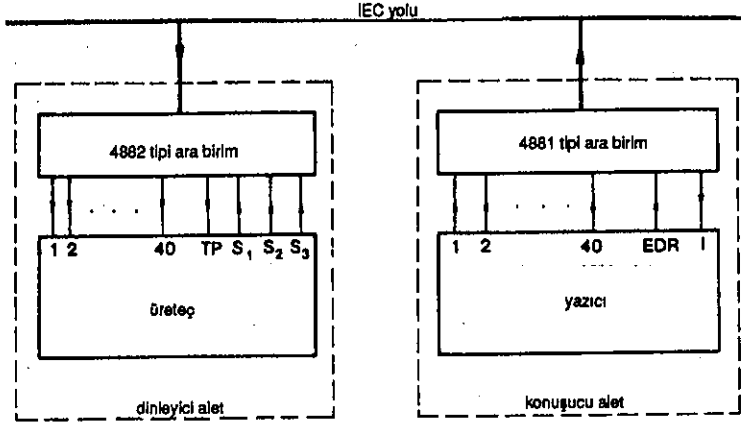
Şekil 4.24 : İlave IEC arabirim ilaveli, EXACT tarafından yapılan 605 - 145 model programlanabilen dalga şekli üretici

EXACT tarafından yapılan 605 - 145 arabirimi, EXACT 605 tipi dalga şekli üreticini IEC yoluna bağlayan özel bir birimdir (Şekil 4.24). Dalga şekli üreticisi arkasındaki 40 bacaklı konektör üzerinden kontrol edilir. Çeşitli fonksiyonların kontrolünü ve uygun kodları sağlayan girdilerin sayısı Tablo 4.6'da liste halinde verilmiştir.

Tablo 4. 6 EXACT 605 tipi fonksiyon üretici kontrolünün düzenlenmesi

Fonksiyon	Girdi sayısı	Kod
Frekans sınırı	4	BCD
Frekans seti	12	BCD
Gerilim sınırı	2	İkili düzen (Binary)
Gerilim seti	12	BCD
Sinyal şekli	4	İkili düzen
Kutupluluk (Polarity)	1	İkili düzen
Sabit DC kayma	1	İkili düzen
Tetikleme	2	İkili düzen
Ortak toprak	1	—

Arabirim, IEC yolundan gelen ASCII kodlu seri karakterler dizisinden aleti kontrol eden paralel kodları yaratır. Arabirimin program tablosunda, IEC yol ASCII karakterleri özel olarak alet fonksiyonlarına tahsis edilmiştir.



Şekil 4.25 : ICS Electronics 4881 ve 4882 arabirim tiplerinin bağlantısı

Genel amaçlı IEC arabirimleri için benzer kesin bir bağlantı verilemez. Şekil 4.25, ICS Electronics 4881 ve 4882 tipi arabirimleri ve onlara bağlı cihazların bağlantısını gösterir. Her iki arabirimde tamamen genel amaçlıdır. Yani onlar belli temel şartlar sağlandığında BCD girdi ve çıktıya sahip herhangi bir tip ve yapımdaki cihazlar için kullanılabilir.

4882 tipi arabirimin dinleme aleti, adresi aldıktan sonra IEC yolundan 12-karakterlik dizi mesajı alır. Mesaj daima CR LF karakterleriyle bitmek zorundadır. Sınırlayıcıdan önce gelen 10 yer aşağıdaki ASCII karakterlerini içerir :

123456789. ; + - E

Sınırlayıcının alınmasından sonra, 4882 tipi arabirim alet-bağımlı mesajı çıkış kaydedicisine koyar ve sonra onu TP (transfer kontrol) dürtünün pozitif giden kenarıyla aynı anda paralel formatta transfer eder. Eğer cihaz halihazırda veri almaya hazır değilse, bu S₁, S₂ ve S₃ durum bayrak hatları yoluyla arabirime sinyallenir. Bu arabirimin el sıkışma prosesini etkiler; çünkü yeni program verisi ilk verinin değişiminin tamamlanmasına kadar iletilmez.

4881 tipi arabirim benzer kurallarla çalışır ve konuşma fonksiyonları gerektiren cihazlara bağlanabilir. Aletin 4-bitlik BCD çıkışlarından 10 karakter, 4881 tipinin giriş kaydedicisine transfer edilebilir. Veri transferi EDR (çıkış ve

risi hazır) geçerlilik sinyalinin pozitif giden kenarı ile başlatılır. Arabirim, alınan alet - bağımlı mesajın IEC yoluna iletildiği ve onun bir sonraki mesajı almaya hazır olduğunu belirttiği, I (bastır, Inhibit) sinyaliyle alete sinyaller.

IEC taşıtının transfer edilebilir karakterlerinin değerleri 4881 tipi durumunda Tablo 4.7'de görüldüğü gibi 4-bitlik BCD veri girişi ile sınırlıdır.

Tablo 4.7 4881 arabirim ICS Electronics tipinin kod tablosu

4-bitlik BCD girdi karakterinin Desimal değeri	Çıktı Karakterinin ASCII Kodu
0...9	0...9
10	+
11	-
12	.
13	,
14	E
15	Δ

Benzer arabirimler, Farnell Instruments tarafından üretilir. Onların Omnibus OB1 modeli IEC yolunun hem konuşucu ve hem de dinleyici fonksiyonlarını yerine getirir, OB2 modeli $3\frac{1}{2}$ hanelik panel metrenin ilavesiyle benzer özelliklere sahiptir.

Özel veya evrensel IEC arabirimlerin kapasitelerinin karşılaştırılmasında, evrensel arabirimin sınırlı karakter seti olduğu açıktır. Evrensel arabirimler, sadece sayısal veri taşımak için uygundur ve birçok durumda bu sadece basit IEC sistemleri için yeterlidir.

4.6. IEC Arabirim Devreleri

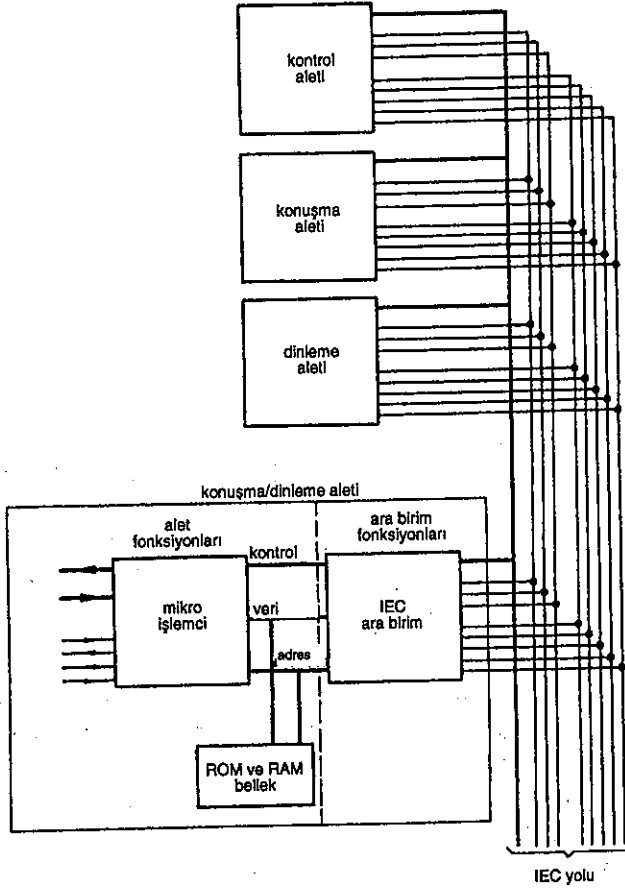
Şekil 4.26 IEC ölçme sisteminin yapısını göstermektedir. IEC arabirime bağlı ünitelerden biri olan akıllı bir birim detaylı şekilde gösterilmiştir. Şekilde görülen IEC arabirimin mantık kısmı tek yongada birleştirilebilir ve artan sayıda uygun LSI arabirim devreleri yarı iletken üreticileri tarafından pazarlanmaktadır. Mikrobilgisayarların tartışıldığı bölümde, 8-bitlik Intel mikroişlemcileri IEC yoluna arabirimleyen 8291 tip devrelerden söz edildi. Ben-

zer amaçlı cihaz arabirim devreleri Motorola (MC68488 tipi), NEC (7210 tipi) ve Texas Instruments tarafından (TMS9914 tipi) kendi mikroişlemcileri için üretilir.

IEC yongalarını taşıt hatlarına bağlamak için özel tamponlar vardır. Tipik bir devre, yüksek hızlı Schottky 8 kanallı iki-yönlü alıcı-vericidir.

İlave olarak Philips, HEF4738 V tipi evrensel LSI arabirim devresi üretir. Bunlar her bilgisayar veya kablolu kontrol cihazını, IEC yolu ile arabirimlemek için uygundur. Bu arabirim üniteleri mikroişlemcinin yazılım ara bağlantı kısmını önemli ölçüde basitleştirir böylece cihaz, kontrol görevini çok kolay yapar.

Aşağıdaki bölümde, Motorola'nın yapı, çalışma ve kullanımı ve Philips arabirim devreleri detaylı tartışılacaktır.



Şekil 4.26 : IEC yoluna programlı-kontrol cihazının arabirimlenmesi

4.6.1 Motorola MC68488 Arabirim Devresi

MC68488 tipi genel amaçlı arabirim adaptörü 40-bacaklı bir seramik yonga içine yapılmış bir NMOS teknoloji LSI devresidir. Ünite ve bazı yedek devreler Motorola MC6800 veya MC6802 tipi mikroişlemcilere bağlandığı zaman aşağıdaki arabirim fonksiyonlarını üretir :

- alıcı ve kaynak el sıkışması
- konuşucu veya genişletilmiş konuşucu
- dinleyici veya genişletilmiş dinleyici
- Servis isteği
- Uzak / lokal kontrol
- Paralel yoklama
- alet temiz
- alet tetikleme

Yukarıdaki arabirim fonksiyonlarından ayrı olarak devre, adres tanımlama, DMA kontrol, sadece konuş, sadece dinle gibi bazı alet fonksiyonlarını da yaratabilir. Çeşitli fonksiyonların yaradılışı ya arabirim ünitesinde otomatik olarak veya en az miktar sayıda mikroişlemci kullanımıyla başabilir.

4.6.1.1 Giriş / Çıkış Sinyalleri

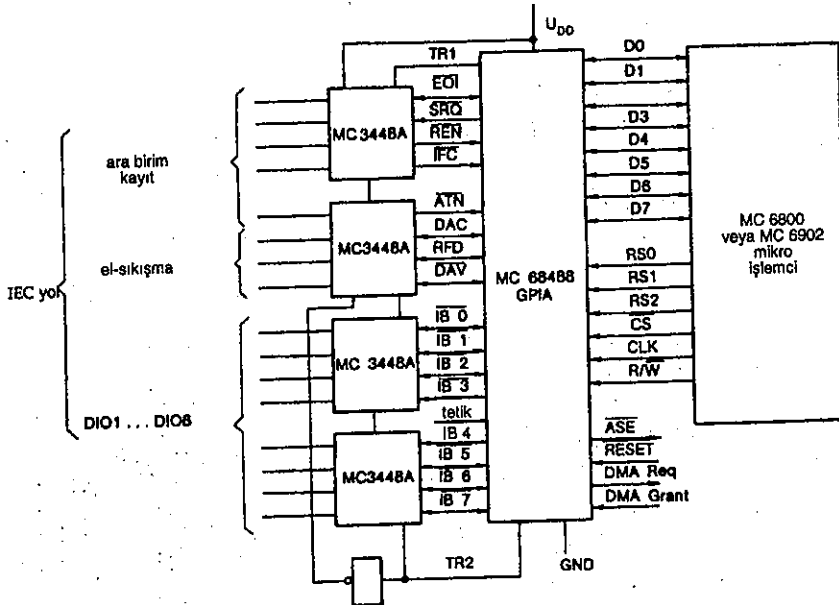
Şekil 4.27 MC68488 biriminin IEC yoluna veya mikroişlemciye bağlantısını gösterir.

IEC yol ve arabirim ünitesinin sinyal hatlarının bağlantısı dört MC 3448A tipi geri-dönüşümsüz yol alıcı / verici devreleri tarafından başabilir. Bu devrelerin herbiri sinyal devrelerinin kontrolü için uygundur ve onlar dış kontrol sinyallerine göre ya açık - kollektör olarak veya üç-durum sürücüler olarak çalışır. Bu seçim ve tüm IEC yolunun veri trafiği arabirimin TR1 ve TR2 sinyalleri tarafından kontrol edilir. Alıcı / verici birimler tersine -çevrilmeyendir (non inverting). IEC yol sinyallerinin negatif değerleri MC68488 çıktıların atanmasında kullanılır. Bu IEC arabiriminin negatif lojik geleneği kullanırken, MC68XX Motorola devreleri serisinin pozitif lojik kullanmasından dolayıdır.

MC68488 ve mikroişlemci arasındaki iki-yönlü veri trafiği DB 0 ... DB7 veri yollarında üç-durumlu sürücüler yoluyla olur. Kontrol sinyalleri aşağıdaki fonksiyonları ele alır :

likte bunların görevi okuma ve yazma için MC68488 üzerinde bulunan 15 kaydediciden birini seçmektir.

- CS yonga seçme sinyali, mikroişlemci tarafından çeşitli çevre üniteleri arasından MC68488'in seçimi için kullanılır.
- CLK zaman sinyali mikroişlemcinin 2 zaman sinyalidir ve 1 MHz maksimum değere sahiptir.
- R/W (oku/yaz) sinyali veri trafik yönünün kontrolü için mikroişlemci tarafından kontrol edilir.
- ASE adres anahtarını yetkilendir sinyali, alet adresini ayarlayan anahtarları ayıran üç durumlu sürücülerin yetkilendirme sinyalidir.
- Reset temizleme sinyali, güç kaynağı açıldıktan sonra MC 68488 birimini toprak durumuna yenilemek için kullanılır.
- DMA Req, DMA Grant, DMA kontrol sinyalleri; DMA çalışma modunda DMA birimleri ve MC 68488'in karşılıklı çalışmasını sağlamak için kullanılır.



Şekil 4.27 : Motorola MC 68488 devresi yoluyla mikroişlemci ve IEC yolunun arabiriminlenmesi

4.6.1.2. Yapı ve Çalışma

MC 68488 arabirim ünitesi, verilerin IEC yoluna transferi için veya mikroişlemciye yoldan ulaşan veri veya mesajların iletiminde kullanılan 15 8-bitlik kaydedici içerir. Kaydedicilerin içerikleri Tablo 4.8'de gösterilmiştir. Kaydedicilerin 7'sine yazılabilir (RXW) ve sekizinden okunabilir (RXR). Yaz kaydedicileri mikroişlemciden doldurulurken oku kaydedicileri temelde IEC arabirim komutları ve adresleri içerir. Arabirim tarafından yaratılan çeşitli durum sinyalleri (bayraklar) oku kaydedicisinde içerilir.

Tablo 4.8 MC68488 Arabirim Kayıtları

Kayıt İsmi	Sembol	Bitler							
		7	6	5	4	3	2	1	0
Kesme	R0W	IRO	BO	GET		APT	CMD	END	BI
Kesme durumu	ROR	INT	BO	GET		APT	CMD	END	BI
Komut durumu	R1R	UACG	REM	LOK		RLC	SPAS	DCAS	UUCG
Kullanılmayan	R1W								
Adres durumu	R2R	ma	to	lo	ATN	TACS	LACS	LPAS	TPAS
Çalışma modu	R2W	dsel	to	la		hlde	hllda		apte
İlave komut	R3R		DAC	DAV	RFD			ulpa	
	R3W	Reset				msa	rtl		fget
Adres anahtarı	R4R	UD3	UD2	UD1	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1
Adres	R4W	lsbe	dal	dat	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1
Seri yoklama	R5R		SRQS						
	R5W	S8		S6	S5	S4	S3	S2	S1
Komut transfer	R6R	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Paralel yoklama	R6W	PPR8	PPR7	PPR6	PPR5	PPR4	PPR3	PPR2	PPR1
Veri girişi	R7R	D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10
Veri çıkışı	R7W	DO7	DO6	DO5	DO4	DO3	DO2	DO1	DO0

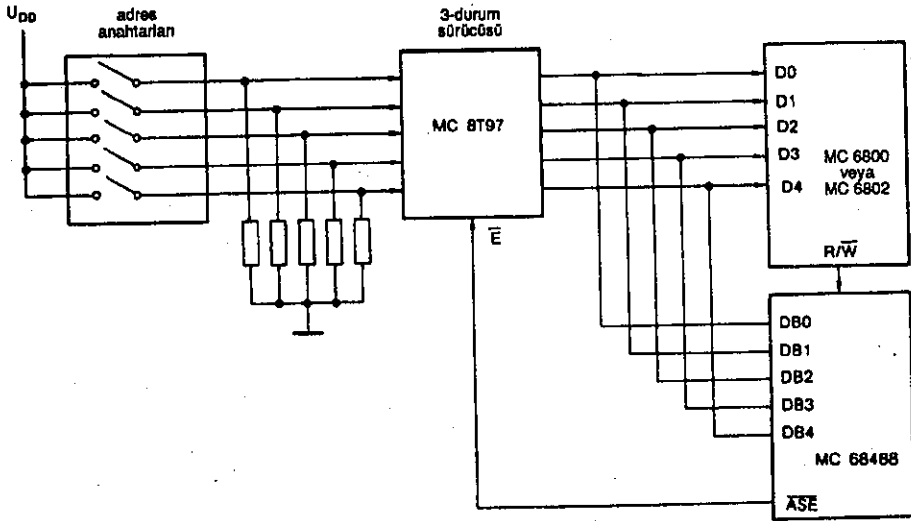
Aletin konuşucu adreslenmiş durumunda, veri "Veri dışarı" (R7W) kaydedicisine transfer edilir, el sıkışma prosesi kullanarak IEC yoluna taşınır. Eğer yola ait tüm aletler veri kabul ederse, "Kesme Durumu" kaydedicisinin BO (bayt çıktı) biti mikroişlemciye verinin hazır olduğunu sinyaller.

Genişletilmiş konuşucu/dinleyici fonksiyonlarında mikroişlemci, ikinci alet adresini "Komut transfer" kaydedicisinden (R6R) okuyabilir. Eğer mikroişlemci, ikinci adresi kendisinininki gibi kabul ederse, "İlave komut" (R3W) kaydedicisi ile IEC yoluna "Benim İkinci Adresim" (MSA) mesajını iletir.

İlk adresin tanınması arabirimde olur. Adres tahsisi ya programda veya Şekil 4.28'de görülen üç-durum sürücüler ve adres anahtarları kullanarak yapılır. Adres tahsisinde, ASE kontrol sinyali adres anahtarlarında ki bilgi seçiminin mikroişlemciler girilmesine için izin verir. Sonra mikroişlemci, adresi "Adres" (R4W) kaydedicisine yazar.

Arabirim üniteleri "Seri yoklama" (R5W) ve "Paralel Yoklama" (R6W) kaydedicileri vasıtasıyla IEC sistem kontrolör kaynaklı yoklamalara cevap verir.

MC68488 "sadece konuş" ve "sadece dinle" ile standart IEC arabirim fonksiyonlarını yaratma kabiliyetine sahiptir. Bu iki durum mikroişlemci tarafından "çalışma modu" (R2W) kaydedicisindeki "to" ve "lo" bitleri ile belirtilir.



Şekil 4.28 MC68488 arabirim ünitesinde alet adres tahsisi

4.6.2 Philips HEF4738V Tipi Arabirim Ünitesi

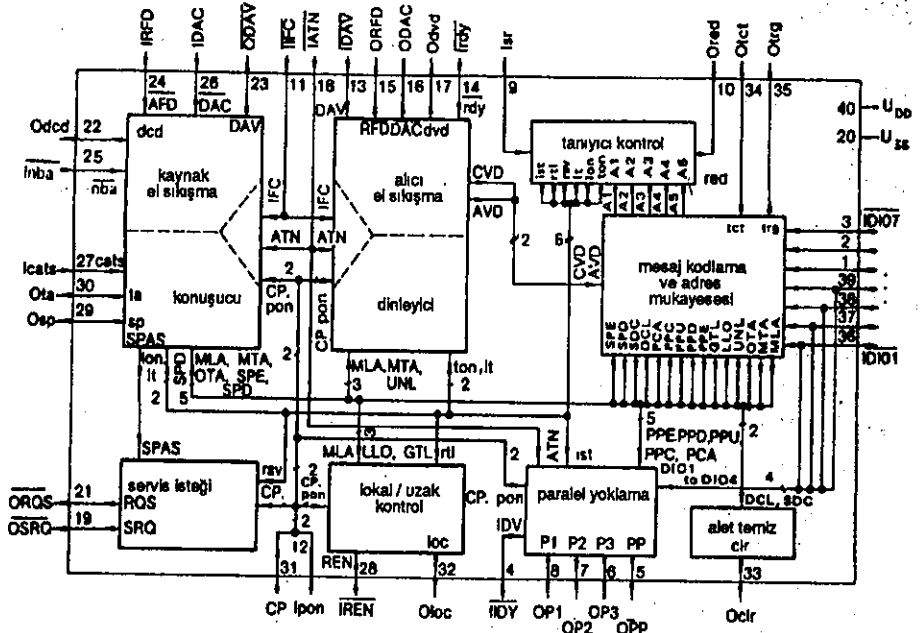
HEF4738V tipi evrensel arabirim ünitesi, LOCMOS (Lokal Oksidasyonlu Tamamlayıcı MOS) teknolojisi ile yapılan 40- bacaklı DIP LSI entegre devresidir. LOCMOS CMOS'un ileri formudur ve ana avantajları aynı fonksiyon sayısı için daha küçük yonga boyutu, TTL teknolojisine yaklaşan çalışma hızı ve geniş kaynak gerilim aralığıdır (3-15 V).

Birkaç basit ilave devrelere bağlandığı zaman HEF 4738V aşağıdaki arabirim fonksiyonlarının değişimlerini yaratır :

- alıcı ve kaynak el sıkışması (AH1, SH1)

- konuşucu (T1 veya T5)
- Dinleyici (L1 veya L3)
- servis isteği (SR 1)
- uzak / lokal kontrol (RL1)
- paralel yoklama (PP1)
- alet temiz (DC1)
- alet tetikleyici (DT1)

HEF4738V kullanarak, aletin görevleriyle ilgili arabirim büyük ölçüde basitleştirilir. Yukarıdaki fonksiyonların yaratılması için HEF4738V ve alet arasında sadece iki dinleme ve iki konuşma el sıkışma hattı, üç "alet komut hattı" ve birkaç transfer hattı, gereklidir. Arabirim ünitesi ve IEC yolu ters çevirici alıcı/vericiler vasıtasıyla bağlanır.



Şekil 4.29 : HEF4738 V Philips arabirim devresinin devre diagramı

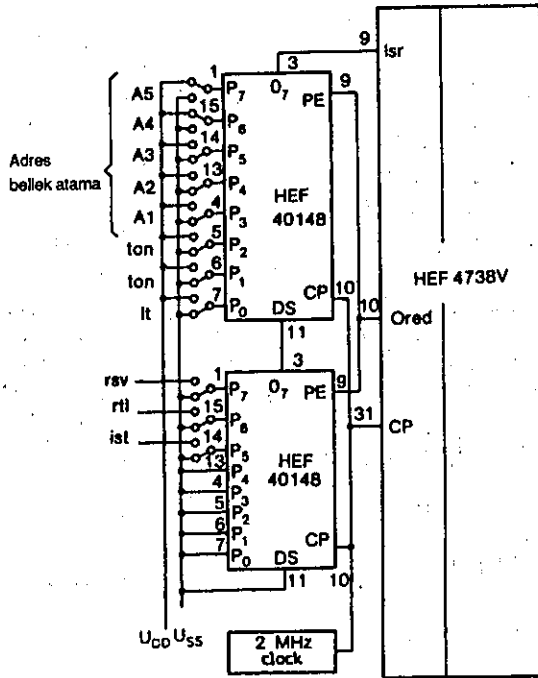
4.6.2.1. Yapı ve Çalışma

HEF4738V'in yapısı Şekil 4.29'da görülmektedir. IEC yolunun ters çevrilmiş veri hatları, mesaj kodlayıcı ve adres karşılaştırmacı birime bağlanır. Yoldan ulaşan arabirim mesajları DI01 ... DI07 hatlarında iletilirken, DI08 hattı

arabirim ünitesine bağlı değildir. Mesajlar ilave bir 1 (giriş) veya 0 (çıkış) sinyali ile birlikte pozitif lojik değerleri kullanan arabirim ünitesinin IEC yol hatlarında negatif değerlere sahiptir. IEC yolunun veri ve kontrol transfer sinyalleri arabirimin uygun fonksiyonel birimlerine taşınır. Arabirim, bu kontrol ve veri transfer sinyallerinden ve kodu çözülmüş arabirim mesajlarından, alete gönderilen mesajları ve iki el sıkışma işleminin sinyallerini üretir.

4.6.2.2 Lokal Mesajlar

Aletten ulaşan lokal mesajların kodlanması, arabirim ünitesinin tanıyıcı kaydedicisinin görevidir. Bu adım kaydedicisi tek girdi (1sr) tarafından doldurulur, böylece 10 girdi noktasından tasarruf edilir. Ancak bu çözümde bir dış ilave devre gerekir. Lokal mesajların seri girdisi, Şekil 4.30'da görülen iki 8-bitlik adım kaydedicileri, örneğin HEF4014B kullanarak başarılabılır. Kaydediciyi adımlattıran zaman sinyalinin optimum frekansı 2 MHz'dir.



Şekil 4.30 : Lokal IEC arabirim mesajlarının HEF4738V arabirim devresine girmesi

Tanıyıcı kaydedicinin içerikleri lokal mesajların gerçek değerlerine göre sürekli yenilenir. Sürekli işlemde OR (veya) sinyali, tanıyıcı kaydedicinin seri doldurulmasından önce, harici adım kaydedicilerinin paralel doldurulmasında izin vermede önemli bir role sahiptir.

Tanıyıcı kaydedicide saklanan bilgi aşağıdaki lokal mesajlara karşı gelir:

A1 ... A5	alet dinleme ve konuşma adresi
ton	"sadece konuş" mesajı
lon	"sadece dinle" mesajı
lt	konusucu ve dinleyici değişkeninin bölümü
rsv	"servis istek" mesajı
rtl	"lokal kontrole dön" mesajı
ist	tek durum sinyali

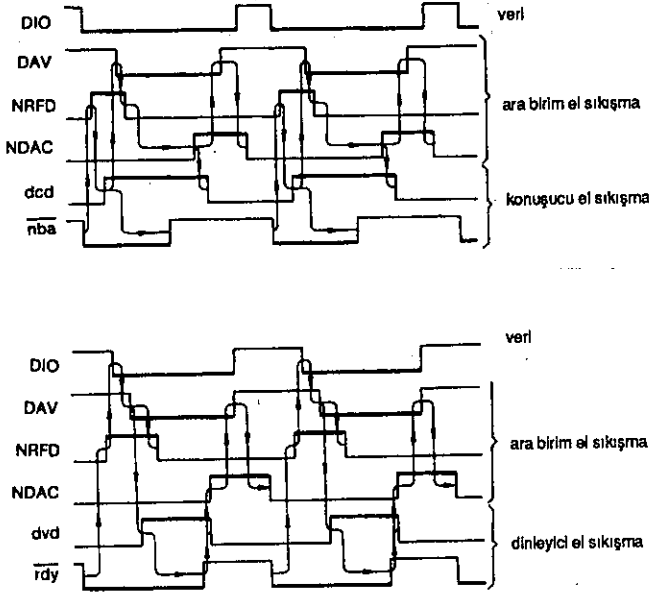
4.6.2.3 Alet Elsıkışma Prosesi

HEF4738V, aletin veri trafiğini iki farklı elsıkışma prosesiyle kontrol eder. Bu elsıkışma prosesleri, arabirim ünitesi ve aletin veri iletim ve alımı esnasında çalışmasını akort eder. Her iki işlemle ilgili biri arabirim tarafından diğeri alet tarafından yaratılan iki sinyal vardır.

Şekil 4.31 (a) konuşma elsıkışma prosesinin sinyallerini göstermektedir. Arabirim elsıkışma proseslerinin zamanlaması da şekilde görülür. Konuşucu elsıkışma prosesinde, veri iletimi dcd (veri değiştirme) ve nba (yeni bayt mümkün) sinyalleri tarafından kontrol edilir.

Şekil 4.31 (b) dinleyici elsıkışma prosesinin zamanlamasını gösterir. Elsıkışma prosesine katılan sinyaller : arabirim ünitesinden kaynaklanan dvd (alete geçerli veri), arabirim ünitesinden kaynaklanan ve alette yaratılan rdy (sonraki bayt için hazır) sinyalleridir.

Eğer veri yaratma ve alet transfer hızı yeterince hızlı ise, iki alet elsıkışma prosesi ihmal edilebilir.



Şekil 4.31 : HEF4738V arabiriminin el sıkışma prosesleri
 (a) Konuşucu el sıkışma, (b) dinleyici el sıkışma

4.6.3 MC68488 ve HEF4738V Arabirim Ünitelerinin Karşılaştırılması

Motorola MC68488 tipi ve Philips HEF4738V tipi arabirim ünitelerinin ortak özelliği onların IEC sisteminin dinleyici ve konuşucu aletlerinin ara-bağlantısı için birkaç basit ilave devreleri ile beraber kullanılabilmesidir. Tek MOS-LSI yonga devreleriyle IEC yol standardı tarafından belirlenen 48 mA akım yükünü başarmak mümkün olmadığı için kısmen dış ilave devreler gerekir. Karmaşık girdi/çıkış sinyallerinin transferi için paketin 40 bağlantısı yetersiz olduğundan diğer ilave birimler gerekir.

İşlevsel ve ölçme teknoloji benzerliklerine rağmen, iki devrenin yapı ve çalışması temelde farklıdır. HEF4738V tipi tamamen donanım - gerçekleşmiş IEC arabirimidir. Devre temel olarak geleneksel 40-50 TTL devresinin yerini alan LSI teknoloji evrensel arabirim devresidir. Onu içeren IEC aletinin çalışma hızı genellikle temel aletin veri ele alma hızı tarafından belirlenecektir. Arabirim ünitesi lokal mesajların girdisini kontrol eden 2MHz saat sinyali-ne uygun, yaklaşık 200 kbayt/saniye maksimum veri transfer hızına izin ve-

rir. Onun kullanımı, arabirim aletinin kontrolu ile ilgili hiçbir sınırlama yapmaz. Hem geleneksel TTL devreleri ve hem de mikrobilgisayar kontrollu aletlerin arabağlantısı için kullanılabilir.

Diğer taraftan MC68488 tipi arabirim ünitesi, sadece MC6800 tipi veya MC6802 tipi mikroşlemciler ile kullanılabilir. Bu devre temel olarak yazılım gerçekli IEC arabirimidir ve çalışması mikroşlemciyi kontrol eden program tarafından yönetilen I/O devresidir. Tüm yazılım gerçekliler gibi, benzer görevleri yapan donanım biriminden daha yavaştır, çalışma hızı normal moda (DMA değil) yaklaşık 10 kbayt/saniyedir.

BÖLÜM 5

OTOMATİK ÖLÇME SİSTEMLERİNİN TASARIM VE YAPIMI

Otomatik ölçme sistemlerine olan ilginin artışı ölçme teknolojisinin hemen hemen her alanında gözlenebilir. Bu ölçme sistemleri geleneksel ölçüm metodlarıyla çok zor olan ölçüm işlemleri için uygun olduğundan güzel bir şeydir. Ancak, ölçme otomasyonu oldukça fazla yatırım ve dikkatli düşünceler gerektiren bir görevdir ve bu yüzden, ölçme işleminin otomasyonundan önce hangi konuların düşünüleceğini incelemek uygundur.

İlk etapta kullanıcı üç önemli konuyu incelemek zorundadır:

- (1) Ölçüm otomasyonu insan gücünden önemli tasarruf sağlayabilir mi?
- (2) Yapılacak iş, ölçme otomasyonsuz çözülemez mi?
- (3) Şimdiye kadar önlenen veya görmezlikten gelinen ve sadece sistemin otomasyonu ile çözülebilecek bir problem mi vardır?

Bu soruların cevapları daima basit bir evet veya hayır değildir, her durumda otomasyonun en iyi çözüm olduğuna karar vermekte yeterli değildir. Ancak tüm yatırımla ilgili yeni ve önemli durumlar, değerlendirmenin geriye kalan adımları esnasında açığa çıkar.

Eğer probleme en iyi çözüm, otomatik ölçme sistemi ise, ölçme sisteminin seçimi başlayabilir. Bu çok teknik bir görevdir; gerekli ölçüm problemlerinin sadece yoğun bilgisi yeterli değildir, fakat sorumlu kişi mümkün çözümlere aşina olmalı zorundadır ve cihaz üreticileri tarafından sunulan seçeneklerinde farkında olmalıdır.

Ölçme sisteminin seçimi tartışılmadan önce, otomatik ölçme sistemiyle ilgili genel şartları inceleyelim.

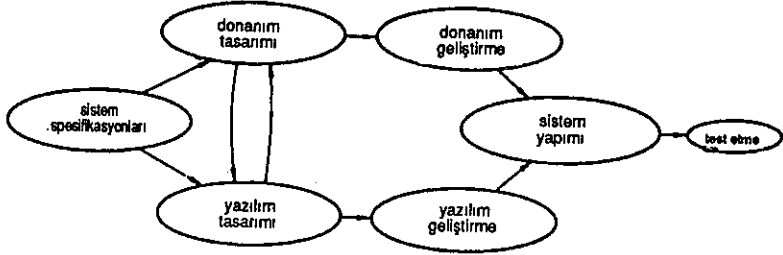
(1) Uygunluk : Otomatik ölçme sisteminin ilk ve en önemli şartı, onun verilen ölçme görevini yerine getirmesi ve çalışma şartları ve çevresine uyum sağlaması zorunluluğudur. Sistemin amacı bu yüzden tamamen tanımlanmalıdır. Aynı zamanda, kullanıcı sistem tarafından ihtiyaç duyulan yeterli programlama kabiliyetlerine sahip olmalı veya uygun eğitim için düzenlemeler yapılmalıdır.

(2) Gelişme Olanağı : Ölçme teknolojisinin hızlı gelişmesinde, en önemli şart gerekli görevler değiştiği zaman sistemin daha sonraki gelişmeler için uygun olmasıdır. Böylece sistemin tasarımı bu durum akılda tutularak yapılmalıdır. Değişebilir birimli bir modüler yapı veya programlanabilir kontrollü sistemler yeni ölçüm işlerindeki program değişikliğine uygunluğun nasıl başarılacağını gösteren örneklerdir.

(3) Ekonomi : Otomatik ölçme sistemleriyle ilgili diğer temel şart, ekonomidir, ancak ekonomik geri dönüşün çoğunlukla tahmin edilmesi zordur. Pratikte, otomatik sistemler insan gücü tasarrufu yanında, insan hatasının ortadan kaldırılması, daha büyük doğruluk, tekrarlılık ve hız gibi avantajlar sağlar.

5.1. Otomatik Ölçme Sistemleri Tasarım İşlemi

Şekil 5.1'de otomatik ölçme sistemleri için tasarım işleminin tüm çevrimi gösterilmektedir. İlk adım, şartları ve gerçek olanakları düşünerek sistem ayrıntılarını belirlemektir. Donanım ve yazılım tasarımcıları detaylı tasarımlar için gerekli sistem özelliklerini belirlemede işbirliği yapmak zorundadır.



Şekil 5.1 : Otomatik ölçme sistemleri için tasarım işlemi

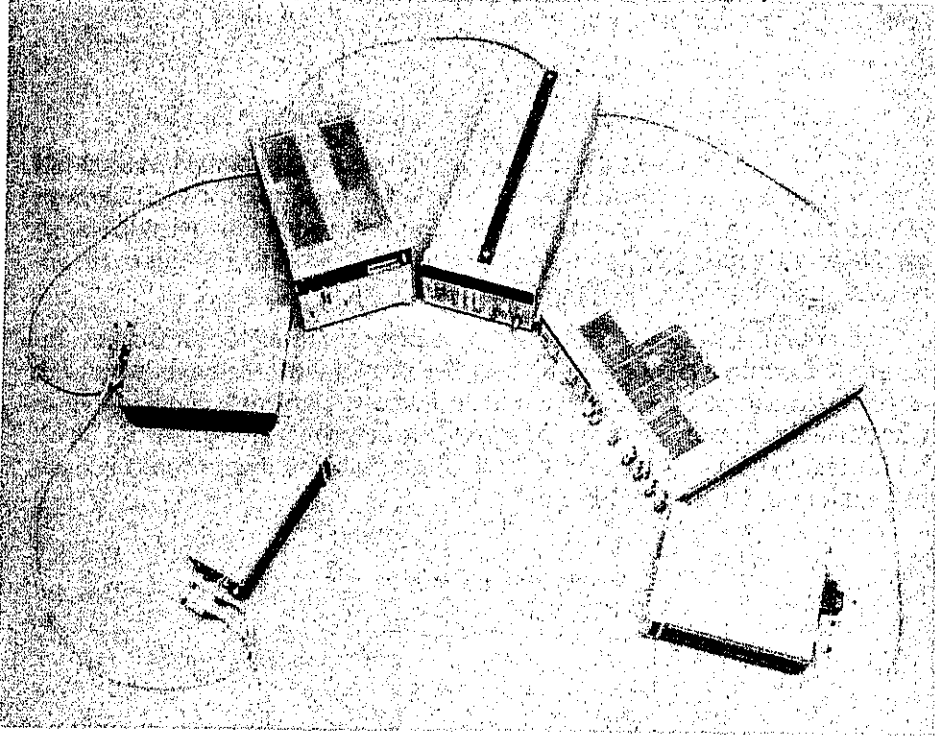
Daha sonra sürekli etkileşimle ve ideal olarak aynı anda yazılım ve donanım tasarımı yapılmalıdır. Donanım tasarımcısı, yazılımı detaylı bilmek zorundadır; çünkü onun yazılım tarafından tasarlanan donanımı kontrol edecektir. Diğer taraftan, yazılım tasarımcısı da donanımın şartları ve olanaklarının farkında olmalıdır; çünkü, sistem kontrol yazılımı sadece bunlara uyarak üretilebilir.

Bu iki tasarımın birbirine bağlantısı otomatik ölçme sistemlerinde yazılım veya donanım tarafından gerçekleştirilebilecek birçok fonksiyonun varlığı, gerçeği daha da vurgular. Bu, önceden tartışılan IEC arabirimleri gibi evrensel arabirim sistemleri için özellikle doğrudur. Optimum çözüme düşünlünen fonksiyonların çeşitli gerçekleştirmelerinin avantaj ve dezavantajları dikkatlice tartışarak ulaşılır.

Yazılım gerçekli çözüm, iç esneklik açısından ve donanım maliyetlerinin azaltılmasından dolayı tercih edilir. Ancak, örneğin sistemin hız gerekleri do-

nanım gerçeklemesini gerektiriyorsa bu çözüm seçilebilir. Birçok durumda melez gerçekleşme en iyi çözümdür; diğeri bir deyişle, problemin bir kısmı ile donanım elemanları geri kalanı ile yazılım uğraşır.

Ayrıntı ve sistem tasarım fazını tamamlamada donanım ve yazılım elemanlarının paralel gelişmesi başlar. Bunu takiben, her elemanın ilk testinden sonra, sistemin montajı devam eder. Standart IEC birim sisteminde, her cihaz ticari olarak satın alınabilen standart kablo ve bağlayıcılarla bağlanır (şekil 5.2).



şekil 5.2 : IEC sisteminde bağlantı aletleri

Birçok cihaz içeren karmaşık sistemler varsa, montaj ve takip eden testi bir adımda yapmak tavsiye edilmez; çünkü, potansiyel hataların sayısı büyük lde artar ve onların yerini bulmak zordur. Bu durumlarda, donanım ve yazılım altsisitemlerinin ayrı ayrı test edilmesi tavsiye edilir ve onların işlemesi yeterli olduğu zaman, tüm sistemin montajı yapılabilir.

Aşağıda kitabın orijinal konusuna dönerek IEC-arabirimine dayalı ölçme sistemlerinin tasarımı tartışılacaktır.

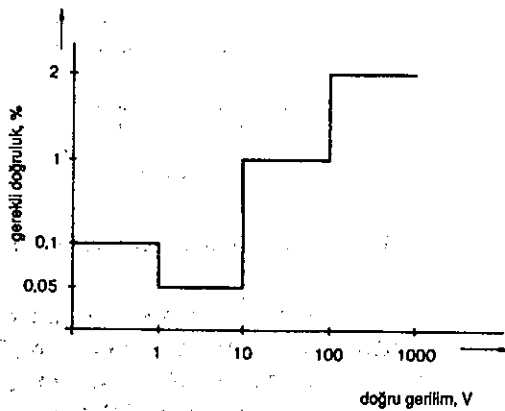
5.2. Donanım Tasarım ve Gelişmesi

Her arabirim sistemi uyumsuzluk problemlerini yok ederek otomatik ölçme sistemleri tasarım mühendislerinin görevini basitleştirir. Böylece, donanım tasarım mühendisi dikkatini yapılacak ölçme işlemine yoğunlaştırır ve onun görevi en uygun cihazları ve sinyal kaynaklarını seçmek ve onların görevlere ve diğer cihazlara uygun bağlantılarını yapmaktır.

5.2.1. Ölçme Cihazları ve Sinyal Kaynakları Seçimi

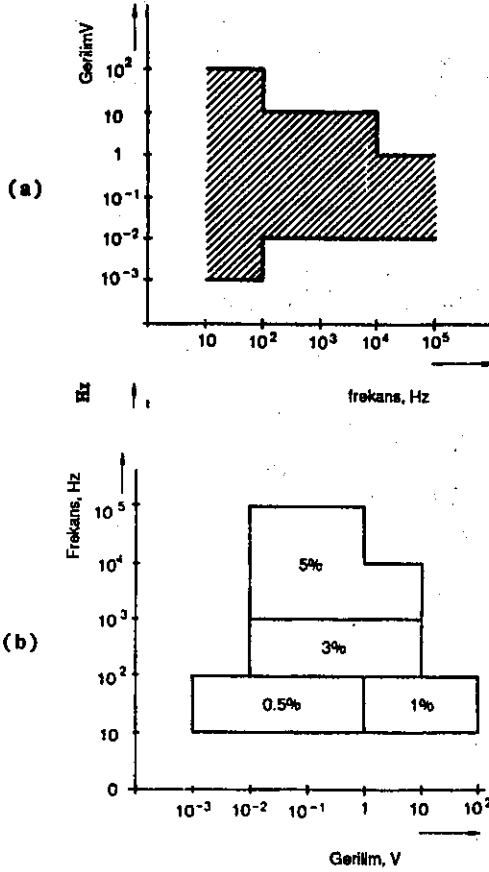
IEC sistemlerinde kullanım için cihazlar ve sinyal kaynakları seçildiği zaman iki ana konu düşünülür. Biri, seçilen cihazın teknik özelliklerinin (aralık, çalışma modu vs) yapılacak ölçümün gerektirdiği ihtiyaçlara uymasıdır. Diğeri ise cihazın, IEC yolu ile veri transferi ve program trafiğine izin veren IEC arabirim ünitesine sahip olmasıdır.

İlk olarak teknik parametrelere göre cihaz seçimleri ele alınacaktır. Bu sistem tasarımında çok önemli bir adımdır ve otomatik sistemin ekonomik doğrulaması sık sık bu adımda belirlenir. Bazı amaçlar için kullanılan uygun cihazların fiyatlarının hassasiyet, doğruluk ve kararlılığa göre değiştiği iyi bilinmektedir. Daha pahalı cihazlar, özellikle gereksiz özelliklere daha fazla para ödeniyorsa daima en iyi seçim değildir.



Şekil 5.3 : Doğru gerilim ölçümü için parametre çizimi

Gerekli parametrelerin grafiksel temsili cihazların seçimini kolaylaştırır. Ölçülecek (ölçme cihazları durumudur) ve yaratılacak (sinyal kaynakları durumunda) parametreler vardır. Her iki durumda tolerans, gerekli doğruluk, vs. düşünölmek zorundadır. Şekil 5.3 ve 5.4'de voltmetre seçimi için gerekli parametre çizimleri görölmektedir.



Şekil 5.4 : Alternatif gerilim ölçümü için parametre çizimi

Şekil 5.3'de, doğru gerilim ölçme için gerekli doğruluk gerilimin fonksiyonu olarak çizilmiştir. Grafikten maksimum doğruluğun (% 0.05) yalnızca 1 V ile 10 V arasında kısa bir bantta gerekli olduğu açıktır. Bu genellikle pratikteki durumdur, yani cihazların maksimum doğruluk veya hassasiyeti sadece dar bir aralık bandında gerekir.

CİHAZ	DİRENÇ Ω						KAPASİTANS F						ENDÜKTANS L		D	DC	TEST FREKANSI Hz					TEMEL DOĞRULUK %
	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^{-12}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	MIN RESOLN	MAX RANGE			40	120	400	1k	10k/1M	
Dijital LRC 286 (D)													0,001 μ H	20,000 H								0,1
Üniversal köprü 293 (MB)													0,01 μ H	1200 H								0,1 L, C 0,05 R
Dijital LRC 254 (D)													0,1 μ H	200 H								0,25
Üniversal köprü 250DE (MB)													0,1 μ H	1200 H								0,2 L, C 0,1 R
Dijital LRC 410 (D)													0,1 nH	2000 H								0,25
Dijital C metre 275 (D)																						0,1
Dijital C metre 278 (D)																						0,1
Dijital C metre 475 (D)																						0,1
Precision C 701 (MB)																	0 to 20 kHz					0,01, 100 Hz to 1 kHz
R Kıyaslayıcı 262 (A)																						0,01
R Sapma köprüsü 263 (A)																						0,02
R Sapma köprüsü 506 (D)																						0,005
Low Ω metre 1700/1701B (D)																						0,02
Autoranging 1700/1705 (D)																						0,02
Precision direnç 242n (MB)																						0,001
Wheatstone köprüsü 231C (MB)																						0,01

Şekil 5.5 : R, L, C ölçme cihazlarının tablo halinde özellikleri (Amerikan ESI firmasının yayınından kopya). Kısaltmalar : (A) analog göstere, (D) dijital göstere, (MB) el ile dengeleme.

Şekil 5.4 (a)'da gerekli alternatif gerilim aralığı frekansın fonksiyonu olarak çizilmiştir. Şekil 5.4(b) 'de gerekli doğruluk hem frekans ve hem de gerilimin fonksiyonu olarak görölür.

Diğer ölçülen özellikler, örneğin frekans verimi vs, benzer şekilde gösterilebilir. Bu grafik değerlendirme metodu sinyal kaynaklarının parametrelerini incelemek için de kullanılabilir.

Tablodaki özellikleri ve birçok farklı fiziksel nicelikleri (örneğin multi-metre, R, L, C metreler) ölçmek için uygun cihaz aralıklarını karşılaştırmak sıkıcı olabilir. Uygun cihazların seçimi, eğer fiziksel nicelikler dikey kolonlarda ve her aletin aralıkları yatay kalın çizgilerle belirtilirse daha kolay olabilir.

Bazen, cihaz üreticileri bu formda veri yayınlarlar. Şekil 5.5 Electro Sciences Industries Inc. (ESI) cihazlarının karşılaştırmalı özelliklerini göster-

tedir. Şekilde, aşağı doğru, R, L, C köprülerinin parametreleri, kapasitans ve direnç metreleri görülür. Şekil çok açık şekilde aralıkları ve ölçme frekanslarının değerlerini ve her aletin hata sınırlarını göstermektedir Kullanıcı tarafından hazırlanan bir tabloda, çeşitli üreticilerin cihazları en uygun seçime yardım için listelenir.

Yukarıdaki örnekler değiştirilmeden kullanılamaz. Bizim amacımız, grafiksel temsil metodunun sistem tasarımcısının çok karmaşık görevini büyük ölçüde basitleştirildiğini vurgulamaktır.

Analog teknik parametrelerin incelenmesi, IEC sisteminde kullanılan cihazların seçim işleminin sadece bir kısmıdır. Seçimin aynı derecede önemli bir başka konusu, sistem özelliklerinin programlama olanakları ve çıktı şekli ile ilgilidir. Bu konuları düşünerek, tüm ilgili çalışma modları ve cihaz aralıklarının arabirimden ayarlanması sağlanmalıdır; diğer bir deyişle, cihazdan yola transfer edilen verinin format ve zamanlaması sistem şartlarına uymak zorundadır. Cihaz katalogları ve veri kağıtları program kontrolunda detaylı bilgileri daima içermez ve bu durumlarda üreticiden programlama kartı istenmesi önemlidir. Bu kartlar program kontrolunu detaylı olarak içerir ve hatta bazı basit programları listeler.

Cihaz programlanması ve veri çıktısı, cihazın yaratılış zekâsı ile yakından ilgilidir. Mikro-işlemci kontrollü cihazlar kolayca programlanır ve keyfi formatla veri çıktısı üretme kabiliyetine sahiptir. Buradan gelen avantajlar IEC sistemlerinin programlanması ile ilgili bölümde tartışılacaktır.

5.2.2. Kontrol Ünitesi Seçimi

Şüphesiz, otomatik ölçme sistemlerinin en önemli özelliği olan ölçümlerin doğruluğu, sistemde kullanılan hata kaynakları ve cihazların parametreleri tarafından belirlenir. Ancak bu, sistem çalışmasını etkileyen faktörlerden sadece bir kısmıdır. Sistemin kolay çalışması ve çalışma hızı eşit derecede önemli faktörlerdir ve bunlar kontrol ünitesinin özellikleri ile yakından ilgilidir.

Kontrolör seçimi için basit ve kesin formül verilemez; çünkü, her otomatik sistem kendi özelliklerine göre düşünülmek zorundadır. En önemli konular:

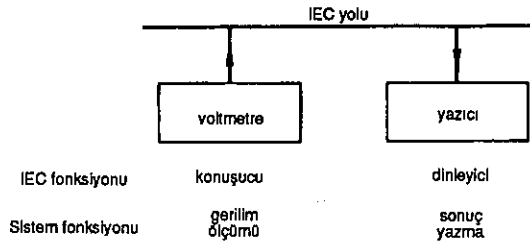
- **Çalışma Hızı :** Kontrolör, IEC arabirimine oranla ne derecede hızlı? DMA olanağı var mı? (Masa hesaplayıcıların, DMA'yı ele almadığını ve kesme kabul etmediğini hatırlayınız.)
- **Ana belleğin kapasitesi :** Bellek kapasitesi program ve ölçme verilerini saklamak için yeterli midir? Makina kodunda program saklama yorumlayıcı dilden daha verimli olacaktır ve kullanıcı makinanın verisini nasıl sakladığını bilmek ihtiyacını hissedecektir.

- **Program dili :** Kontrolör, mühendislik uygulamalarında en sık kullanılan dil BASIC'te veya diğer sık kullanılan yüksek seviye dillerinde programlanabilir mi? Komut setinde hiç özel IEC yol kontrol komutu var mı? Kullanıcı verilen dilde programlama deneyimine sahip mi?
- **Çevre donanımların bulunması :** Kontrolörün takılabilen çevre donanımları verilen iş için uygun mudur? Eğer harici çevre donanımlarına ihtiyaç varsa onlar kontrolöre ne kadar kolaylıkla bağlanabilir?

Standart olmayan arabirimler kullanan geleneksel otomatik ölçme sistemlerinde kontrolör ve aletler arasında sadece veri trafiği vardır. Bu yüzden, kontrol ünitesi ve sistemin geri kalanı kati olarak birbirleriyle ilgilidir ve düzenleme hiçbir şekilde değiştirilemez, veya sadece kontrolör arabiriminin tekrar tamamen tekrar tasarımı ile değiştirilebilir.

IEC arabirim sisteminde kontrolör, cihazdan ve sistem yapısından bağımsız olarak seçilebilir. Eğer sistem yapısı değiştirilirse veya hatta kontrolör değiştirilirse (örneğin hesaplayıcı yerine bilgisayar kullanımı), arabirim ünitesini tekrar tasarlamak gerekmez. IEC sistemlerindeki diğer önemli fark, kontrolörün görevinin daima diğer cihazların ve proses verilerinin program kontrolü değildir. Tanıma göre, IEC sistem kontrolü, sistem çalışma ve veri trafiğini yönlendirir. Kontrolörün seçimi, sistemin görevleri ve gerekli otomasyon seviyesine göre yapılmak zorundadır. Bunu açıklamak için birkaç örnek verilecektir.

En basit IEC sisteminde konuşucu ve dinleyici alet kontrolörü ihmal ederek birleştirilebilir (Şekil 5.6). Bu yapıda "sadece konuş" modunda çalışan konuşucu alet (voltmetre) "sadece dinle" modunda çalışan dinleyici alete (yazıcı) ölçüm verilerini gönderir (IEC yoluyla). Konuşucu tarafından yola transfer edilen veriler herhangi bir ilave adresleme olmaksızın dinleyici tarafından otomatik olarak kabul edilir. Kontrolör olmadığı için, ölçümlerin tekrar zamanı en yavaş aletin iç zamanlaması tarafından belirlenir.



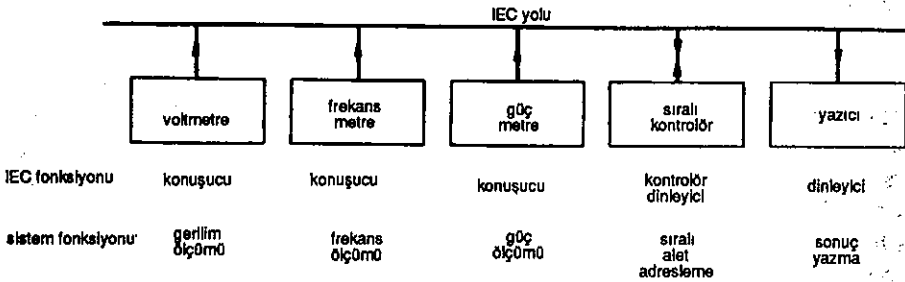
Şekil 5.6 : Konuşucu ve dinleyici aletleri içeren basit IEC sistemi

Eğer sistem üç veya daha fazla alet içerirse bir çeşit kontrol gerekir. IEC kontrolörünün en basit formu önceden belirli sıra ve zamanda konuşucuları tek-tek adresleyen sıralı kontrolördür. Konuşucu sıra ile ölçüm verilerini yazıcıya iletir (Şekil 5.7). Önceki örnekteki gibi cihaz-programlama verileri yola iletilmez, cihazlar el ile ayarlanır.

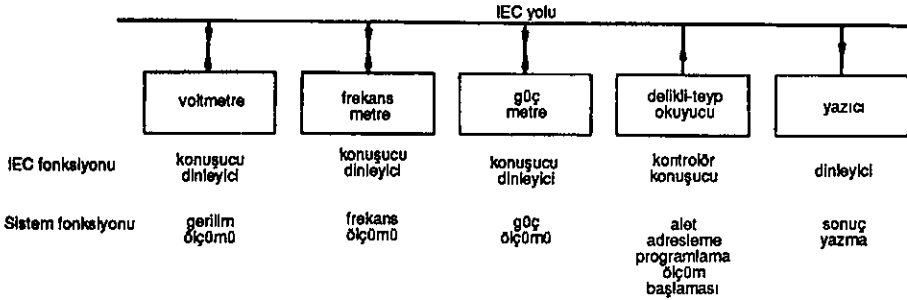
Eğer sistemin cihazları arabirimden programlanırsa, ROM, manyetik disk veya teyp okuyucu içeren sabit program kontrolörü kullanılmak zorundadır. (Şekil 5.8). Bu yapıda, kontrolör programlama görevlerini ele alabilir ve veri trafiğini dinleyicileri ve konuşucuları tahsis ederek yönlendirir. Kontrolün yapısından dolayı sistemin yapısı ve ölçüm sırası değiştirilemez.

IEC sistemlerinin en ileri formlarına ilave edilen zeki kontrolörler (örneğin programlanabilir hesaplayıcı, mini veya mikrobilgisayar) hali hazırda otomatik veri işleme ve karar verme özelliklerine sahiptir (Şekil 5.9). Ayrıca, bu ölçme sistemleri etkileşimli kesmeye müsaade eder.

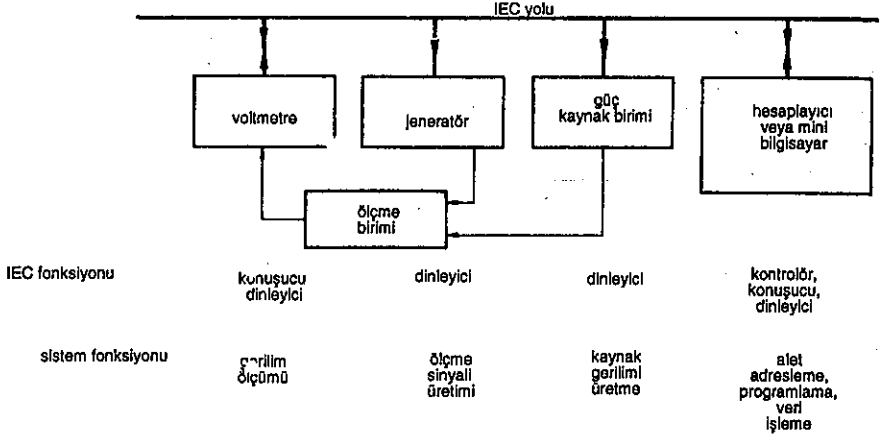
Ölçme görevinin yapısını gösteren yukarıdaki örnekler kontrolörün karakterini tanımlar. Sıralı kontrolörler kullanan basit sistemlerin avantajları onların ucuz olması ve hesaplama teknik bilgisinin gerekmemesidir. Dezavantajları, sistemin hem çalışma ve hem de yapısındaki katılıktır.



Şekil 5.7 : Sıralı kontrolör içeren IEC ölçme sistemi.



Şekil 5.8 : Sabit program kontrolörü içeren IEC sisteminin yapısı



Şekil 5.9 : Zeki kontrolör içeren IEC sistemi

Programlanabilir hesaplayıcılar ve bilgisayarlar arasındaki seçim tam açık değildir. Hesaplayıcıların kullanımı basit veya orta karmaşıklıkta sistemleri kontrol için tercih edilir, çünkü, program yazımı ve yapımı basittir, ancak onlar kesme veya DMA'yı kabul etmediklerine dikkat edilmelidir. Diğer taraftan bilgisayarlar karmaşık sistemlerin (yüksek bellek kapasitesi ve hızlı çalışma sürati gerektiren) kontrolü için daha iyidir.

5.2.2.1. Etkileşimli Kontrol

Kontrol üniteleri ile uğraşan Bölüm 3'de, farklı otomasyon seviyelerinde ölçme sistemlerini kontrol etmek için kullanılan aletler detaylı tartışılmıştır. Bu aletler programlama moduna göre üç kategoride sınıflandırılabilir:

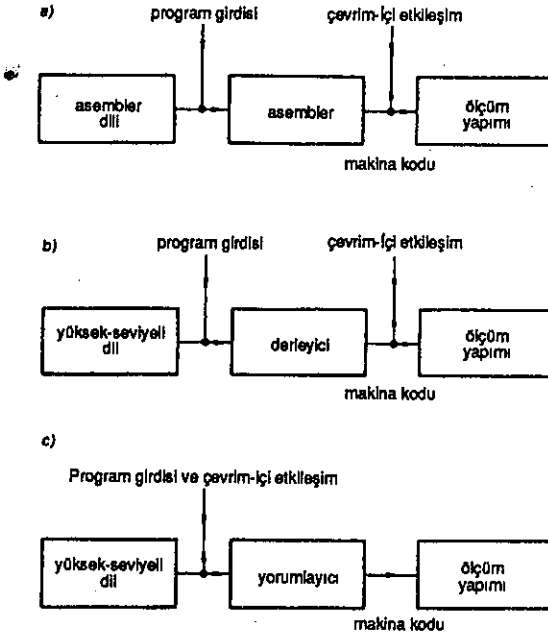
- (a) asembler (çevirici) dilinde programlanabilir,
- (b) derleyici dilinde programlanabilir,
- (c) yorumlayıcı dilinde programlanabilir.

Yukarıdaki üç kategorinin yapısı Şekil 5.10'da görülmektedir.

Asembler dil kontrolörlerinin programlaması her makinaya özel dilde yapılır. Sembol kodunda verilen program assembler tarafından donanımın anlayabileceği makina koduna çevrilir. Çevrim içi çalışma modunda, kullanıcı kontrolör ile sadece makina kodunda (Şekil 5.10(a)) haberleşebilir.

Yüksek seviyede kontrolörlerin programları derleyici veya yorumlayıcı tarafından makina koduna çevrilir. Derleyici tüm programı bir kerede tercüme eder ve çevrim içi kullanıcı ve kontrolör arasındaki ilişkiler tekrar sadece makina kodunda başlanır (Şekil 5.10(b)).

Bu yaklaşımlara zıt olarak, yorumlayıcı dil programlanabilir kontrolörler çevrim-içi çalışma modunda kullanıcının yüksek-seviye dil kullanarak (Şekil 5.10(c)) etkileşmesini sağlar. Bu, yorumlayıcının girdi program hatlarını bir-bir tercüme etme, yorumlama ve test etmesi gerçeğinden dolayıdır. Yorumlayıcının çok daha yavaş olması ve derleyiciden daha geniş bellek kapasitesi gerektirmesinden dolayı sistem dezavantajlara sahiptir. Ancak, çevrim-içi etkileşim olanağından dolayı yüksek -seviye dil bu sistemlerin otomatik ölçme sistem kontrolörleri için hemen hemen istisnasız kullanılma gibi büyük avantaja sahiptir.



Şekil 5.10 : Farklı programlama dilleri için program girdi ve çevrim içi etkileşimi (a) Asembler, (b) derleyici, (c) yorumlayıcı

5.2.2.2. Programın Verimliliği

Genel terimlerle bir bilgisayar programının verimi, verilen görevi mümkün en kısa zamanda, en az bellek kapasitesini kullanarak çözme anlamına gelir. Programın zaman gerekleri ve onun kontrol cevapları otomatik ölçme sistemlerinin programlanmasında bazen problem yaratır. Otomatik ölçme sisteminin çalışma hızı, test edilen fiziksel işlemlerin yöntemi ve sistemde kullanılan aletlerin tepki zamanı tarafından sınırlanır. Sonuç olarak, kontrolör çalışması gecikmeler nedeniyle sık sık yavaşlatılabilir.

Bir diğer program verim faktörü olan belleğin idareli kullanımı ölçme teknolojisinde büyük öneme sahiptir. IEC sistemlerinde bir programın gerekli bellek kapasitesi, cihazın program veri şartları ve ölçme verisinin miktar ve formatı tarafından belirlenir.

Mikroişlemci kontrollü zeki aletler birkaç basit program komutu sonucu olarak ölçüm verilerini verme kabiliyetindedir. Böylece, program için gerekli bellek kapasitesi azaltılır ve program yazımı daha basit olur.

5.3. Yazılım Tasarımı ve Gelişmesi

Otomatik ölçme sisteminin çalışması, kontrol biriminin donanım kısmı ile çalışan bir program tarafından kontrol edilir. Program yapılacak ölçümün tipini, zamanlamasını, formatını ve alet tarafından sağlanan ölçüm verisinin zamanlamasını ve grafik veya alfanümerik gösterimden önce bu veri üzerinde kontrolör tarafından yapılan çalışmaların tipini belirleyecektir.

Program geliştirmenin maliyeti tüm sistemin maliyetinin önemli bir parçası olabilir. Bu yüzden, programlama zamanını azaltan herhangi bir olanak sistemin donanım tasarım fazı esnasında uygun cihazların seçimi kadar önemlidir.

5.3.1. Kullanıcı Programının Yapısı

IEC sisteminde tüm kullanıcı programları iki kısımdan oluşur. Temel hizmet modülü, programlama ve her aletin birim veri trafiğini ilgilendiren yordamları içerir (alt yordamlar, yöntemler, kütüphane modülleri). Hizmet program bölümlerinin yapımı, makina elkitapları veya detaylı cihazın programlama verilerini içeren kod tabloları yardımıyla yapılır.

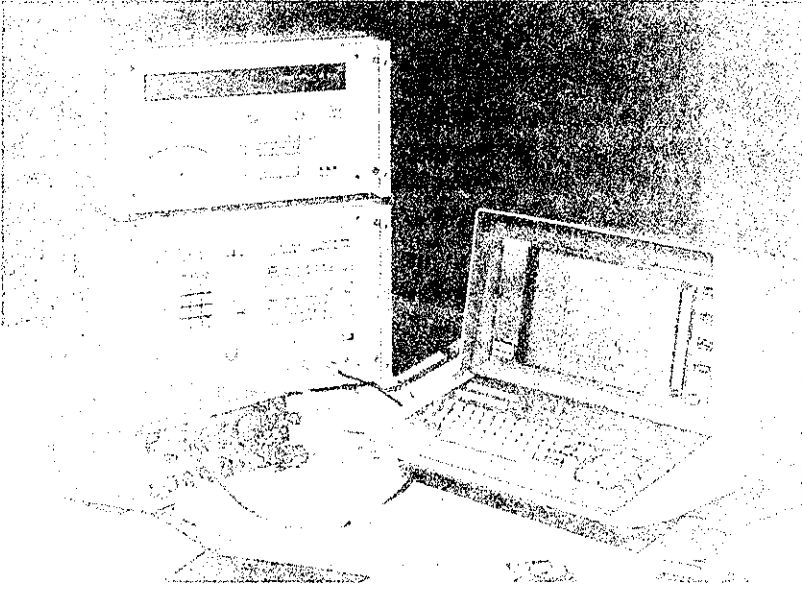
Şekil 5.11 IEC uyumlu cihazların (Fluke 153 A tipi frekans metre) kod tablosunun detaylarını gösterir. Şekilde görülen kod tablo detayları, cihazın çalışma modu (fonksiyon) kodlarını, aralık / kapı zamanlarını, eğim ve birleşme modunu (AA / DA) içerir. Tablo, ölçüm veri çıktılarının veri formatlarını da verir.

FLUKE 1953A
Sistem Sayıcı
Programlama kartı

PROGRAM KODU	
1. Fonksiyon Frekans A Frekans C Frekans A/B Periyot A Zaman aralığı A-B Kendi Kendini Kontrol	F0 F1 F2 F3 F4 F5
2 Aralık/Kapı Zamanları 0.1 ms 1.0 ms 10.0 ms 0.1 s 1.0 s 10.0 s	R0 R1 R2 R3 R4 R5
3 Egim A Kanalı + Egim - Egim B Kanalı + Egim - Egim	A A B B
4 AA/DA Bağlama A Kanalı AA DA B Kanalı AA DA	A0 A1 B0 B1

Şekil 5.11 : IEC uyumlu cihazların kod tablosu (Fluke tarafından yayınlanmıştır)

Kod ve tavsiye formatı tarafından tamamlanan IEC standardı, hizmet program yapısını kolaylaştırır. Ayrıca, otomatik ölçme sistemlerini pazarlayan şirketler genellikle müşterilerine cihazların programlanmasına yarayan program yordamları ile en sık kullanılan ölçme çevrimlerini sağlar. Bu yordamlar belli cihazlar için geliştirilmiştir ve sadece özel kontrolörler tarafından kullanılabilir. Örneğin, yüksek frekans cihazı üreten Rohde & Schwarz şirketi SPMU tipi radyo-test ünitesine uygun Tektronix 4051 tipi grafik hesaplayıcı için temel yordamları verir. Şekil 5.12'de görülen bu ölçme sistemi, VHF verici/alıcı özelliklerini otomatik olarak test etmek için uygundur. Manyetik kasette saklı hizmet programı, hesaplayıcının belleğine yüklenir; sonra kullanıcı basit talimatlar ile karmaşık ölçme çevrimlerine başlar ve kontrol eder.



Şekil 5.12 : Tektronix 4051 grafik-hesaplayıcı-kontrollü otomatik verici / alıcı ölçme sistemi

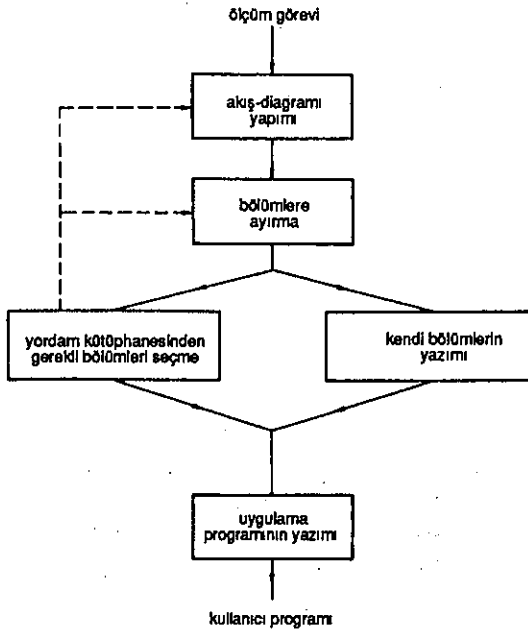
Hizmet modülünün yapımı ve kullanımı ölçme sisteminin otomasyon seviyesi ve ölçme görevinin yapısı ile ilgilidir. Örneğin, sıralı kontrol yönetimli sistemlerde hizmet modülü yoktur; çünkü kullanıcı, cihazları el ile ayarlar. Hizmet programlarının en önemli elemanı cihaz programlama bölümü değil, fakat veri işleme yordamlarıdır (Örneğin lineerleştirme veya ortalama alma yordamları).

Hizmet programları yazmadaki amaç, ayrı görevleri ele alan bölümlerin program içinde kendine yeten birimler olmasından emin olmaktır. Programları böyle bölümlere ayırma :

- Program yazmayı kolaylaştırır.
- Program hata ve düzeltmelerini basitleştirir ve
- Program geliştirmeyi kolaylaştırır.

Hizmet, program yapımında ilk adım akış diagramı çizmektir (Şekil 5.13). Diagramı oluşturmada yapılacak adımlar görevler ve sistem tarafından sağlanan tüm olanaklar dikkate alınarak mantıksal olarak düzenlenmelidir.

Bu çalışma, tecrübe ile yoğun cihaz bilgisi ve kontrolörün çalışması hakkında bilgi gerektirir.



Şekil 5.13 : Otomatik ölçme sisteminin çalışması için kullanıcı program yapımının akış diagramı

Program yapımı bölümleme ile devam eder ve yordam kütüphanesinden mevcut bölümler seçilir. Bu çalışma bölümlemeyi ve hatta akış diagram üretimini etkileyebilir. Bunlar, şekilde kesik çizgiler ile gösterilir.

Sonraki adım, çeşitli bölümleri çağıran uygun uygulama programlarının yazımını takiben kişinin kendi program bölümlerini yazmasıdır.

5.3.1.1. Uygulama Programları

Kullanıcı programının diğer parçası, sistem çalışma projesini ve ölçme çevrim algoritmasını tanımlayan uygulama (görev) programıdır. Uygulama programı ölçme işlemini başlatan olayı, ölçme çevrimlerinin sırasını, ölçme çevriminde ölçmelerin sayısını ve ölçme verisinin gideceği yeri belirler.

Uygulama programı yazılmadan önce adres tahsisi yapılmak zorundadır. Tablo 5.1 aletlerde bulunan adres anahtarlarının ayarına göre IEC sisteminde uygulanabilir dinleyici ve konuşucu adreslerini liste halinde göstermektedir.

Tablo 5.1 : IEC cihaz adresleri

Adres Anahtarı	Dinleyici adresi	Konuşucu adresi
12345		
00000	SP	@
10000	!	A
01000	"	B
11000	#	C
00100	\$	D
10100	%	E
01100	&	F
11100	'	G
00010	(	H
10010	)	I
01010	*	J
11010	+	K
00110	,	L
10110	-	M
01110	.	N
11110	/	O
00001	0	P
10001	1	Q
01001	2	R
11001	3	S
00101	4	T
10101	5	U
01101	6	V
11101	7	W
00011	8	X
10011	9	Y
01011	:	Z
11011	;	[
00111	<	\
10111	=	]
01111	>	^

Bu iki anahtarın uygun ayarlanmasıyla dinleyici ve konuşucu adresleri aynı anda tahsis edilir. Bazı sabit veya önceden ayarlı adres aletleri vardır, bu durumda onların adreslerini muhafaza etmek ve kalan diğer belirlenmemiş alanları sistemin diğer aletleri için kullanmak tavsiye edilir.

Herhangi bir sistemde, iki tane aynı konuşucu adresi olamaz. Ayrıca; eğer aletler aynı bilgiyi tam olarak alırsa dinleyici adresleri aynı olabilir. Sistem aletlerinin adreslerinin bir tablo halinde toplanması tavsiye edilir, bu tabloya program gelişmesi esnasında sürekli ihtiyaç duyulacaktır.

Adres tahsisinden sonra, uygulama programının yazılımı akış diagram ve mevcut hizmet programlarını kullanarak başlayabilir. Uygulama programı yazma projesi pratik bir örnekle bir sonraki bölümde gösterilecektir; bu sebepten, sadece seçilen birkaç konu aşağıda vurgulanacaktır. Pratik örnekte ve aşağıdaki tartışmada en sık karşılaşılan BASIC programlama dili kullanılmaktadır.

Uygulama programında, her cihazın programlama ve ölçme operasyonları önceden belirli bir sıra takip eder. Genel olarak, ilk görev kaynak gerilimini ve sinyal kaynaklarının çıkış sinyallerini ayarlamaktır. Ölçme cihazlarının ayarı gerçek ölçüm yapıldıktan sonra devam eder. Uygun sıra ve işlemlerin zamanlamasının tasarımı için, programlayıcı programda mevcut operasyonun çalışma zamanlarını ve cihazların ayarlanma zamanlarını vs. bilmek zorundadır.

İlave olarak, el ile kontrollü ölçümler esnasında otomatik başarılan faktörler uygulama programlarının yazımı esnasında da düşünülür. Örneğin, analog voltmetre ile gürültü seviyesi ölçerken göstericinin ataletinden dolayı ortalama bir değer ölçülür. Otomatik ölçme sistemlerinde kullanılan hızlı dijital voltmetreler tek ölçme çevriminde anlık gürültü gerilim değerini ölçer. Ortalama değer, sadece eğer biz voltmetreye birkaç numune alıp ve onların ortalamasını alması talimatını verirse elde edilir. Bu yüzden, oldukça basit ölçümler için birkaç program adımı ve bir aritmetik operasyon gerekli olacaktır.

Anahtarlanmanın geçici durumları otomatik ölçme sistemlerinde benzer problemler sunar. Eğer; ölçülen birimlerin girdilerini kontrol eden üreticinin frekans veya çıkış sinyal seviyesi değişirse, ölçülen özelliğin dengeye ulaşmasından önce bir zaman periyodunun geçmesi gerekir. Bu problem el ile yapılan ölçümler esnasında mevcut değildir; çünkü geçişlerin kaybolması esnasında cihazı okuma ve üretici ayarlama arasında en azından saniyenin birkaç onda-biri kadar süre vardır. Otomatik ölçme sistemlerinde, aşağıdaki örnekteki gibi cihazın uygun gecikmesinin sağlanmasından emin olunması tavsiye edilir.

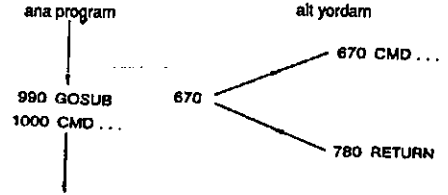
60 WAIT 1000

Bu program satırı, programda herhangi bir yere sokulabilir; örneğin, HP9830A tipi hesaplayıcının BASIC program dilinde 1 saniyelik gecikme anlamına gelir.

Ölçüm programında birçok defa tekrarlanan alt yordamlar program satır numarası ile basitçe çağrılabilir. Şekil 5.14 bunun bir örneğini gösterir. 990 program adımı, programın çalışması GOSUB komutu nedeniyle satır 670'e taşınır. Alt yordam RETURN komutuyla sona erer, sonra çalışma alt yordamı takip eden komuta geri döner.

Otomatik ölçme sistemlerini programlamada en sık kullanılan komutlar şartsız ve şartlı sıçramalardır.

Şartsız sıçrama komutu, program çalışmasının devam edeceği komutun satır numarasını veren, GOTO komutu tarafından belirlenir.



Şekil 5.14 : BASIC dil programına alt yordam ilavesi

Aşağıdaki programı detaylı inceleyelim:

10 LET X = 2 * Y

20 GOTO 40

30 LET X = X ↑ 2

40 PRINT X

Yukarıdaki programda, 10. satırda atanan değerden sonra, bir sonraki adım X değerinin (PRINT X) 20 GOTO 40 komutuyla, yazılmasıdır.

IF... THEN formatında verilen şartlı sıçrama komutlarını çalıştırma ya matematiksel veya lojik şartlarının sağlanmasına dayanır. Eğer yerine getirilecek şart (TRUE = DOĞRU) ise program THEN ifadelerini takip eden program satırından devam eder. Eğer şart gerçekleştirilmezse (FALSE = YANLIŞ), program bir sonraki satır ile devam eder. Eğer şart, programın sıçramama devamı FALSE (yanlış) cevabı için uygun bir şekilde ayarlanırsa, ilave GOTO talimatları gereksiz olacaktır, örneğin :

70 IF A <= B THEN 100

80 PRINT "A, B'DEN BÜYÜKTÜR"

90 GOTO 70

100 PRINT "A, B'DEN KÜÇÜK VEYA B'YE EŞİTTİR"

En son olarak, yarı otomatik ölçme sistemlerinin çalışmasını daha kolay yapmada programlama olanaklarına dikkat çekmek istiyoruz. Konuşmalı ve ya dialog tipi programların yapımında, mesajlar operatöre el ile kesme sağlamak için komutlar içerir. El ile çalışma esnasında, program çalışması sadece operatör tarafından el ile girişle kesilebilir. Program dokümantasyonu kaynak programını tamamen yorumlamak için önemlidir.

5.3.2. Kullanıcı Programı Yapmak İçin Pratik Örnek

Örneğimizdeki ölçme sistemi, elektriksel uzunluk ve yüksek-frekans kablolarının yüksek doğruluğa elverişliliğini belirlemek için kullanılabilir. Ölçümde, açık-uçlu yüksek-frekanslı kablounun girdisine uygulanan impuls gerilimin kablounun uzunluğu boyunca seyahat edip, açık uçtan aynı fazda yansması ve o kayıplardan dolayı daha küçük genlikle girişte tekrar gözükmesi prensibi kullanılır.

Orijinal impulsun pozitif giden eğimleri ve yansıyan impulsun arasındaki zaman farkı kablo gecikme değerinin iki katına eşittir ve sinyalin yayılma hızı ile kablounun uzunluğuna bağlıdır.

Verilen bir kabloda elektrik sinyalinin yayılma hızı (v), çevreleyen ortamın manyetik geçirgenliği (μ) ve dielektrik katsayısına (ϵ) bağlıdır:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu \cdot \epsilon}}$$

yukarıdaki evrensel denklem $\mu_r = 1$ şartıyla, yeniden düzenlenirse, kablo gecikme zamanı (t) :

$$t = \frac{1 \sqrt{\epsilon_r}}{3 \times 10^{10}} \text{ saniye}$$

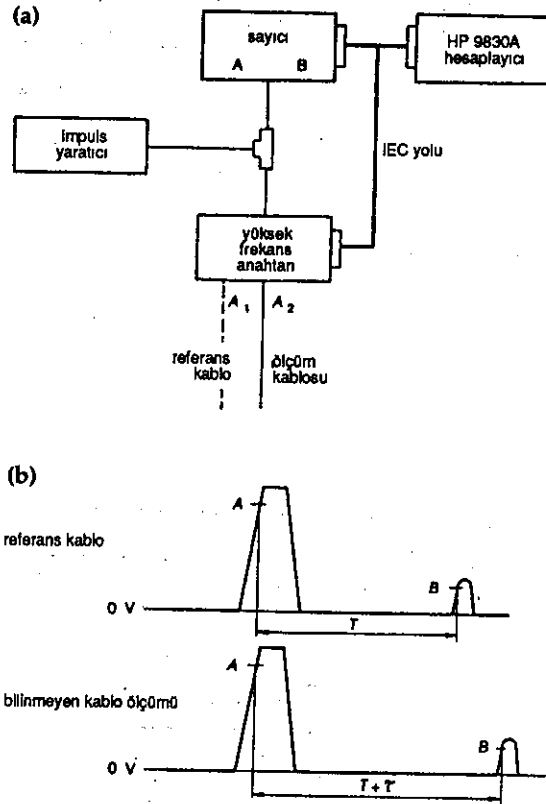
olur, burada ϵ_r kablo izolasyonunun göreceli dielektrik katsayısı ve l cm olarak kablo uzunluğudur.

Verilen dielektrik katsayısı için gecikme zamanını ölçerek kablo uzunluğunu formülden belirlemek kolaydır. Alternatif olarak, verilen kablo uzunluğu için nispi geçirgenlik elde edilebilir.

Ölçme düzeneği Şekil 5.15(a)'da görülmektedir. Impuls üreticinin sinyali bir arabirim kollektörü aracılığıyla zaman ölçümlerini yapan sayıcının ortak kısmına (AB) ve yüksek frekans anahtarlama birimi aracılığıyla ölçülen ve referans kablolarına iletilir. Anahtarlama devresi ilk olarak referans kablosunu

ölçme sistemine bağlar ve bunu takiben bilinmeyen kablo bağlanır. Zaman ölçümü için, A ve B sayıcılarının başlama seviye girdileri farklı değerlere ayarlanmalıdır (Şekil 5.15(b)). τ zaman farkı ölçümden belirlenebilir, sonra uygun özellikler yukarıda verilen formülden hesaplanabilir.

Ölçme sistemini kontrol eden HP9830 tipi hesaplayıcı IEC yolu ile sistem ünitelerine bağlanır. Adres tahsisi Tablo 5.2'de bulunmaktadır. Arabirim kabloları birleştirilmeden önce aletlerin adreslerinin ayarlanması tavsiye edilir, çünkü birçok alette kablo, adres anahtarlarını kazai anahtarlama ihtimalini ortadan kaldırarak şekilde bozabilir bu da sistemin çalışmasını rahatsız eder.



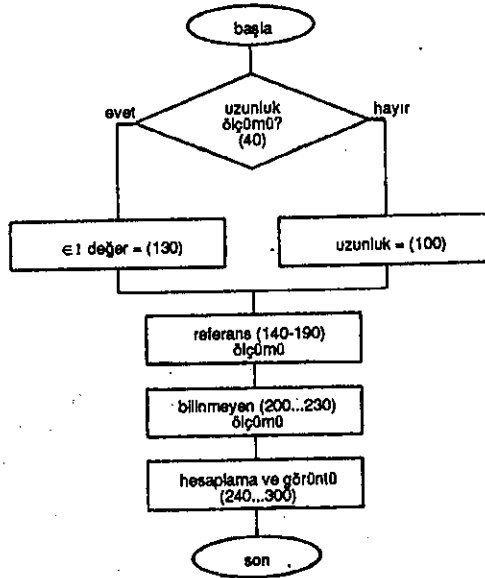
Şekil 5.15: Yüksek - frekans kablosunun mäsade edilebilir elektriksel uzunluğunu belirlemek için otomatik ölçme sistemi. (a) ölçme sistem yapısı, (b) sayıcı girdisinde görünen ölçme sinyalleri

İmpuls üreticini hesaplayıcı ile kontrol etmek gerekli değildir, ama zaman ölçüm aralığı ölçüm kablosunun uzunluğuna göre seçilmelidir.

Ölçümün akış diagramı Şekil 5.16'da görülmektedir. Akış diagramında, BASIC dil programının uygun satır numaraları da görülür. Program yapılırken, amacımız hem kablo uzunluğu hem de dielektrik katsayısını belirleyecek uygun bir program yapmaktır. Bu sebepten, etkileşimli tip program iki şartlı ve birkaç şartsız sıçrama komutlarını içerir.

Tablo 5.2 : Ölçme sistemi adres tahsisi

Cihaz	Konuşucu adres	Dinleyici adres	Adres Anahtarları				
			A5	A4	A3	A2	A1
Hesaplayıcı	U	5	içten ayarlı				
Sayıcı	J	*	0	1	0	1	0
Yüksek frekans anahtarı	^	>	1	1	1	1	0



Şekil 5.16 : Kablonun otomatik ölçümünün akış diagramı

```

10 DIM B $ [3]
20 DISP "UZUNLUK ÖLÇÜMÜ"
30 WAIT 1000
40 DISP "UZUNLUK ÖLÇÜMÜ - EVET (Y) VEYA HAYIR (N) ";
50 INPUT B $
50 IF B $ [1,1] = "Y" THEN 120
70 DISP "NİSPİ Dİ ELEKTRİK KATSAYISI ÖLÇÜMÜ";
80 WAIT 1000
90 DISP "UZUNLUK (CM)"
100 INPUT B
110 GOTO 140
120 DISP "NİSPİ Dİ ELEKTRİK KATSAYISI ";
130 INPUT C
140 CMD "?U>", "A1"
150 WAIT 50
160 CMD "?U>", "12F3G>E89:I1","?J"
170 WAIT 50
180 CMD "?U*","J1","?J5"
190 ENTER (13,*)Y
200 CMD "?U>","A2"
210 WAIT 50
220 CMD "?U*","J1","?J5"
230 ENTER (13,*)X
240 Z = (X - Y) / 2
250 IF B $ [1,1] = "Y" THEN 290
260 FIXED 3
270 PRINT "NİSPİ Dİ ELEKTRİK KATSAYISI", (Z*3E+10/B)↑ 2
280 GOTO 10
290 FLOAT 3
300 PRINT "GECİKME ZAMANI (SAN) =", Z
310 FIXED 2
320 PRINT "UZUNLUK (CM) =", Z*3E↑10/S QR (C)
330 PRINT
340 END

```

- Her program satırının fonksiyonları :
- 10 B dizisinin boyutlandırılması (maksimum 3 karakter)
 - 20-30 Program başlığının 1 saniye gösterilmesi.
 - 40 Şartlı sıçrama şartının gösterilmesi.; karakterinin sonucu olarak görüntü B dizisinin girişine kadar sürdürülür.
 - 50 B dizi değerinin girişi (EVET (Y) veya HAYIR (N)).
 - 60 Şartlı sıçrama talimatı; şart, B dizisinin Y ile başlaması mıdır? Eğer "evet" ise program 120. satıra geçer. Eğer "hayır" ise program bir sonraki satırla devam eder.
 - 70-80 1 saniye "nispi di elektrik katsayısı ölçümü"nün gösterilmesi.
 - 90 Kablo uzunluk değerinin sorulması, B değeri girilinceye kadar görüntü sürdürülür.
 - 100 B değişkeninin girişi.
 - 110 Program 140'ıncı satırına şartsız sıçrama.
 - 120 Nispi di elektrik katsayısı değerinin sorulması (değişken C).
 - 130 Değişken C'nin girişi.
 - 140-150 Yüksek-frekans anahtarının ayarı için (referans ölçüm) IEC kontrolör program komutu.
 - 160-170 Sayıcıyı ayarlamak için IEC kontrolör program komutu.
 - 180-190 Sayıcıdan ölçüm (değişken Y) verisini isteme.
 - 200-210 Yüksek frekans anahtarı bilinmeyen kablonun ölçümüne ayarlama.
 - 220-230 Ölçüm verisini (değişken X) sayıcıdan isteme.
 - 240 Gecikme zamanını hesaplamak için aritmetik ifade.
 - 250 Şartlı sıçrama talimatı; şart, B dizisi Y ile mi başlar? Eğer "evet" ise çalışma 290. satıra taşınır. Eğer "hayır" ise program bir sonraki satıra devam eder.
 - 260-270 Gerekli görüntü formatını (sabit desimal nokta, 3 basamak) sağlama komutu ve hesaplama için aritmetik ifade ve nispi dielektrik katsayısını yazma.
 - 280 Programın 10. satırına şartsız sıçrama talimatı.
 - 290-300 Gerekli görüntü formatını (kayan desimal nokta, 3 basamak) gecikme zamanının değerini yazmak için sağlama komutu.
 - 310-320 Gerekli görüntü formatını (sabit desimal nokta, 3 basamak) sağlama komutu ve hesaplama için aritmetik ifade ve kablo uzunluğunu yazma.
 - 330-340 Ekstra satır verme ve programın sonu.

BÖLÜM 6

IEC SİSTEMLERİNİN İŞLEVSEL TEST EDİLMELERİ İÇİN ÖLÇME METOTLARI VE CİHAZLAR

IEC ölçme sistemlerinde tüm sistemi monte etmek, üreticinin görevi değildir. Bu, sistemin kurulması esnasında karşılaşılan kaçınılmaz fonksiyonel hataların ve problemlerin kullanıcı tarafından giderileceği anlamına gelir.

IEC ölçme sistemlerinin çalışmasını etkileyen bu tip hatalar ve problemler yazılım veya donanım kaynaklı olabilir. Yazılım hatası basit kodlama veya veri hatası olabilir veya belki programlanmış kontrol cihazlarının çalışma modunun yanlış anlaşılması olabilir. Donanım hataları cihazlardaki dahili hatalar veya iç bağlantı yanlışlıklarından olabilir. Birçok durumda, problemler her iki hata kaynağının birleşiminden oluşabilir. Örneğin, bir cihazın IEC bağlantısındaki düşük yalıtma direncinin aralık ayarlamasında hataya neden olması, tipik bir donanım hatası olabilir.

IEC arabiriminin yol yapısından dolayı, hatalı veri veya komutları yola ileten aletin yerini belirleme zor olacaktır ve IEC sisteminde verilerin kontrolünü kolaylaştırmak için özel cihazlar geliştirilmiştir. Bunlar, hemen hemen, IEC sistemlerinin uluslararası anlamda kabul edildikleri sıralarda geçerli olmaya başladılar. Şimdi bu tür cihaz gelişmesinde iki ana eğilim vardır. Bunlar genel amaçlı cihazların programlı kontrol dijital devrelerinin testi için kullanılmasıdır, "lojik analizörü" denilen cihaz, kanal sistemlerinin birçok çeşidi için uygundur ve cihazların kullanımı, IEC sistem testine ayrılmıştır.

İzleyen bölümlerde, cihazlar tanımlandığında IEC uygulamalarında büyük etkisi olan, genellikle analog ölçümler için kullanılan ve herkes tarafından bilinen osiloskopa yönelik karşılaştırmalar yapılacaktır. Okuyucunun bu cihazın çalışma prensiplerini bildiği ve onun olanaklarından haberdar olduğu kabul edilmektedir.

6.1 Cihazlar ile ilgili şartlar

IEC sistem analizörü detaylı olarak tartışmadan önce, bu cihazları ilgilendiren temel şartları özetleyelim.

(1) IEC sistem analizörleri, en az 16 sinyal hattında aynı anda lojik seviyelerinin testine uygun olmalıdır.

IEC arabirim sisteminde her alet 16 hatlık kabloyla bağlanır. Arabirimin her durumu 16 sinyal hattının lojik seviyelerinin bileşimi tarafından belirlenir ve bu yüzden, onların aynı anda paralel testi gerekir.

(2) Ölçülen örnekleri saklayabilmelidir.

Dijital teknolojinin bir özelliği, devrelerde bulunan sinyallerin çoğunun periyodik olmamasıdır. Bu, periyodik sinyallerin testi için uygun olan osiloskobun, dijital devrelerin testi için uygun şekilde kullanılamayacağı anlamına gelir.

Dijital devrelerin işlevsel testleri için tasarlanan lojik durum analizörleri kendi bellek birimlerine sahiptir. Onlar test edilen sinyallerin örneklerini alır, sıralı bir formatta belleklerinde saklar, sonra onları katot-ışınlu tüpte görüntülendikleri zaman analog gerilime çevirir. Yeni analizörler, yalnızca ilgilenilen özel saklamaya veya göstergeden önce gerçek-zamanlı veri işlemeyi esas almaya yönlendirilebilir, çünkü bu sonuçların yorumunu kolaylaştırır.

(3) Eş zamanlı ve eş zamanlı olmayan ölçümler için aynı derecede uygun olmalıdır.

Dijital ölçme teknolojisinde "eş zamanlı ölçme", cihazın girdi biriminde örneklemenin, ölçülen devreden kaynaklanan bir sinyal tarafından kontrol edilmesi anlamına gelir. Bu sinyal, saat sinyali olmak zorunda değildir; test devresinin zamanlama çalışmasına katılan diğer herhangi bir sinyal olabilir. Eğer harici eş zamanlı sinyal uygun seçilirse, cihaz kendi girdisine gönderilen sinyalleri test edilen devredeki ile tamamen aynı şekilde değerlendirecektir.

"Eş zamanlı olmayan ölçümler" durumunda, cihazın çalışması dahili saat sinyali tarafından kontrol edilir ve örneklem girdisi ölçülen devrenin çalışmasından bağımsızdır. Eş zamanlı olmayan ölçümün avantajı verinin, uygun bir yüksek dahili saat frekansı kullanarak algılanacak geçiş impulslarının dar olmasına olanak vererek, verinin daha yüksek hızda örneklenebilmesidir. Bu, eş zamanlı ölçümlerde mümkün değildir.

(4) Birleşik tetikleyici devre içermelidir.

Dijital devrelerin işlevsel testleri esnasında, seri veya paralel (veri transfer metoduna göre) bit dizisi veya kelime, tanıma cihazlarının tetiklenmesi için gereklidir. Bu metod "birleşik tetikleme" olarak adlandırılır ve yüklenilen kelimelerin birçok değişik tipte tanınmasına izin verir: basit, sıralı, iç içe veya sırasız.

Basit kelime tanıma, tek bir olayı tanımlayan bir kelimenin tanınmasına izin verirken, sıralı kelime tanıma, basit olaylar dizisinin tanınmasına izin verir.

İç içe kelime tanıma, şartlı dallanmayı tanıyabilmektir.

Tetikleyicinin karar-bağımlı algoritma takip etmesi hariç, sırasız kelime ayırt etme, ilk iki durumla benzerdir.

(5) Olayların sayısına göre) dijital gecikmeye müsaade etmelidir.

Birçok osiloskopta bulunan gecikme olanağı, göstergenin tetiklemesini keyfi bir ön-ayar zaman aralığı kadar kaydırır. Dijital devrelerde gecikme, olayların sayısına, yani olay saymaya, göre verilebilir.

(6) Çeşitli gösterge formatlarına sahip olmalıdır.

Gösterge için üç temel şart: Zamanlama diagramı, durum tablosu ve sembolik parçalara ayırmadır.

Zamanlama diagramı, özellikle donanım hatalarının yerini bulmada yararlı iken durum tablosu, test edilen devresinin cetvel şeklinde gözlenmesine izin verir. Tablo şeklinde bölümlere ayırma, durum tablosundaki veriler daha kolay anlaşılabilir formda gösterir.

Bir örnek olarak, IEC veri yolu trafiğini cihazımız ile test etmek istediğimizi kabul edelim. Eğer yazılım hatasından şüphelenilir ve DIO1...DIO8 sinyal hatlarında iletilen ASCII karakterlerini program verileriyle karşılaştırmak istersek, ekranda G karakterini görmek, ona karşılık gelen 1110001 bit dizisini görmekten daha iyidir. Ancak, eğer biz donanım hatasını incelemek ihtiyacını duyarsak, ikili düzende görüntü de gerekli olacaktır.

(7) IEC sisteminde aktif katılım için uygun olmalıdır.

IEC sisteminin çalışma hızı veri transferine katılan en yavaş alet tarafından belirlenir. Eğer aletimiz sistem çalışmasında aktif katılım yapabiliyorsa, veri transferini yavaşlatabilir ve bazı yanlış durumlar ortaya çıkabilir.

Bu çalışma şartlarını sağlayan IEC sistem analizörlerinin iki kategorisi vardır:

(a) IEC yardımcı üniteleri ile lojik durum analizörleri, ve

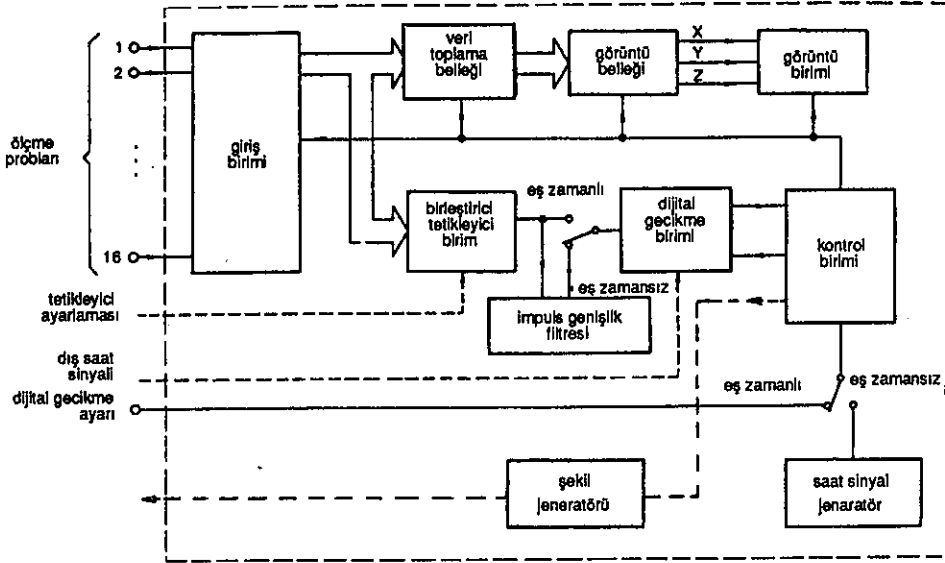
(b) özel IEC sistem test cihazları

IEC yardımcı üniteleri ile donatılmış lojik durum analizörleri pasif cihazlardır. Yüksek girdi dirençlerinden dolayı, test sistemini yüklemeyen ve bu yüzden, onun çalışmasını etkilemez. Buna zıt olarak, özel IEC sistem test cihazları genellikle aktif aletlerdir. Bunlar diğer birimlerin yaptığı gibi sistemi yükler ve onun çalışmasına katkıda bulunur.

6.2 IEC Yardımcı Üniteleri ile Lojik Durum Analizörleri

Günümüzde lojik durum analizörleri dijital devrelerin en verimli şekilde işlevsel testini sağlar. Daha önce de belirtildiği gibi, her ne kadar bu aletler birçok durumda osilaskoplara benzerse de, aralarında hem çalışma hem de yapı açısından temel farklar vardır. Bunların en önemlisi, lojik durum analizörlerinin veri toplamasını ayırması ve dijital saklama ile zaman ve frekans bölgesinde onları göstermesidir. Onlar bu yüzden daha hassas dijital bölge analizörleridir. Veri toplanması test edilen devrenin çalışma hızına eşit bir hızda yürütülür ve gösterge hızı operatöre uygun ve değerlendirmeye bol zaman tanıyacak şekilde seçilir.

Şekil 6.1, lojik durum analizörünün basitleştirilmiş blok diagramını göstermektedir. Girdi ünitesinde gelen sinyallerin büyüklükleri, karşılaştırıcılar tarafından keyfi olarak ayarlanan eşik limitlerine göre ölçülür. İkili-düzen formatına çevirme ve örnekleme de burada olur, bunlar dış ve iç saat sinyali tarafından kontrol edilir. İlki eş zamanlı ve diğeri eş zamanlı olmayan ölçümle-



Şekil 6.1 Lojik durum analizörleri yapısı

rin yapılmasına izin verir. Şekilde kesikli çizgilerle gösterilen bazı analizörler bir dizi jeneratörü de içerir. Dizi jeneratörü, test edilen aletin analizörlerden uyarılmasına izin verir. Üreteç, yeterli olduğu bilinen döngüleri içeren aletler için en uygun verilerle programlanabilir.

Ölçülen sinyallerden alınan ikili-düzen örnekleri girdi biriminden veri-toplama belleğine taşınır. Her saat sinyali başına bir girdi bir bitlik bellek kapasitesi gerektirir. Bellek, girdiden ulaşan verileri sıralı bir şekilde doldurur ve saklar.

Gelen veri, istenen kelime girdide görüldüğü zaman tetikleme sinyali veren birleşik tetikleyici devre tarafından gözlenir. Tetikleme kelimesinin seçimi lojik analizörün ön panelinde bulunan üç-durumlu (1,0,X) seçici anahtarı ile gerçekleştirilir. Eş zamanlı olmayan çalışma modunda, seçilen tetikleme kelimesi kısa bir an girdide gözükerek, yanlış tetiklemeye neden olabilir. Bu paralel kanallarda ulaşan verinin zaman gecikmesinden dolayıdır ve bir darbe süreli filitrenin yerleştirilmesiyle önlenabilir.

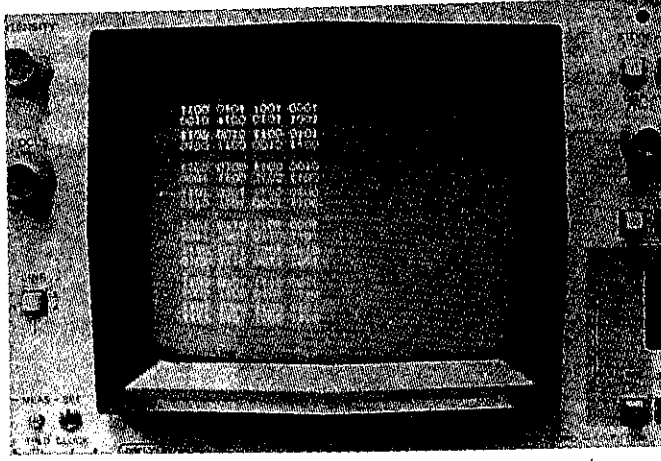
Birleştirilmiş tetikleyici birimin çıkış sinyali dijital gecikme birimine taşınır. Gecikmenin değeri lojik analizörünün ön panelindeki anahtarlar tarafından ayarlanır ve analizör sadece ayarlı gecikme süresi geçtikten sonra tetiklenir.

Veri toplama belleği doldurulduktan sonra, veri kontrol birimi tarafından gösterge belleğine transfer edilir ve göstergede oluşan bilginin üretilmesi burada olur. Okuma frekansı, veri toplama belleğini doldurmak için kullanılan saat frekansından bağımsızdır. Analizör ekranı üzerinde kolayca elde edilebilir bir görüntüye sahip olmak gereklidir. Böylece, saklanan veri saniyede 50 ve 200 defa arasında tazelenir. Gösterge modu modern evrensel analizörlerde keyfi seçilebilir.

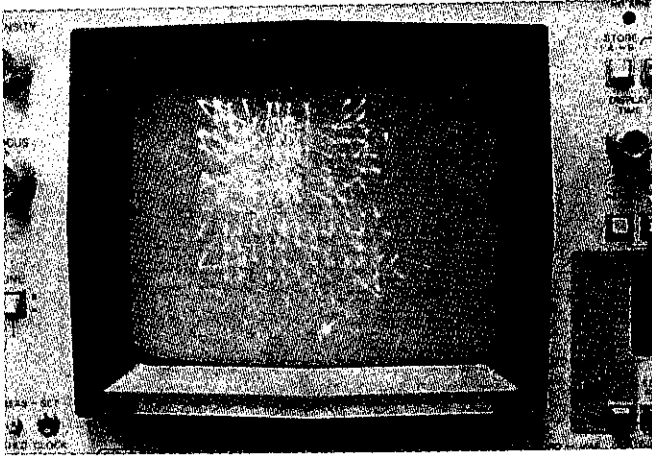
Zamanlama göstergesi osiloskopun gösterge moduna benzer, her girdi sinyali ekranda kare dalgaların bir serisi şeklinde temsil edilir. Her sinyalin paralel yerleştirilmesi ilgili zamanlama ölçümlerini daha kolay yapar.

Diğer gösterge modu, saklanan verinin ikili düzen formatında veya farklı bir kodda gösterildiği "durum göstergesidir"dir. Şekil 6.2, 0 ve 1 sembollerini kullanarak ikili düzen göstergesini gösterir. "Durum göstergesi" yazılım hatalarını izlerken en uygun olanıdır.

Lojik durum analizörlerinin diğer gösterge modu her girdi durumunun ekranda parlatılmış noktalarla temsil edildiği (Şekil 6.3) "harita göstergesi"dir. Noktanın X koordinatı gösterilen kelimenin düşük-büyüklikteki biti; y koordinatı yüksek-büyüklikteki biti tarafından belirlenir. Noktaların yoğunluğu veri değişiminin frekansını belirtirken, noktaları birleştiren çizgiler onun yönünü belirtir. Karmaşık dijital aletlerin çalışması harita göstergeleri kullanarak kolay ve basitçe test edilebilir.



Şekil 6.2 Lojik durum analizörü ekranında durum göstergesi

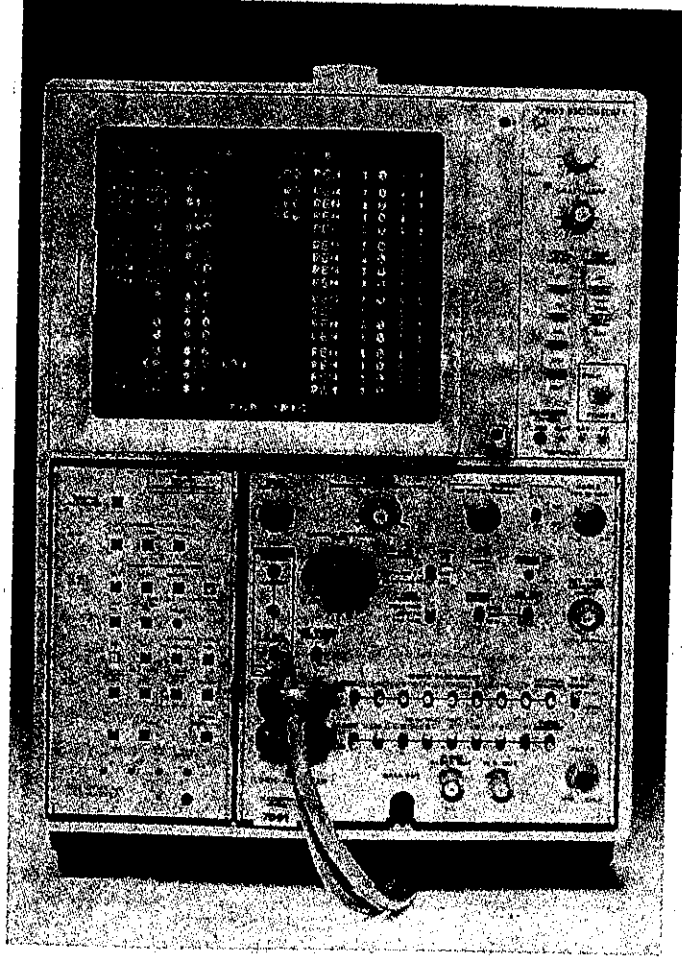


Şekil 6.3 Lojik durum analizörü ekranında harita göstergesi

Lojik analizörlerinin en yararlı gösterge modlarından biri sembolik parçalara ayırmadır. Bu modda, ölçülen veri programa yazıldığı ile aynı formda ekran üzerinde görülür.

6.2.1 Tektronix DF2 tipi gösterge kontrolörü

Tektronix DF2 tipi gösterge kontrolörü 7D01 tipi 16-kanal lojik analizörünün yedek birimidir. Birimler standart 7000 serisi osiloskop ana grubuna takılabilir ve DF2 biriminin görevi katod-ışınlı tüp ekranda (Şekil 6.4) IEC yoluna yönelik görüntü yaratmadır. (Şekil 6.4).

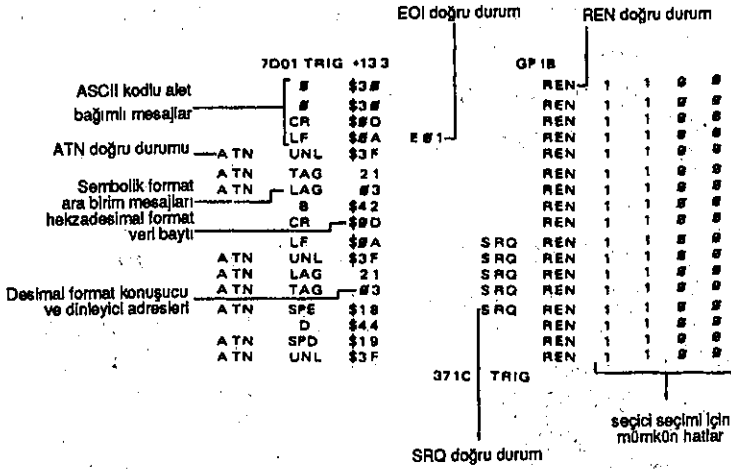


Şekil 6.4 Tektronix DF/7D01 lojik durum analizörü aleti

DF2 birimi ekranda yedi farklı tipte gösterge yaratabilir: zamanlama, harita, ikili, sekizli, onaltılı düzen, ASCII ve IEC 625 GPIB. Bunların ilk altısı evrenseldir, herhangi bir dijital devreyi test için uygundur. Ancak, IEC 625 GPIB göstergesi, IEC sistemlerini test için özel olarak yaratılmıştır.

Bu çalışma modunda, (alışlagelmiş ölçme probu yerine IEC arabirimiyle donatılmış özel bir adaptör lojik analizörün girdisine birleştirilmelidir. Bu adaptör, IEC yolunun DIO1...DIO8 veri hatlarını ve ATN, SQR, REN ve EOI kontrol hatlarını uygun analizör girdilerine çevirir. Dört serbest girdi vardır, ölçme kafaları kullanıcı tarafından herhangi bir sinyal hattına veya devre noktalarına birleştirilebilir. Bu girişler örneğin DAV, NRF ve NDAC sinyal hatlarını kontrol eden veri transferini test için kullanılabilir.

Şekil 6.5, IEC 625 GPIB göstergesini gösterir. Analizörün 254 * 16-bitlik belleğinden 17 örnek alma çevriminde alınan veriler aynı anda gösterilebilir. Bu 17-satırlık "pencere" analizörün ön panelinde yerleşik imleç (cursor) kontrolü tarafından kaydırılabilir ve kullanıcı, böylece, belleğin tüm içeriğini tarayabilir. Göstergenin (örneğimizde 133) ilk satırındaki sayısal değeri görüntünün başlayacağı örnekleme serisi sayısını belirtir.



Şekil 6.5 Tektronix DF2 görüntü kontrolörü ile GPIB operasyon modunda elde edilen veri formatı

Ekranında gösterilen temel bilgi, çeşitli kod formatları kullanan IEC yolu veri hatlarının durumudur. Şekildeki yatay sıralar her bir örnekleme çevrimini temsil eder. Bunların ilk dördü alet-bağımlı mesajları içerir. Her mesaj, ASCII ve onaltılı kodda, örneğin 0;30 ve CR;0D, yanyana görülür. Ara birim mesajları kısaltılmış mesaj adının (ATN, UNL, REN vs) sembolik formatını kulla-

narak gösterilir ve bu, ekranda görülen veri serisinin yorumunu kolaylaştırır. T ve LAG mesajları tarafından verilen konuşmacı ve dinleyici adresleri desimal formatta gösterilir. Bu satırlarda, onaltılı formatı belirleyen giriş karakteri kullanılmaz. Ekranın sağ-tarafı kullanıcı tarafından seçilebilen dört sinyalin ikili format değerlerini gösterir.

DF2 tipi gösterge kontrolörü, otomatik hata gösterme için kullanılabilir. Örneğin, eğer hatalı (belirlenemeyen) arabirim mesajı kanalda ATN mesajının doğru durumunda görülürse, bu hatalı hat, yoğunluğu artmış olarak görüntülenir.

Yukarıda açıklanan gösterge modu sadece senkronize çalışma modunda kullanılabilir. Dış saat sinyali, örneğin DAV sinyalinin tetikleyici ucu, negatif gidişte olabilir. Bu IEC cihazlarının yaptığı gibi analizörün de iletilen veriyi algılamasını sağlar.

6.2.2 Hewlett-Packard 10051A IEC tipi adaptör

10051A tipi adaptör Hewlett-Packard 1602 tipi lojik durum analizörün özel yardımcı birimidir.

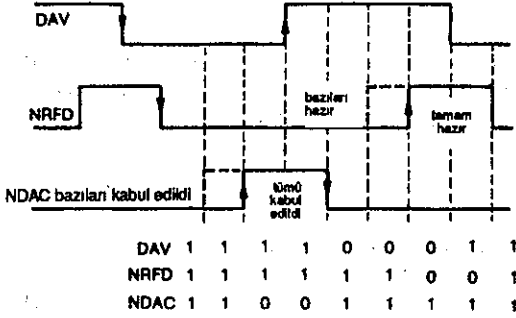
10051A/1602A sistemi Tektronix DF2/7D01 sisteminden temel olarak, gösterge bölümünde özel IEC adaptörü bulunmamasından, fakat lojik durum analizör girdisinde (yani veri toplama bölümünde) bulunmasından dolayı farklıdır.

Bu, iki ölçme sistemi arasındaki tek fark değildir. Bu analizör ekrana sahip değildir, gösterge 16-karakterlik alfanümerik LED hattında görülür. Bu gösterge 64*16-bitlik kapasiteli belleğin içeriğini seçime göre satır-satır, ikili, sekizli veya on altılı formatta gösterir. Eğer analizör IEC sistemini test için kullanılırsa, bir plastik kol tertibatı IFC, SQR, ATN, REN ve EOI arabirim hatlarını belirlemek için göstergenin altına yerleştirilir.

10051A tipi adaptörün görevi IEC kanal sinyal hatlarını uygun analizör girdilerine transferden ve veri seçiminden oluşur. Seçim, belirleme sinyali ile gerçekleşir. Eğer ATN sinyali belirleyici olarak kullanılırsa giriş seçicisinin ayarına göre analizör ya arabirim mesajlarını ya da alet-bağımlı mesajları veya her ikisini de algılar.

Sinyal kontrolünün seçiminde analizörün örneklemesi özel ilgi gerektirir. IEC sistem testi için dört olanak vardır. Veri toplama ya DAV sinyalinin pozitif veya negatif giden kenarı ile, ya da NRFD sinyalinin negatif giden kenarı ile, veya NDAC sinyalinin pozitif giden kenarı ile kontrol edilebilir. IEC yolu veri transfer çevriminin zamanlama ilişkileri Şekil 6.6'da gösterilmektedir. Eğer analizör negatif giden DAV veya NRFD sinyallerinin negatif giden

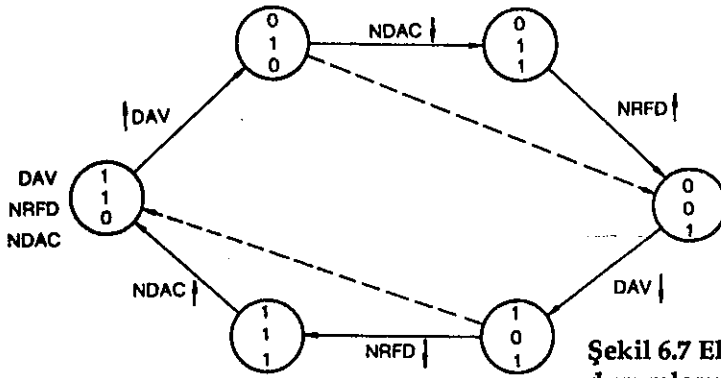
kenarları tarafından zamanlanırsa, veri gerçek veri transferlerinden önce bellekte oluşur. Eğer örnekleme DAV veya NDAC sinyallerinin pozitif giden kenarları tarafından kontrol edilirse, dinleyici cihaz tarafından kabul edilen veri bellekte oluşur.



Şekil 6.6 El sıkışma işleminin basitleştirilmiş zamanlama diagramı

10051A/1602 A tipi sistemin ana avantajlarından biri, el sıkışma veri transfer çevriminin otomatik testine uygunluğudur. Şekil 6.6'da, DAV, NRFD ve NDAC sinyallerinin sırası doğru veri transfer çevrimi için görülmektedir. Bu sabit sıra veri transferinin otomatik testine izin verir. Şekil 6.7'de, el sıkışma veri transferinin sürekli tekrarlı çevrimi şematik olarak gösterilmektedir. Şekil, her durumda veri transfer kontrol yolunun sinyal seviyesini ve iki ayrı durum arasındaki değişimleri gösterir. Şekilde kesik çizgili oklar kabul edilebilir bir transfer çevrimini gösterir. Şekilin yorumlamasında, IEC sisteminin negatif lojik durum seviye belirlenmesini kullandığını hatırlamak gerekir.

10051A tipi adaptörde, kayma kaydedicileri ve karşılaştırmalar otomatik ve sürekli olarak veri transfer çevrimini gözlerler. Eğer normal diziden bir sapma varsa adaptördeki EL SIKIŞMA'yı gösteren LED ışığında 50 m saniye-sürelili yanma olur. Aynı zamanda adaptör analizöre tetikleyici sinyal gönderir; böylece, hatanın ilk görünüşünde saklama çevrimi başlar.

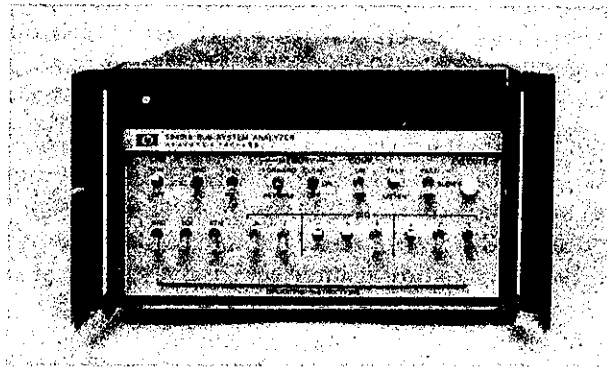


Şekil 6.7 El sıkışma işlemi durumlarının normal sırası

6.3. Aktif IEC Sistem Analizörleri

Tablo 6.1, bazı aktif IEC sistem analizörlerinin özelliklerini göstermektedir. Bu cihazlar lojik durum analizörlerinden farklıdır. Önceden anlatıldığı gibi durum analizörleri, konuşma modunda herhangi bir uzak mesajı iletmeye uygundur. Dinleme modunda, sistem çalışmasını veri trafiğini uygun şekilde test edebilecek dereceye kadar yavaşlatabilir.

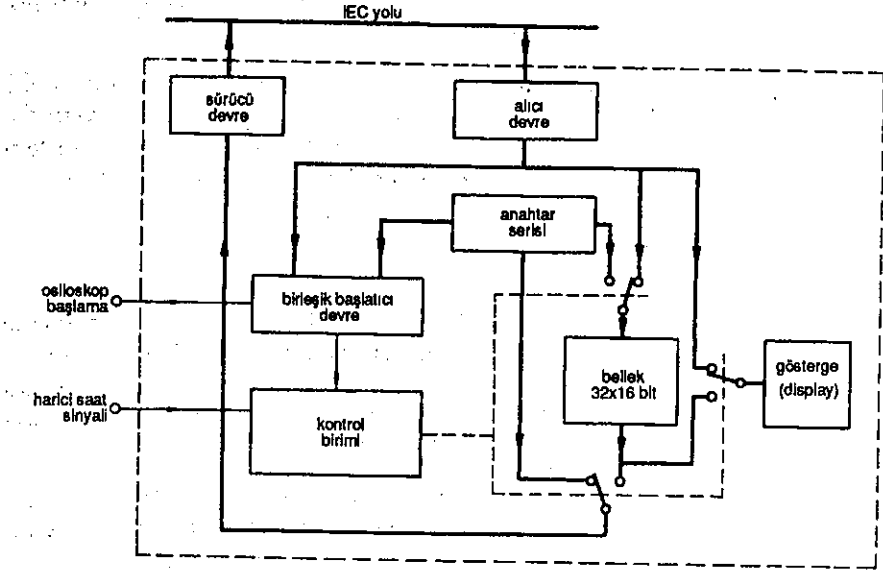
Tabloda listelenen cihazlardan Hewlett-Packard 5940IA tipi en verimlidir; fotoğrafı şekil 6.8'de ve blok diagramı şekil 6.9'da gösterilmektedir. Cihazın çalışması iki çalışma moduna ait blok diagramından anlaşılabilir.



Şekil 6.8 Hewlett Packard 5940IA tipi IEC sistem analizörü

Tablo 6.1 Aktif IEC sistem analizörleri

Tip Üretici	59401A Hewlett-Packard	4810 ICS Electronics	ZT488 ZIA TECH	488 Interface Technology	LA-1910 Trio-Kenwood	GPB-400 National Instruments	488 Racal-Dana
Bellek kapasitesi (bit)	33x16	100x16	--	54x16	1024x16	--	40x11
Görüntü modu	ASCII oktal	heksadesimal	ikili	ikili, oktal heksadesimal	ikili, heksadesimal	ikili	heksadesimal
Birleşik Çalışma modu (huza göre)	evet •adımlı •2 bayt/saniye •dış saat sinyali	evet •adımlı •2 bayt/saniye •dış saat sinyali	hayır adımlı	heksadesimal evet •adımlı •250kbayt/saniye	evet •adımlı •dış saat sinyali	hayır •adımlı •20kbayt/saniye	evet •adımlı •100kbayt/saniye



Şekil 6.9 HP5940IA IEC sistem analizörün yapısı

6.3.1. Dinleyici Modu

Dinleyici modunda 5940IA tipi, "sadece dinle" durumunda yolun tüm veri trafiğini adreslenmeden kabul eden bir alet olarak kabul edilir. Eş zamanlı olmayan veri transferi veri trafiğinin yavaşlamasına izin verir. 5940IA tipi üç farklı dinleme hızında çalışabilir. "Hızlı" ayarında, alet sistemin çalışma hızını etkilemez; "yavaş" ayarında, hız saniyede iki karakter azaltılır; "dur" ayarında sistemin veri trafiği "çalış" düğmesine basan kullanıcı tarafından el ile kontrol edilir. Üç hız dönüşümlü olarak kullanılabilir ve programın çalışması esnasında yazılım hatasının olduğu yere yaklaşıldığı zaman kullanıcı "yavaş" ayardan "dur" ayarına geçebilir. "Karşılaştır" ayarında cihaz, önceden seçilen karakter veri yolunda görüldüğü zaman, otomatik olarak "dur" ayarına çevrilir. Karakter seçimi ön paneldeki bir seri anahtar ile yapılır. Seçilen karakteri hisseden birleşik tetikleyici birim, osiloskop veya sayıcı tetiklemede kullanılan bir tetikleme sinyali yaratır.

Dinleyici modunda, yola ulaşan veri, aletin 32x16-bitlik RAM'ına otomatik olarak transfer edilir. Saklama sıralı adımlar şeklinde olur ve verilen karakterden önce gelen 32 çevrimlik sinyaller, alet dur halindeyken bellekte bulunacaktır. Saklı bilgi adımlar halinde gösterilecektir.

Görüntü basit ve temiz olarak sergilenir. Beş kontrol sinyal hattının anlık durumları LED (ışık yayan diyet) satırı tarafından belirtilirken, veri yolundaki mevcut bilgi birbiri ardına hem sekizli ve hem de ASCII formatında gösterilir. Eğer belleğin içerikleri gösterilirse, bellek adresi de veri ile gösterilir.

6.3.2. Konuşucu Modu

Konuşucu modunda alet, veri ve mesajları IEC yoluna farklı hızlarda gönderebilir. Veri kaynağı, ya ön paneldeki anahtarlar veya bellektir. Eğer veri girdisi ön-panel anahtarlarından yapılırsa, sadece "dur" çalışma modu mümkündür. Ancak veri, bellekten yola gönderilirse, çalışma dahili iki karakter/saniye veya herhangi keyfi hızda, dış saat sinyali kullanarak çalışabilir.

Sonuncu çözüm, eğer 5940IA tipinin belleğine uygun kontrol programı yüklenirse, sistem aletlerinin dinleme fonksiyonlarının testi için çok avantajlıdır ve farklı hızlarda yola iletilir. Dış kaynaktan (örneğin impuls üretici) kaynaklanan saat sinyalinin frekansının artmasıyla hatalı dinleyici alet belirlenebilir.

Daima aktif sistem analizörünün, test altındaki sisteme normal cihaz yüklemesini temsil ettiğini unutmamak gerekir. Bu sebepten, bunlar 15 cihaz içeren bir sisteme bağlanamaz.

BÖLÜM 7

ARABİRİM VE ARKA DÜZLEM YOL STANDARTLARI

Giriş

İlk bölümlerde, çeşitli sistem hiyerarşilerini düşündük ve genel kullanımda birkaç standart arabirimleri özetledik. Özellikle programlanabilir aletlerin benzeri diğer aletlere ve bir kontrolöre bağlanıp veri boyutlarının seri iletimi ve işlenmesi için bir entegre sistem oluşturduğu IEC 625 tavsiyelerini tartıştık.

Dijital işleme dayanan otomatik ölçme sistemleri tasarlandığı zaman bize açık birkaç kavram vardır. Özellikle, oldukça fazla sayıda arabirimler ve arka düzlem yolları günümüzde ticari olarak mevcuttur; bunların hünerleri uygulamalara bağlı olarak oldukça değişir. Bu yollar mikroişlemci yongaların özel tasarımları ile takip edilebilir ve özellikleri açısından aralarında büyük bir ortaklık olabilir. Birçok durumda bu değişik yolların elektrik sinyalleri, zamanlama ve fonksiyonel gerekleri arasında çok az fark vardır, fakat bunlar değişik parça kartlarının bir kullanıcı tarafından ortak bir uygulamada kullanılmasını önlemek için yeterlidir ve kullanıcılar bu yüzden bir üretici tarafından kolaylıkla tuzağa düşürülebilir. Bu yol, tedarikçi firmanın teknik ve finansal kaynaklarına ve satın almadan sonra donanım ve yazılım desteğinin uygun seviyede sağlama yeteneğine bağlı olarak pahalı sonuçlara sebep olur.

Ayrıca, bu yolların sadece birkaçı uluslararası standart olarak kabul edilir; ancak, daha fazlası kabul için düşünülmektedir; ilave olarak, birkaçı uluslararası olarak tanınan şirketlerin iç standartlarıdır ve bu yüzden etkin standartlardır.

Amacımız bu konuda yoğun bilimsel inceleme yapmak değildir. Yol özellikleri bilgisi birçok modül kullanarak sistemin düzenlenmesi için gerektirir. Bu yüzden, çok yaygın bulunan arabirimler ve arka düzlemler ile şimdiki durumda uluslararası standart organizasyonları tarafından alınan veya kabul için düşünülen yolları özetlemeden önce en önemli özellikleri kısaca düşüneceğiz.

7.1. Arabirimlerin İlkeleri

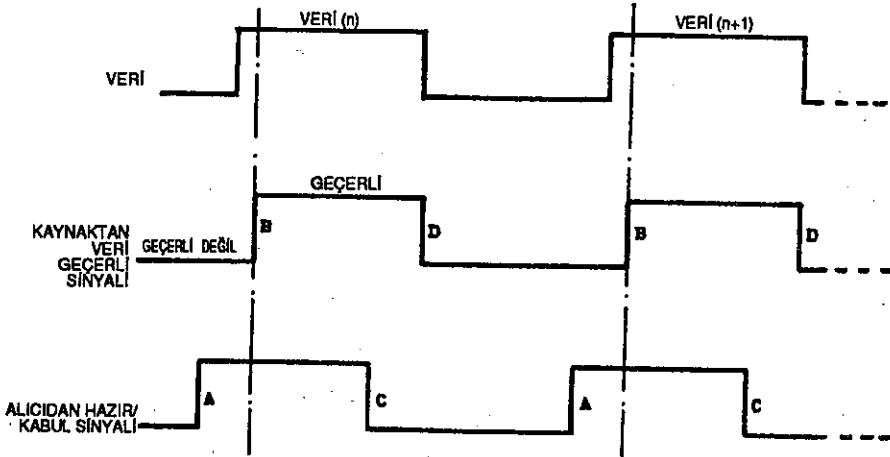
İki modülün birlikte birleştirilme işi haberleşme yollarının gerekliliğini ortaya çıkarır ve böylece arabirim kurulur. Her modülde parçalar mevcut formdaki kablolar yoluyla haberleşir, fakat modüllerin sistemli şekilde birbirini etkilemeleri için bazı ortak ara haberleşme tekniği kullanılmak zorundadır.

Bu teknikler iki geniş sınıftan birine girer : seri veya paralel arabirimler (Bakın bölüm 7.3) Minibilgisayar uygulamalarında paralel arabirimler, kendine yeten bilgisayar sistemlerine uygulandığı zaman genel olarak "arka panel yolu" olarak adlandırılırlar.

7.1.1. Seri Arabirimler

Seri arabirimler, sadece bir veya iki sinyal hattı gerektirir ve veri bit akımı olarak bir hat üzerinde iletilir. Seri arabirimlerin paralel arabirimlere göre avantajları: sinyalleri tamponlayacak ve işleyecek sürücü ve alıcıların sayısının azalmasıyla sistemin karmaşıklığının ve fiyatının azalmasıdır. Paralelden seriye ve tekrar tersine çeviren çeviriciler verileri paralel formda sunan veya isteyen uygulamalarda gerekir. İki-yönlü hatlar hem veri ve hem de kontrol sinyallerinin iletimi için de vardır.

Seri arabirimler, ortak kullanılan çevre donanımlarını örneğin VDU'lar, yazıcılar ve benzer aletleri sisteme bağlar böylece bit-bit veri, adres ve kontrol sinyal iletimine izin verir. Bu arabirimler, şebekede yol fonksiyonlarını iletmeye de sık sık kullanılır. Uygun standartlar veri iletim hızı, veri formatı ve elektriksel karakterler gibi özellikleri tanımlar.



Şekil 7.1: El sıkışma sinyalleri ve zamanlama sırası Notlar: A = VERİ almaya hazır, C=VERİ kabul edildi, A,B,C,D=tam el sıkışma sırası

Arabirimler veri akış kontrol hatları üzerinde verinin sadece alıcı cihaz hazır olduğunda gönderildiğini ve doğru alındığını onaylamak için sık sık el sıkışma kullanır. Veri el sıkışması, bir sonraki duruma geçmeden önce her alıcının son iletimini doğrulamak için beklemesini garanti eden birbirine bağlı sinyaller sırasındır. Bu protokol normal olarak eşlik üretme ve kontrolünde olduğu gibi yazılım fonksiyonudur. Şekil 7.1'de noktadan-noktaya uygulama için, örneğin radyal yapıda arabirim hattı (Şekil 7.3), gösterilen teknik paralel yollara da uygulanabilir.

Tüm sistem uygulamalarında, iletim komutuna hiçbir cevap alınmadığı şartlarda sağlama için dikkat edilmelidir. Tüm sistemin kilitlenmediğinden emin olmak ve bir hata olduğunu belirtmek için hazırlıklar, örneğin bir zamanlama mekanizması, yapılmak zorundadır.

Seri arabirim sistemlerinin temel dezavantajları, özellikle paralel iletimle karşılaştırıldıkları zaman, yavaş hızda veri transfer etmeleri. Sistem değişikliği gerektirirse kablo sisteminin fiziksel olarak değiştirilmesi ve DMA gibi özellikleri içermesi için yetersiz olmasıdır.

Seri arabirimler eş zamanlı veya eş zamansız olabilir. İlk durumda, veri bit hızı iletilen ve alıcıdaki saatler tarafından belirlenir ve veri bu yüzden sabit hızda iletilir. Saatler, eş zamanlı yapıcı bir sinyalin veri ile (yani kendini kontrol eden kodlama) veya ayrı bir hatta iletilerek eş zamanlı tutulmak zorundadır.

Eş zamanlı olmayan sistemler genellikle düşük-hızlı terminaller (<1200 bit/saniye) kullanılır. Sadece veri iletileceği zaman çalışırlar ve veri karakterlerinden önce başlama biti gelir, veri karakterleri bitiş bitleri ile takip edilir. Bu sistemler ekstra başlama ve bitiş bitleri ve eş zamanlı olmayan iletimde dahi karakterler arasında gerekli minimum zaman olmasından dolayı yol alanının kullanımında eş zamanlı iletimden daha az etkilidirler.

7.1.2. Seri Arabirim Standartları

Bizim ilgilimize en uygun seri standartlar ASCII ve EBDIC standartları ve CCITT V24 (EIA RS-232-C) senkronize standartlardır. ASCII kodundan 2. bölümde bahsedildi ve Tablo 2.19'da gösterildi. ASCII ve EBDIC eş zamanlı olmayan iletimleri birçok VDU'lar ve teletayp yazıcılar tarafından sıkça kullanılır. Başlama bitiyle başlayan ve dur bitiyle biten sekiz seri veri bitleri bir karakter oluşturur ve bir kablo üzerine gönderilir. Ucuz paralel-seri ve seri-paralel çeviricileri, yani evrensel eş zamanlı olmayan veya eş zamanlı alıcı/vericiler (UART ve USART), kullanarak basit burkulmuş bir çift veya iç içe kablolar birkaç kbit/saniye veri hızlarında bir veya iki kilometre uzunluklara kadar bağlantı hatlarında kullanılabilir. Daha uzun mesafeler için modemler kullanılmalıdır.

RS-232-C (V-24)'e ilk bölümlerde kısaca değinildi. Son standartlar tarafından yavaş yavaş değiştirilmelerine rağmen burada ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

7.1.3 RS-232-C (V-24) arabirimi

Elektrik Endüstri Kurumunun (EIA) standardı RS-232-C, bit-seri veri iletimi için en sık kullanılan arabirimdir ve küçük bilgisayar sistemlerinde en sık bulunan karttır. Bu uygulamalar için kullanıldığı zaman CCITT Tavsiyele-ri V.24 arabirim standardıyla hemen hemen aynıdır ve her ikisinde Data Terminal (Veri Terminalleri) (DTE), Data Control Equipment (Veri Kontrol Aletleri) (DCE) ve modulator ve demodulatorları (MODEMLER) bağlamak için haberleşme otoritelerinin elektriksel, fiziksel ve fonksiyonel arabirim şartlarını tanımlamak için geliştirilmiştir.

"Mark=işaret" ve "space=boşluk"u temsil etmek için, nominal +12V ve -12V kullanan bir çift kablo üzerinde verinin iletildiği eş zamanlı olmayan seri arabirim olarak kullanılır. İlave hatlar veri akış kontrol el sıkışması ve diğer kontrol sinyallerini taşımak için kullanılır ve 25 bacaklı bir bağlayıcı tanımlanmıştır. Bu "D" tipi bir bağlayıcıdır ve en yaygın bacak tahsis Tablo 7.1'de gösterilmiştir.

Tablo 7.1 En yaygın RS-232-C bacak tahsis

Standart referans	Bacak numarası	Fonksiyon
RS-232-C V24		
AA	101	1
BA	103	2
BB	104	3
CA	105	4
CB	106	5
CC	107	6
AB	102	7
CF	109	8
CD	108/2	20
CE	125	22
		Kapalı toprak
		İletilen veri (TD)
		Alınan veri (RD)
		Gönderme için istek (RTS)
		Gönderme için temizle (CTS)
		Veri Seti Hazır (RSR)
		Toprak Sinyali
		Veri Taşıyıcı Algılama (DCD)
		Veri Terminali Hazır (DTR)
		Zil Belirtecisi (RI)

Notlar: 25-bacaklı D Tipi Bağlantı

Bacak 2 & 3 (artı 7) üzerindeki sinyaller minimum RS-232-C şartları için gereklidir.

Pratikte, en basit iki-yönlü bağlantılar için sinyal toprağına ilave olarak sadece iletilen veri ve alınan veri hatlarına ihtiyaç duyulur. El sıkışma hatları, gönderme isteğı, veri akış kontrolü ve gönderme için temiz, istenen fonksiyonlardır fakat tüm mikrobilgisayarlarda desteklenmezler.

20 k bit/saniye hızlara kadar veri transferi mümkündür ve standart veri hızları:

50, 75, 110, 150, 350, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 bit/ saniyedir.

RS-232-C arabirimleri üzerinde iletilen veri herhangi bir uygun kodu kullanabilir, fakat bilgisayar sistemleri için çoğunlukla ASCII kullanılır.

EIA RS-232; EIA RS-449, RS-422 ve RS-423 tarafından tamamlanmıştır. Bu son standartlar daha yüksek veri hızları (≤ 2 M bit / saniye) ve daha uzun hatların kullanımı için tasarlanmıştır. CCITT Rec. V.24'ün alt grubuna karşılık gelen RS-449 eş zamanlı ve eş zamanlı olmayan seri ikili düzen veri haberleşme sistemleri için mekanik ve işlevsel özellikleri tanımlar. Dengeli ve dengersiz devrelerin elektriksel özellikleri RS-422 (CCITT Rec. V.11) ve RS-423 (CCITT Rec. V.10)'da belirtilir ve 37 -bacaklı bağlayıcı kullanılır.

Bu daha yeni standartlara rağmen, çok yaygın bir kullanıma sahip olduğundan RS-232-C'nin tamamen ortadan kalkması için uzun bir zaman geçecek gibi gözükmemektedir.

7.1.4 Akım döngüsü

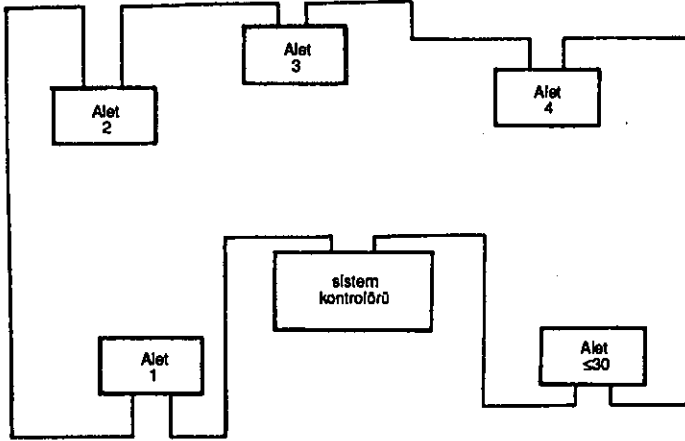
İletimin uzun mesafeler veya özellikle gürültülü çevrelerde istendiğı durumlarda akım döngü sistemini kullanmak mümkündür. Bu temelde iki-çift kablodan oluşur ve her çift seri verileri Tam Duplex Trafik Modunda (FDX) taşır. Bir döngü bir uçta iletilir ve diğer uçta alıcıya sahiptir. Diğer döngü için düzenleme terstir, bu yüzden bilgi değişimine izin verir. İlave olarak, her döngüde bir akım üretici gerekir ve bu akım seviyelerini kontrol eden iletiliciye bütünleştirilmiş olabilir. İlave alıcılar karmaşıklık olmaksızın sisteme ilave edilebilir.

Akım döngüsü için tam-tanımlanmış ve uluslararası olarak kabul edilen standart yoktur; ancak, akımlar normal olarak 20 mA'dir ve bu yüzden sistem sık sık "20 mA akım döngüsü" olarak bilinir. Optokaplı'lar birçok üreticiden elde edilebilir ve her zaman değişmeden kullanılır, bu toprak döngülerinin ortadan kaldırılmasına ve ortak mod reddinin büyük ölçüde kuvvetlendirmesine izin verir. Uygun kablolar kullanılarak, 20 kbit/saniyelik veri hızları ve 10 km iletim uzunlukları mümkün olur. Tele yazıcılar normal olarak 20 mA sürme akımıyla çalışır ve 20 mA akım döngüsü sık sık bu amaç için kullanılır.

7.1.5 Hewlett-Packard Arabirim Döngüsü (HP-II)

Seri arabirimleri özetinin sonunda, Hewlett-Packard Arabirim döngüsünden (HP-IL) bahsedelim. Bu akü ile beslenen cihazlardan oluşan düşük maliyetli sistemler için özel tasarlanmış seri-bit arabirimidir. Bunlar, bu kitabın ana konusu olan IEC 625 (HP-IB) arabirim sistemlerini tamamlamak amacıyla tasarlanmıştır.

HP-IL sistemi bilgisayar veya mikrobilgisayar tabanlı cihaz kendisine bağlı cihazları kontrol eden ve döngü ilave eden bir kontrolör olarak kullanır. Şekil 7.2'de görüldüğü gibi 30 kadar cihaz bir döngüye bağlanabilir. Bağlantılar bir aletin çıkış ucundan bir sonrakinin giriş ucuna kadar uzanan iki-tel kablo tarafından etkilenir, tüm düzen görüldüğü gibi kapalı-bir döngüyü oluşturur. Düzenleme adresler, alet yetenek tanınması, güç açık/kapalı ve hata kontrolünü sağlar.



Şekil 7.2 Hewlett-Packard arabirim döngüsü

Bunlardan sadece alet yeteneğinin tanınması açıklama gerektirir. Her alet kendine has, yapabileceği ve sistem kontrolü tarafından tanınan yetenek numarasına sahiptir, örneğin yazıcı vs. "Yaz" komutunu çalıştırırken, uygun kimlikte cevap veren bulmak için kontrolör her aleti sorgular. Bu yöntem kullanıcının her aletin adresini bilmesi ihtiyacını ortadan kaldırır ve aynı zamanda sistem yazılım ve idaresinin çalışma ve üretimini basitleştirerek değişik hızdaki aletlerin birlikte çalışmasını sağlar.

Sistem, uluslararası bir standarda konu değildir. Artan sayıda aletler, elle tutulan bilgisayardan-dijital multimetreye kadar, sistem ile çalışmak için üretilir. Diğer sistemleri örneğin IEC 625 (HP-IB) ve RS-232-C, bağlamak için arabirimler mevcuttur.

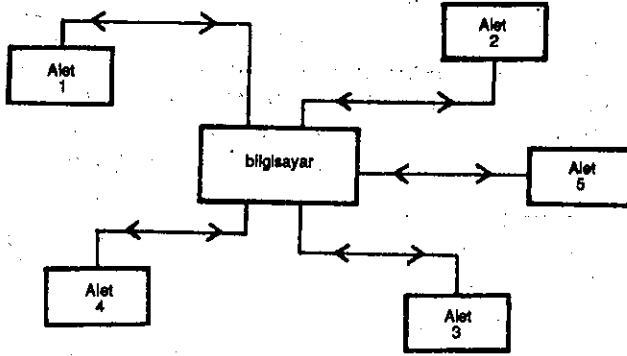
7.2 Veri-link kontrol protokolu

Protokol, bir haberleşme link veya sisteminde takip edilen kurallar topluluğudur. Protokol, hataların tanınması ve düzeltilmesi, mesaj iletimlerinin sırası, karakterlerin oluşturulması, iletim hat kontrolü gibi konuları kapsar. ISO yüksek-seviye-Veri Linki (HDLC) ve IBM'in eş zamanlı Veri-Link Kontrolü (SDLC) gibi birçok protokol ortak kullanımdadır.

7.2.1 Eş zamanlı veri-link kontrolü

Eş zamanlı seri iletim, daha hızlı veri bağlantıları gerektiren dağıtımli sistemlerde kullanıldığı zaman genel eş zamanlı Veri-iletim Kontrol (SDLC) başlığı altında birçok karmaşık protokol çeşitleri vardır. Her karaktere başla veya dur bitleri ilave edilmeden veriler gönderilir ve veriler arada kesilerek gönderildiği zaman link alıcısının zamanlamasını kaybetme riskinden sakınma yolları gerekir. Bu, her 100 bite eş zamanlayıcı karakter ilavesiyle başlanır; bu karakterler alıcı tarafından kodlanırken, saati iletilici ile eşzamanlı tutmak için kullanılır. SDLC pratiğinde, birkaç verici ve alıcı bir linke bağlanabilir ve karakterler çerçeve olarak adlandırılan büyük bloklar halinde iletilebilir. Başla karakteri tüm alıcılara çerçeve iletiminin başladığı ve bir adresin takip ettiğini belirtir. Uygun alıcı çerçeveyi kabul eder, onu kontrol eder ve bir çerçeveyi onun doğruluğunu belirtmek için geri gönderir veya belirlenen bir hatayı belirtir.

Bir standart protokolu, tanımlar ve kontrol karakterleri, çerçeve tipleri, sistem başla/dur ve hata karakterlerini kapsar. Tüm gerekli protokol ve diğer özellikleri içeren entegre devreler birçok üreticide mevcuttur.

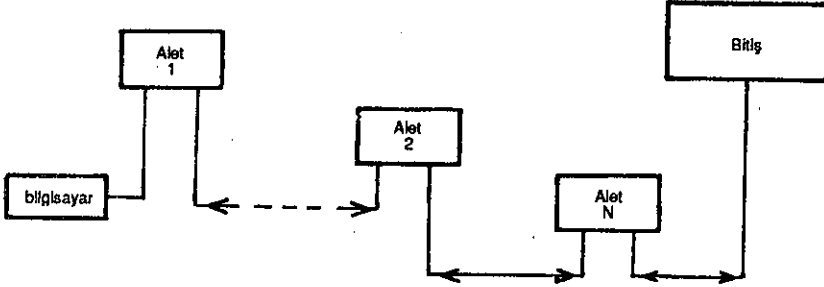


Şekil 7.3 Radyal veya yıldız bağlantı

7.3 Paralel arabirimler ve yollar (buses)

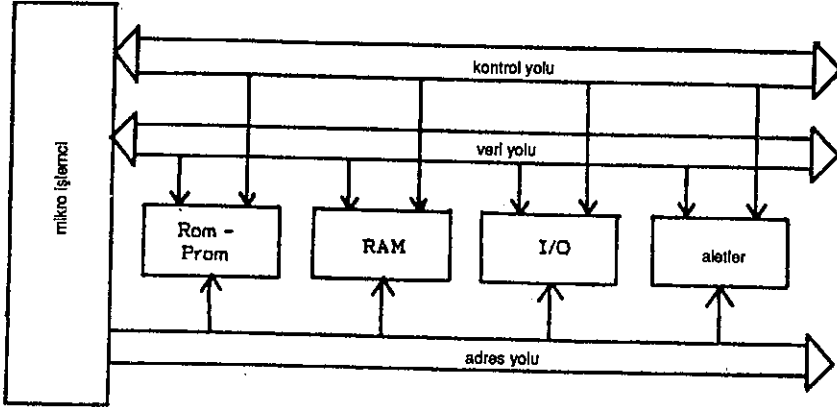
Paralel arabirimlerde, veri kelimelerini içeren bitler arabirim üzerinde paralel hatlarda aynı anda iletilir. Her bit için tek hat kullanılır ve arabirim bir veya daha fazla kelime genişliğinde olabilir. Transfer tek çevrimde toplam kelime transferi olduğundan, paralel arabirim özellikle seri arabirimlerle karşılaştırıldığında hızlı şekilde çalışır. Ancak, seri arabirime zıt olarak her hat için alıcı-verici gerekir.

Bilgisayarlar Şekil 7.3'te görüldüğü gibi her alet bağlantısının özel paralel arabirim tarafından başarıldığı radyal veya yıldız şeklinde bağlantı kullanılabilir. Bu çeşit yaklaşım yukarıda bahsedilen sebeplerden dolayı pahalıdır ve oldukça seyrek kullanılır. Çok daha yaygın bir metod Şekil 7.4'de gösterilen "papatya zinciri" veya "ana bağlantı yolu" metodudur. Bu teknik ile işlemcide bir tek alıcı ve sürücü gerekir.



Şekil 7.4 Papatya zinciri veya ana bağlantı yolu bağlantısı.

Ancak , bu bölümde sistemlerde yaygın olarak kullanılan paralel yolların kullanımı üzerine konsantre olmak istiyoruz ve Şekil 7.5'de gösterilen bu yollar; tek kartlı bilgisayarlar, bellek, dijital ve analog I/O ve çevre donanım alet kontrolörleri gibi geniş bir aralıkta sistem modülleri arasında ortak haberleşme araçları sağlamak için tasarlanmıştır. Bu yüzden, yol yapısı değişik sistem elemanlarının birbiriyle etkileşimi için bütün gerekli sinyalleri ullaştırmak zorundadır.



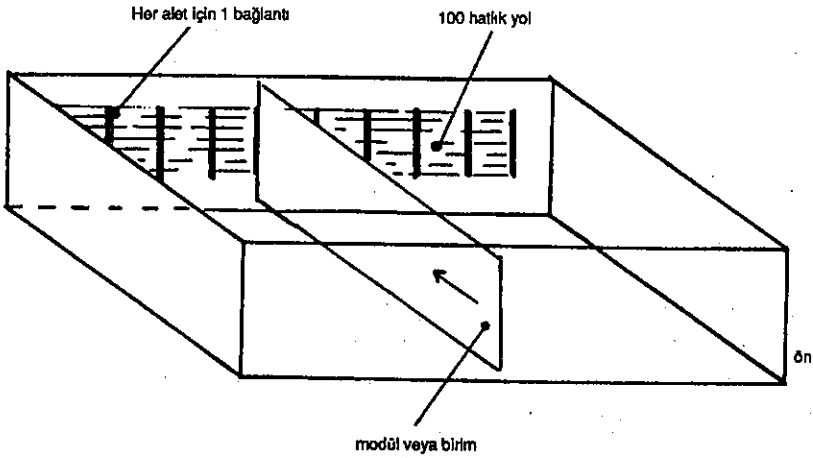
Şekil 7.5 Tipik paralel-yol sistemi

7.3.1 Paralel yol

Paralel yol, veri kelimesindeki tüm bitleri aynı anda tek hatta taşır. Bu hatların ayrı grupları veri yolu, adres yolu ve kontrol yoluna tahsis edilir ve tipik basit mikrobilgisayarlar 8 veri, 16 adres ve 5 (veya daha fazla) kontrol hattı içerir. Bazı durumlarda ve özellikle yüksek-performans sistemlerinde, hat kapasitesi çoğullama kullanarak etkin şekilde artırılır. Güç hatları da gerekecektir. Bütün bunlar, yolu meydana getiren ve yol hatlarını içeren anakart tekniği ile bağımsız modül ve alet kartlarını mekanik olarak bulunduran ve destekleyen bir metodla başılır. Bu sistem sık sık "arka panel yolu" olarak adlandırılır ve temel örnek Şekil 7.6'da görülür.

Veri hatları tüm verilerin işlemci(lere) girişi ve çıkışı transferi için kullanılır.

Adres hatları transferin yapılmayı planladığı I/O veya bellek alanını belirler.



Şekil 7.6 Arka panel yolunun fiziksel şematik düzeni

Kontrol hatları, tipik olarak "oku" veya "yaz" talimatları, "adres hazır", "bekle" veya "cevap ver" sinyalleri, kesme sinyali veya DMA isteğini taşır.

Kullanılan sisteme bağlı olarak güç hatları, regülasyonun her alette yapıldığı ortak bir sistem veya her noktaya bağımsız regüle edilmiş olabilir.

7.3.2 Çoğullama

Veri ve adres için gerekli yol hatları sayısı çoğullama kullanarak azaltılabilir. Veri ve adres bilgisi bazı önayarılanmış sıra ile aynı yol hatlarını paylaşır. Örneğin, adres yol hatları A_8-A_{15} bellek veya I/O adreslerinin en önemli 8 bitini taşır. A_0-A_7 veri/adres yol hatları ilk saat çevrimi esnasında en az önemli 8-biti taşır. Bunu takiben, daha sonraki 2 veya 3 saat çevriminde, A_0-A_7 hatları veri yolu olur.

Çoğullama sistemi bu yüzden eş zaman olanaklarıyla birlikte iki farklı iletim gerektirir. Çoğullama daha az parça içermesi dolayısıyla bazı maliyet ve güvenilirlik kazançlarına sahiptir fakat çoklu iletimler sistem cevabını (tepkisini) yavaşlatabilir.

7.3.3. Kelime Uzunluğu

Arka panel yolunun önemli bir özelliği alacağı kelimenin boyutudur. Bugünkü küçük bilgisayarları genellikle 8-veya 16-bitlik kelime kullanımına uygundur ve arka panel yolu kullanılabilirliği bunlardan birinin veya her ikisinin desteklenme kabiliyetine bağlıdır. 32-bitlik işlemciler bugün yaygınlaşmaktadır ve bunlar şimdi sadece az sayıdaki yollar tarafından desteklenir.

7.3.4 Kesme öncelikleri, çok işlemciler ve hakemlik

Arka panel yollarının öncelik durumu önemlidir; çünkü, öncelik yoldaki çeşitli aletlerden hangisinin ve ne zaman yolun kontrolünü kazanmak için kesme yapabileceğini belirler. Basit öncelik planı yoldaki kartların mikroişlemciye göre olan yerlerine dayanır. En yakınlar en fazla öncelik alır.

Daha detaylı yöntemler, birkaç 8-ile 32-bitlik işlemcileri paylaşan yollara izin veren daha karmaşık yollar için gerekir. Bu yöntemler genellikle bir mikroişlemciyi çeşitli işlemcilerden gelen istekleri gözleyen taşıt denetçisi olarak kullanır. Bu istekler farklı yol istek hatlarında yapılır ve önceliğin verilmesi ilgili ayrı yol teslim hatlarında yapılır.

Öncelik sistemi, yolun kontrolü için aynı anda olan istekler arasında hakemlik mekanizması gerektirir. Mikroişlemci yolları, bunu genellikle istekleri sıralayarak sıralı servis verme temeline göre yapar; ancak, aletler yoldaki çevrimleri paylaşabilir veya özel bir alet belirtilen şartlar altında öncelik alabilir. Genelde hiçbir alet yolun sürekli kontrolünü koruyamaz ve gerekirse istek yapan alet yazılım kontrol cevabını başlatmak için bir "protesto" hattını kullanabilir.

7.3.5 Hatalar ve belirlenmeleri

Yoldaki bilgiler dış devrelerden gelen sahte sinyaller, yol hatlarında çapraz konuşma, yoldaki uyumsuzluk vs tarafından zayıflatılır ve bu yeterli bir sistemde kötüleşmelere yol açabilir.

Hata belirleme ve düzeltme, sistemin tamamen kesilmesini önlemek için gerekir ve dikkatli donanım tasarımı veya yazılım tarafından yerine getirilebilir. Bu, her veri kelimesi veya bloğunda yanıl veya uzunlamasına eşlik kontrol kullanımı, devirli fazlalık kontrolleri veya iyi tanımlanmış veri testi şeklinde olabilir. Devirli fazlalık kontrolleri, iletim hattının her iki ucunda (ile-tici ve alıcı) iletilen veri sırasında bir tekrarlı hesaplama yapmayı ve bunları karşılaştırmayı içerir. Bu çok düşük algılanmamış hata oranına sebep olan güçlü bir metoddur.

7.3.6 Yol uzunluğu ve sonlandırma

Arka panel yolunun fiziksel uzunluğu, onun performans ve çalışma hızı ile ilgilidir. Genelde, en makul performans yolları 1 m uzunluktan oldukça kısadır ve sinyalin yol hattında yayılma zamanı oldukça önemlidir. Tüm du-rumlarda, yol bir iletim hattı olarak kabul edilir ve uyumsuzluk, yansımalar, tekrarlama vs. sebebiyle olacak hataları önlemek için uygun sonlandırma ge-rekir.

7.3.7 Band genişliği

Birçok arka panel yolu, yolun fiziksel özelliklerine dayanarak 5-10 MHz arasında etkin bant genişliğine sahiptir. Pratikte veri transfer hızları daha önemlidir, çünkü her çalışma çevrimi için bir kelime 8-bittir veya 8 bit kat-larından oluşur ve bu Mwords / saniye olarak ifade edilir.

7.4 Arka panel yol standartları

Aşağıdaki özetlerde, çok yaygın ve önemli arka panel yol standartları ta-nımlanacak ve onların temel özellikleri özetlenecektir. Açıklamalar tam değıl-dir ve geniş bilgi için okuyucu özellik dökümanlarına yönlendirilir. Aşağıda-ki alt bölümlerde birçok kısaltılmış özellikler Microprocessors ve Microsy-stems (Mikroişlemciler ve Mikrosistemler) ve Electronics Industry (Elektro-nik Endüstrisi) dergilerine dayanır ve bunları kullanmamıza izin verdikleri için yayımcılara teşekkür ederiz. Bazı yolların ihmal edilmesi herhangi bir tenkiti ima etmek amacıyla değildir, fakat sadece muhtemel sistem tasarım-cılarının karşılaşılabilecek problemin büyüklüğünü belirtmek içindir.

İncelenen arka panel yolları:

S100	(IEEE 696)
STD	(IEEE P961)
STE	(IEEE P1000)
G64	-
Eurobus	(ISO-DP 6951)
Multibus I	(IEE 796)
Multibus II	-
VME	(IEEE P1014)
Futurebus	(IEEE P896)'dir.

Verilen bilgiler yeteri ölçüde kısa olup, tüm detaylar uygun standart organizasyonları veya adresleri bibliografyada verilen tasarım otoretilerinden elde edilebilir.

7.4.1 S100 arka panel yolu (IEEE 696)

S100 yolu, IEEE 696 yolu olarak da bilinir ve resmi olmayan, az tanımlanan bir yol önerisinin yaygın olarak kabul edilebileceğinin bir örneğidir. Çok sayıda üreticinin başlangıçtaki anlaşmazlıklarına rağmen özellikler yeniden tanımlanmış ve sonunda saygın bir standart organizasyon tarafından desteklendiği zaman, kullanılabilir araç olmuştur.

S100 yolu 15 iki-yönlü veri, 16 veya 24 adres, 8 durum, 11 yol kontrol, 6 DMA kontrol ve 8 vektörlü kesme içeren 100 hattan oluşur. 8 ve 16-bitlik işlemcileri destekler, adreslenecek 16Mbayt bellek ve 64 K I/O girişi (port) izin verir. Özellikleri 8080'den sonraki hemen hemen her 8-veya 16-bitlik işlemciyi kabul edilebilecek ve 6M kelime / saniye veri transfer hızı başarabilecek şekildedir.

Bu aletler standart kartlar (254*135mm) üzerine monte edilir ve 100-yollu baskılı devre kenar konnektörleri kullanır. 4 ile 22 alet kartını yerleştirmek için 22 kadar yarığa (slot) sahiptir.

Her sistem genellikle CPU ile bellek ve I/O yuva kartlarını içeren sürekli yol yöneticisine sahip olmak zorundadır. Sistem organizasyonu 16 geçici yöneticiye yer verecek şekildedir. Bellek uyduları ve I/O kartları sırasıyla 24 ve 16 adres hatlarına sahiptir.

8 bitlik transfer, biri masterden uyduya (slave) diğeri uydudan mastere olan iki, tek yönlü veri yol seti üzerinde yapılır. Her iki yol üzerindeki 16 bitlik transfer iki yönlü modla birlikte kullanılır, istek ve onaylama için iki ekstra yol

hattı kullanılır. Bu yüzden 8 ve 16 bitlik uydular, dört hakem hattına hizmet veren geliştirilmiş bir bayt serileştiriciye sahip kontrolörü olan bir sistemde karıştı rılabilir.

S100'ün kısa özellikleri

Tip	Eş zamanlı çoğullamasız
Adres alanı	16 M bayt-24 adres hattı
Veri genişliği	8 ve 16 bit
Kart boyutu	254*152.4 mm (mak.)
Bağlayıcı	Kenar
Bağlantı kapasitesi	100-yollu
Güç kaynağı	± 8 V, ± 16 V (yerel düzenleme)
Kesme seviyeleri	8-vektörlü
Yol devri	8 DMA
Hakemlik yolları	4 hat
Bant genişliği (transfer)	6 MHz
Maksimum kart kapasitesi	22

7.4.2 STD arka panel yolu (IEEE P961)

STD yolu, 1978 dolaylarında ortaya çıktı ve daha sonraki yıllarda geliştirildi. 8 bitlik, eş zamanlı, çoğullamasız yoldur ve her 8 bitlik işlemci ailesi ve çoğullama kanal sistemlerini desteklemeye izin verecek şekilde tanımlanmıştır. Anahtarlı entegral baskılı devre kenar bağlayıcıları ile standart baskılı devre kartı (165*114 mm) içerir.

Yol, herhangi bir yarıktaki (slot) herhangi bir kartın çalışmasına izin veren 56-hatlık yollu ana kartı içerir. 64K'ya kadar bellek desteklenir ve genişletme hatları kullanarak 128K'ya genişletilebilir.

STD yolunun Avrupa versiyonu (E-STD) Avrupa'da standardın daha çok kabulünü teşvik etmek için önerilmiştir. Bu daha çok adres bitlerine hazırlık, standart Eurokart (160*150 mm) kullanımı ve DIN 41612'ye uygun 64-bacaklı bağlantıyı içerir.

STD sistemleri, çok geniş bir aralıktaki aletlere yer verecek yapıdadır. Çevre donanımları ve I/O aletleri kendine has ön kenar bağlayıcıları ve kab-

loları kullanılarak dış aletlere bağlanır. Yol üzerindeki yarık sayısında bir sınırlama yoktur. Fakat arka panel, yol ve yüklemeye hassastır ve her kart her yol sinyali için bir yükü temsil eder.

Sistemin geniş potansiyel esnekliği, uyumluluk açısından dikkat gerektirir. Örneğin çevre donanım yongaları kullanan kartlar yeterli çalışma için özel zamanlama sinyalleri gerektirir ve bu bazen diğer işlemci aileleriyle kullanımını önler. STD pratiği işlemci-bağımlı kartları özel CPU'ya referanslandırmak örneğin STD 6800 vs., ilgili dalga formu ve zamanlama şartlarını belirtmez.

Kesme servisi mevcuttur ve sadece tek kesme aletli sistemlerde sinyal hatları tarafından direkt olarak yerine getirilir. Birkaç kesme aletli sistemde hem seri ve hem de paralel yöntemler tanımlanır. Avrupa STD yolu durumunda her kesme için istek ve doğrulama hatları veya alternatif olarak yol hakemliği sağlanır. Bu, kesmeler için papatya-zincir tekniği kullanılırsa iki kontrolöre kadar kullanıma izin verir.

STD kısa özellikleri:

Tip	Eş zamanlı çoğullamasız
Adres alanı	64 kбайt
Veri genişliği	8 bit
Kart boyutu	165* 114 mm
Bağlayıcı	Kenar
Bağlantı kapasitesi	56 yollu
Güç kaynağı	$\pm 5V, \pm 12V$
Kesme seviyesi	2
Yol devri	1 DMA
Hakemlik yolları	yok
Hata sinyalleri	yok
Özel çevrimler	kesme kabulü
Bant genişliği (transfer)	2MHz

Eurokart E-STD kısa özellikleri:

Tip	Eş zamanlı çoğullamasız
-----	-------------------------

Adres alanı	64 Kbayt
Veri genişliği	8 bit
Kart boyutu	160*100 mm
Bağlayıcı	2-parça DIN 41612
Bağlantı kapasitesi	64 veya 96-bacak
Güç kaynağı	$\pm 5V, \pm 12V$
Kesme seviyesi	3
Yol devri	çoklu master
Hakemlik yolları	1 yol kabulü, papatya zinciri
Hata sinyalleri	yok
Özel çevrimler	kesme kabulü
Bant genişliği (transfer)	2-3MHz

7.4.3 STE arka panel yolu (IEEE P1000)

STE yolu STD yolunun daha geliştirilmiş tipidir. Eurokartlarının kullanımını sağlar ve birçok temel açıdan STD yolundan farklıdır.

Yol, ya tek-başına modda veya çok-yollu mimaride 8-bitlik mikrobilgisayarların yüksek performansını uygulamak için amaçlanmıştır. Aynı zamanda yüksek-hız I/O kanalı olarak da hizmet eder. STD yollarına zıt olarak, eş zamanlı-olmayan görev görür ve yolun kontroluna sahip her anabirimin (master) eş zamanlı-olmayan birbirine bağlı el sıkışma yoluyla uyduları (slave) adresleyen ana/uydu kavramına dayanır. Bu yüzden çok farklı hızlardaki aletleri birbirine bağlayan sistemleri yapmak mümkündür. Çok yönlü anabirim tek sisteme de yerleştirilebilir.

1 Mbayt fiziksel adres alanı ve 4 Kbayt I/O belleğine izin veren, bağımsız iki sistem adres alanı desteklenir. Biri yol hakemliği için, diğeri uyduların kesme önceliğini belirlemek için iki papatya-zinciri tanımlanır. Veri transferlerini gözlemek ve hakemlik için bir yol hata hattı ayrılmasıyla sistemin bütünlüğü STD yoluna göre geliştirmiştir.

Yol 64-bacak bağlantılı DIN 41612 ile tek Eurokart kullanır ve taşıtta 21 karta kadar yer bulunur.

STE kısa özellikleri

Tip	Eş zamanlı olmayan çoğullamasız
Adres alanı	1Mbait (genişletilmiş adres belleği)
Veri genişliği	8 bit
Kart boyutu	Euro kard: 160*100mm (seçimli 160*233mm)
Bağlantı	DIN 41612
Bağlantı kapasitesi	64 - bacaklı
Güç kaynağı	$\pm 5V, \pm 12V$
Kesme seviyesi	4
Yol devri	Çoklu master
Hakemlik yolları	1 yol kabul, papatya zinciri
Hata sinyalleri	Yol hatası
Özel çevrimler	Oku/Değiştir/Yaz Kesme kabul, Blok transfer
Bant genişliği (transfer)	2-3 MHz
Mak. kart kapasitesi	21

7.4.4 G64 arka panel yolu

G64 yolu, 1979'da Cenevre'deki GESPAC SA tarafından tasarlandı ve birçok üretici firmadan geniş bir aralıktaki modüller bulunabilir.

Yol 8-veya 16-bitlik mikroişlemcileri destekleyebilir ve yol tasarımı her hangi bir özel CPU ailesiyle ilgili değildir. G64 eş zamanlı veya eş zamanlı olmayan transferler sağlayabilir ve çoğullamasız 64-hatlık yol içerir. DIN 41612 tip bağlantılı standart Eurokartlar kullanır ve 4-20 arasında yarık (slot) mevcuttur.

Her biri 8-ve 16-bitlik işlemci modüllerine uyan 8 ve 16-bitlik bellek modülleri mevcuttur, ve 256 kbait bellek adresleme kapasitesine sahiptir. 1K*8 veya 1K*16 önkodlu alan I/O adresleri mevcuttur ve I/O modülleri her iki boyuttaki işlemcilerin herbiri ile kullanılabilir.

Yol iki katmanlı alet olarak uygun sonlandırma olmadan ve 1 MHz transfer hızlarına kadar çalışma kapasitesine sahiptir, veya 2MHz'den fazla transfer hızı mümkünse 80 Ω ile sonlandırılmış dört katmanlı yol gibi çalışır.

Üç kesme hattı, bir kesme kabul hattı ve bir papatya-zinciri ile birlikte mevcuttur; böylece vektörsüz veya öncelikli vektörlü servis yapılacak kesmelere izin verir.

G64 çoklu DMA kaynaklarına servis etme kabiliyeti ile tek işlemci sistemi olarak çalışır. Bunlara çoklu DMA yapılarında kesme papatya-zincirinin önceliklerini kurmak için kullanılan İstek Kabul Edildi tarafından servis verilir.

G64 genellikle 8-bitlik işlemciler için eş zamanlı modda ve 16-bitlik'ler için eş zamanlı olmayan modda çalışır. Karışık sistemler her mod da mümkündür.

G64'ün 32-bitlik tipi geliştirilmektedir (G128) ve çift Eurokart kullanmak için yapılırken, mevcut G64 kartları ile uyumlu olacak şekilde planlanmıştır.

G64 kısa Özellikleri

Tip	Çoğullamasız , 8-bitlik eş zamanlı 16-bitlik eş zamanlı olmayan
Adres alanı	16 (>256 kbit)
Veri genişliği	8 ve 16 bit
Kart boyutu	Eurokart, 160*100 mm
Bağlayıcı	DIN 41612
Bağlantı kapasitesi	64 - bacaklı
Güç kaynağı	$\pm 5V, \pm 12V$
Kesme seviyesi	3
Yol devri	Tek-işlemci ile çoklu DMA
Hakemlik yolları	1 yol kabul, papatya zinciri
Hata sinyalleri	Çiftleme, yol hatası
Özel çevrimler	Kesme kabul, Oku / Değiştir / Yaz
Bant genişliği (transfer)	8-bit : ≤ 1 MHz 16-bit : > 1 MHz
Mak. Kart Kapasitesi	20

7.4.5 Eurobus arka panel yolu (ISO-DP 6951, BS 6475: 1984)

Eurobus orjinal olarak İngiltere Savunma Bakanlığı ve Ferronti şirketi tarafından birlikte tasarlanmış bir genel amaçlı arka panel yoludur. Standardı

desteklemek için bir yonga tasarlanmıştır ve ticari olarak mevcuttur.

Yol, ilk olarak 16-bitlik veri genişliği için tasarlandı ve işlemcileri, bellek ve I/O aletlerini tek ve çok çeşitli işlemci sistemlerinde birleştirme amacındaydı. Özellikleri 8, 16, 24 ve 32 bitlik veri genişliklerini desteklemeye izin verecek şekilde genişletildi; 10, 18, 26 ve 34 bit genişliğe uygun adresler Eurobus 10, vs. adıyla mevcuttur.

Yol, Eurobus sistemlerini ve iki Eurobus 26 ve 34 sistemlerinin bağlantılarını kapsayan 64-bacaklı bağlayıcı içerir. Veri transferi eş zamanlı olmayan ve tamamen el sıkışma şeklindedir ve tek bir anayola gönderilir. 16 veya 18 veri/adres hatları, 9 kontrol sistemi, 1 kesme hattı ve 11 güç hattı ile birlikte kullanılır.

Sistem DIN 41612 ile 64 bacaklı bağlayıcı, maksimum 500 mm yol uzunluğunda 20 alete kadar çift Eurokart (233*160 mm) kullanır ve yol her iki uçta da sonlandırılmalıdır.

Eurobus, merkezi yol hakemliği kavramına dayanır. Yol kontrolü işlemciden uzaklaştırılır ve tüm ihtiyaçlara servis veren özel yol hakemine aktarılır. Aletler onların ihtiyaç ve potansiyellerine göre ana/uydu ilişkisine göre tahsis edilmiştir. Hakem, anabirimin transfer isteğini başlatan alet olarak ve uydunun cevap verme temeline göre yolun tüm kontrolüne sahiptir; uydu statüsünün kalıcı olmasına gerek yoktur.

Eurobus, temel ve ayrı iki işlemi sağlar : kesme ve veri transferi. Kesme operasyonu çok basit ve hızlıdır, burada daha sonraki gerekli sistem çalışmalarını sağlayan kontrol hakemine bu konuda teşekkür etmek gerekir. Protokol, tahsisin ve veri transfer işleminin her aşamasında el sıkışmadan emin olurken sistemin maksimum hızda çalışmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

Eurobus'ın özellikle faydalı bir özelliği, onun iki Eurobus sisteminin birlikte bağlanmasına izin vermesi ve tek olarak çalışma kabiliyetidir. Sistem protokolu, heriki yolda potansiyel anabirimlerin olduğu yerlerde kaçınılmaz anlaşmazlıkları üzerine alır.

Eurobus amaçlandığı çevredeki güvenlik sebepleri için blok transferini desteklemez.

Eurobus kısa Özellikleri

Tip	Eş zamanlı olmayan, çoğullamalı
Adres alanı	18 (10, 26, 34)
Veri genişliği	16 (8, 24, 32)

Kart boyutu	Eurokart, (233*160 mm)
Bağlantı	DIN 41612
Bağlantı kapasitesi	64 - bacaklı
Güç kaynağı	+ 5V
Kesme seviyesi	Hakeme bir yol hattı
Yol devri	çoklu master
Hakemlik yolları	2 (hakem)
Hata sinyalleri	Çevrim terki, Reset, Güç kesilmesi
Özel çevrimler	Oku / Yaz Oku / Yaz / Tut Vektör Oku / Yaz / Vektör / Tut
Bant genişliği (transfer)	3-4 M bayt/saniye
Mak. Kart Kapasitesi	20

7.4.6 Çoklu yol (I) arka panel yolu (IEEE 796)

Çoklu yol, ilk olarak 1974'de Intel Şirketi tarafından tasarlandı. Daha fazla gelişmeden sonra, şimdi geniş bir şekilde mikroişlemci endüstrisinde ve sistem uygulamalarında kullanılmakta ve geniş ticari destek görmektedir.

Yol 86-bacaklı bağlantı kullanır ve 16 iki-yönlü veri taşıtları içerir, 20 standart (veya 24 genişletilmiş) adres hattı, 18 kontrol hattı ve 8 kesme hattı içerir. Gerektiğinde genişletilmiş adresleme, diğer özellikleri örneğin güç kesilmesi, bellek başlatıcı kontrol sinyalleri ve yol değişim hatlarını taşıyan 60-bacaklı bağlayıcı tarafından yerleştirilir. Güç kesilme hatları isteğe bağlıdır.

Yol eş zamanlı olmayan çoğullamasız durumda çalışır ve genişletilmiş 24-bit kullanarak 16 Mbayt, 20 bitlik direk adresleme ile 1 Mbayta kadar destek verebilir. 16 bitlik adresleme kullanarak 64K'ya kadar I/O portları da adreslenebilir. Hem bellek ve hemde I/O çevrimleri 8-veya 16-bitlik veri transferlerini destekler.

Kullanılan kartlar orjinal Intel 304.8 * 171.5 mm'dir ve baskılı devre kenar bağlantılarını kullanır.

Çoklu yol özellikle Intel 80/86 tek-kart bilgisayarları ve geniş bellek genişleme aralığı, dijital ve analog I/O kartları ve çevre donanım kontrolörlerini arabirimlemek için kullanılır.

Yol yapısı, anabirimin kontrol ettiği yola uydu adresini yerleştirdiği ana/uydu kavramına dayanır. Uydu, anabirimin komutlarını takip etmeden önce adres kodunu çözer ve iki alet arasındaki el sıkışma çok değişik hızlardaki modüllerin yolu 5 M kelime/saniye'ye kadar olan hızlarda kullanmasını sağlar.

Yol, çoklu masterlerin çoklu işlenmesine de izin verir ve onların seri papatya-zincir önceliği veya paralel şekilde yol değişim hatlarına bağlanması için kontrol sinyalleri sağlar. Paralel bağlantıda, 16 kadar master yol kaynaklarını paylaşabilir.

Çoklu yol (I) kısa özellikleri

Tip	Eş zamanlı olmayan, çoğullamasız
Adres alanı	20 standart (1Mbayt) 24 genişletilmiş, (16M bayt)
Veri genişliği	8,16
Kart boyutu	304.8 * 171.5 mm
Bağlayıcı	Kenar
Bağlantı kapasitesi	86 yollu (+60 yol)
Güç kaynağı	$\pm 5V, \pm 12V$
Kesme seviyesi	8
Hakemlik yolları	1 yol kabul, papatya zinciri
Hata sinyalleri	yok
Özel çevrimler	kilit
Bant genişliği (transfer)	5 M kelime/saniye
Mak. Kart Kapasitesi	16

7.4.7 Çoklu Yol II Arka Panel Yolu

1983'ün sonlarında Intel Çoklu yol II (Multibus) isimli yeni 32-bitlik yol yapısını anons etti. Bu, orjinal çoklu yol I'in kurallarına dayanır ve çoklu-yol kavramını, işlemci-bağımsız 5 yol kavramına genişletir. Ekstra yollar:

Paralel Sistem Yolu	(iPSB)
Lokal Yol İlavesi	(iLBX II)
Seri Sistem Yolu	(iSSB)

Orjinal I/O genişleme yolu (iSBX) ve çok kanallı DMA I/O yolu kullanılmaya devam etmektedir.

Modüllerarası haberleşmeyi ve veri transfer protokolunu tanımlayan ortak sistem arabirimi tarafından yollar birbirine bağlanır ve böylece, özel şartları yerine getirmek için sistem tasarımcılarının yolun en uygun birleşimini seçmesini sağlar.

Sonuçta, çoklu yol II çok geniş sistem tasarımlarına uygun, işlemci bağımsız, açık-sistem mimarisini kullanır. 40 M bayt/san. transfer hızıyla 32-bitlik paralel yol ve geniş kapasiteli uzak (kart-dışı) belleğe hızlı ulaşma imkanı sağlar. İlave olarak, seri sistem yolu düşük maliyette seri girişim başarılmasına izin verir.

Çoklu yol kavramının genel amaçlı yola karşı şu avantajları olduğu savunulmaktadır:

- (i) Özel yol onun fonksiyonlarını daha verimli olarak yerine getirir.
- (ii) Farklı fonksiyonlar farklı yollarda aynı anda taşınabilir.
- (iii) Genel amaçlı yolun hızlı bant genişliği burada da vardır, böylece, haberleşme ve işlemciler arasındaki veri transferi için etkin bant genişliği sağlanır.
- (iv) Sadece özel sistem şartları için gerekli yolların birleştirilmesi yeterlidir; böylece maliyet azalır.

Yol özellikleri aşağıdaki gibidir:

Paralel Sistem Yolu genel amaçlı, çoklu-işlemci-bağımsız, veri hareketini ve 8, 16- veya 32-bitlik işlemcileri kullanan işlemciler arası haberleşmeyi destekler. Hakemlik desteklenir. 32-bitlik bellek adresi, 16-bitlik I/O adresi, 8-bitlik mesaj adresi ve 16-bitlik birbirine bağlantı adresleri sağlanır. Aletler için öncelik temeline dayalı sıralı hakemlik sağlanır. Veri transferleri 10MHz'de zamanlanır ve 8, 16, 24 veya 32 bit genişliktedir. Hızlı transfer veri hızı 40 Mbayt / saniye band genişliğine izin verir. Yol, 16 bitlik Standart Eurokart ile DIN 41612'ye 96 bacaklı bir konnektör kullanır ve 20 alete kadar hizmet verilebilir.

Lokal Yol İlavesi, lokal yolu uzak belleğe uzatan hızlı işlemci çalıştırması olarak işlev görür. 48 M bayt/san. band genişliğine ve 12 MHz saate sahiptir ve lokal bellek genişlemesini hakemsiz olarak 64 M bayta kadar sağlar. Aynı zamanda 8-, 16- ve 32-bitlik işlemcileri destekler. Bu yol ile 6 alete kadar destek verilebilir.

Seri Sistem Yolu sadece 1 bit genişlikte ve 2 MHz'de çalışan Paralel Sistem Yolunun basitleştirilmiş tipidir. Bu sebepten çok daha ucuzdur ve arka düzleminden 10 m mesafeye kadar 32 alete kadar genişlemeye izin verir.

Çok kanallı DMA I / O yolu çevre donanımları ve tek-kart bilgisayarlar arasında yüksek-hız blok veri transferine izin verir. Her alette 16 Mbayt bellek ile 8 veya 16 bitlik 16 alete kadar destekleme kabiliyetine sahip eş zamanlı olmayan yoldur. 15 m'ye kadar olan mesafelerde 8 Mbayt/ saniyelik veri transferini destekleyebilir.

I / O Genişleme Yolu gerektiği zaman lokal (kartta) sistem genişlemesi sağlayan küçük Intel kartlarının kullanımına izin verir.

Çoklu yol II'nin bazı konuları hâlâ tasarı şeklindedir ve IEEE tarafından aktif tartışma altındadır.

Çoklu yol II kısa özellikleri

Tip	Eş zamanlı çoğullamasız
Adres alanı	32 (8,16, 24)
Veri genişliği	32 (8,16, 24)
Kart boyutu (233*220 mm)	Eurokart (100*220 mm)
Bağlantı	DIN 41612
Bağlantı kapasitesi	96- bacaklı
Güç kaynağı	± 5V, ± 12V
Hakemlik yolları	6 hat, 2 seviye
Hata sinyalleri	DC düşük, Koruma taşıt hatası
Özel çevrimler	Blok transferi, kilit
Bant genişliği (transfer)	Patlama: 10 MHz, 32 bit transfer için Tek: 20 MHz, 32 bit transfer için
Mak. Kart Kapasitesi	20

7.4.8 VME (IEEE P1014) ve Versabus (IEEE P970) arka panel yolu

VME yolu, Versabus'ın Eurokart uygulamasıdır ve bu yüzden, daha küçüktür fakat hâlâ endüstriyel uygulamalar için çok uygundur. İki sistem mimari açıdan çok benzer ve bu sebepten bizim tanımımız Motorola (Mostek, Signetic / Philips ve Thompson / EF CIS) tarafından sunulan ve desteklenen VME yoluna sınırlanmıştır. Öneri şimdi eleştiriler için topluma açıktır. VME yollarının önemli bir çekiciliği, herhangi bir kart mevcut olmadan önce tamamen belirlenmiş olmasıdır.

VME yolu 68000 mikroişlemcilerinin sinyalleri ile harmonize olurken diğer işlemciler kabul edilebilir. Özellikler 8, 16 veya 32 bitlik genişlikte veri transferine ve 16-, 24-veya 32 -bitlik bayt adreslerinin kullanımına izin verir.

VME yolu eş zamanlı olmayan, çoğullamasız, dört farklı yol olarak düşünülebilir:

Veri transfer yolu, DTB,

Öncelik kesme yolu,

DTB hakemlik yolu,

Hizmet yolu.

Özellikler modül kart boyutu, bağlantı tipi, ve bacak düzenini, güç kaynakları vs'ide tanımlar.

Veri Transfer Yolu, seçime bağlı ikinci bağlantı kullanarak 32 bitlik genişleme kapasitesinde 16-bitlik veri yoludur. 24 bitlik adres yoluda ikinci bağlantı tarafından 32-bite genişletilebilir, üç kontrol hattı ve altı adres-değiştirici diğer kontrol hatları ile birlikte belirtilmiştir.

Veri kelimelerinin genişliği yol kontrol sinyalinde adres kontrol kodu tarafından belirlenir. Bu sebepten, farklı veri genişliklerinde veya adres genişliklerinde farklı işlemciler tek VME sisteminde karıştırılabilir, yol kontrolü seçilen ortak bellek alanlarında etkin işbirliğine uygundur.

Öncelik Kesme Yolu, 7 Kesme hattına ve 1 papatya-zinciri kesme kabul hattına sahiptir. Mevcut master kesme önceliklerini düşük sıralı adres hatları aracılığıyla kabul edecektir ve kesmeler ile ilgili vektörler düşük sıralı veri hatlarından geçirilir.

Veri Transfer Hakemlik Yolu, 4 taşıt istek hattı ve 4 papatya-zincir-hattına sahiptir. Her master, normal yol operasyonları esnasında 4 öncelik seviyelerinden birisini tutabilir; bu seviyelerin herbiri bir istek ve ona ayrılmış hatta sahiptir.

Hizmet Yolu 16 MHz'lik sistem saati ile zamanlama, başlama ve yol tanıma sinyallerine ayrılmıştır.

Zekâlar arası Yol Veri transfer yollarını kullanarak sistemin yavaşlama problemlerini önlemek için sadece işlemciler (örneğin global bellek) arasındaki haberleşmeye mücadele eden bir zekâlar arası yol belirlenmiştir. Bu 4 MHz hızdaki zeki aletler arasında çalışan 2-hat senkronize seri yoldan oluşur, böylece iç haberleşmenin Veri Transfer Yolunu bypass etmesine izin verilir. Protokol şartları belirlenmiş, fakat henüz onaylanmamıştır.

VME kısa özellikleri

Tip	Eş zamanlı olmayan, çoğullamasız
Adres alanı	16 Mbayt (genişletilmiş adresle 4Gbayt)
Veri genişliği	16 (32 bit genişletilmiş)
Kart boyutu	Eurokart
160 x 100 mm	
160 x 233 mm	
Bağlantı	DIN 41612
Bağlantı kapasitesi	96- bacaklı (+96 bacaklı genişletilmiş)
Güç kaynağı	$\pm 5V, \pm 12V$
Kesme seviyeleri	8 belirlenebilir
Yol devri	Çoklu master
Hakemlik yolları	Merkezi 4-yol kabulü, papatya zinciri
Hata sinyalleri	AC kesilmesi / Sistem bozulması
Özel çevrimler	Oku/Değiştir / Yaz, Blok transfer, Kesme Kabulu, Adres öncelik seviyeleri
Bant genişliği (transfer)	20 MHz
Mak. Kart Kapasitesi	20

7.4.9 Futurebus (gelecek yol) arka panel yolu (IEEE P896)

Futurebus, S100 ve çoklu taşıt I üzerine çalışmalarından sonra IEEE mikroişlemci standartlar komitesi tarafından tasarlandı. O ileri-görüşlü, uzun-ömürlü, üretici bağımsız standart olarak tasarlandı. Futurebus'ın taslağı toplum eleştirilerine açıktır ve burada verilen bazı detayları bu yüzden daha sonra düzeltilebilir.

Futurebus yüksek-performanslı, 32-bitlik yolla çalışan eş zamanlı olmayan, çoklu kanal protokolu içerir; 8-ve 16-bitlik veri iletimi desteklenebilir ve bağımsız seri anayol'da ilave edilebilir. Çoklu işlemcilere yer vermek içinde tasarlanmıştır ve dağıtılmış hakem kontrolünü kullanır. Papatya-zinciri hakemlik ve kesme kabul sistemleri mevcut değildir, çünkü sistem, sistem yapısında mevcut her hangi bir özel karta dayanmaz.

Yol, dört yol gibi düşünülebilir. Bunlar:

- *Paralel Veri Yolu*, 32 dağıtılmış adres ve veri hatlarıyla birlikte zamanlama ve durum hatları sağlar.
- *Paralel Hakemlik Yolu*, Paralel Veri Yoluyla aynı anda veri transferini kontrol altına alan tek mastera mücade eden kontrol ve öncelik hatları sağlar.
- *Seri Yol*, paralel veri yoluna ilave olarak ayrı transferlere izin veren kontrol hattı ve seri hattan oluşur. Seri Yol seçime bağlıdır ve Futurebus'ın çalışması için gerekli değildir.
- *Güç Yolu*, 5V kaynağı dağıtır ve toprak geri dönüşünü sağlar.

Eurokart ailesi tercihen maksimum kart boyutu (280*367mm) seçimi ve tek 96-bacaklı DIN 41612 bağlantı ile tavsiye edilir. Bir yola 32'ye kadar kart yerleştirilebilir.

Herhangi bir uygun görev zamanlama yazılımı Futurebus ile kullanmak için yeterli olmalıdır ve birden fazla bağımsız yazılım sistemlerinin çalışmasına izin vermelidir. Paralel işlemcilerin sekronizasyonu sağlanmalıdır ve bu şartlar altında patlama veri transfer hızının saniyede 10 M kelime (32 bit) olması beklenir. Bu transfer hızlarında yol, uyumsuzluklarını önlemek için uygun şekilde sonlandırılmalıdır ve protokol verimli bir şekilde kullanılmalıdır. Bu şimdiki durumda adreslerin uydu tarafından bilinmesi sağlanarak başılır; böylece, adres iletimleri önlenir.

Yolun felsefesi işlemciler arasındaki haberleşme yoludur. Gidip-alma talimatları, vs en aza indirgenmiştir ve tam mesajlar iletilir. Bunun sonucu olarak yol, disketler ve gizli bellekler için zahiri belleği destekleyecektir.

Eş zamanlı olmayan protokol kullanımı, sistemi mümkün olan en yavaş masterin hızına yavaşlatmak yerine o andaki yol masterinin hızına izin verir.

Dağıtılmış hakemlik sistemi 32 muhtemel yol masterları için öncelik tahsisinde yeterli esnekliği sunar.

Futurebus kısa Özellikleri

Tip	Eş zamanlı olmayan çoğullamasız
Adres alanı	32 bit (4 Gbayt)
Veri genişliği	8, 16, 32
Kart boyutu	Eurokart -tercihen 280 * 367 mm
Bağlantı	DIN 41612
Bağlantı kapasitesi	96- bacaklı
Güç kaynağı	+ 5V
Kesme seviyeleri	fiili (seri taşıt tarafından)
Hakemlik yolları	32
Hata sinyalleri	Hata raporları
Özel çevrimler	Oku / Değiştir / yaz Blok transfer Çevrim böl, Olay çevrimi
Bant genişliği (transfer)	10 MHz-32 bit
Mak. Kart Kapasitesi	32

SÖZLÜK

AC	Alternatif akım, AC
ASCII	(Bilgi transferi için Amerikan standart kodu) Alfanümerik karakterleri temsil eden 7 bitlik ikili kod
ADC-Analog-Digital Çevirici	Analog sinyalleri digital sinyallere çevirme aleti.
adres	Belli bir hafıza yerini, yardımcısını vs belirleyen karakter dizisi.
adres yolu	Adres verilerini taşıyan ortak elektriksel yol (kanala bak).
akım halkası (döngüsü)	Hem elektriksel parazitli şartlarda hem de uzun hatlar boyunca iyi veri transferi sağlamaya uygun basit iletim sistemi.
akım şeması	Bir problemi çözmek için işlemlerin sırasını gösteren sembolik şekil.
akümülatör	Veri saklama ve aritmetik işlemler için kullanılan genel amaçlı saklayıcı.
alfanümerik	Harf, sayı, imla işaretlerinden vs oluşan karakter seti.
Algol	Özellikle algoritma uygulamalarına uygun yapılı yüksek seviye dili
algoritma	Belli bir fonksiyonu yerine getirmek için adım adım işlem tanımlama
altyordamlar (Subroutine)	Bir program içinde tekrarlı işlemleri yerine getiren komutlar dizisi.
amaç programı (object program)	İkilik makina koduna çevirmeden sonraki kaynak dili programı.
anakart (motherboard)	Kanal iletkenlerini içeren ve baskılı devre modül kartlarının baskılı devre soketlerine geçmesine izin veren baskılı devre arka paneli
analog (sinyal)	Bir değişken parametresinin, zamanın bir fonksiyonu olarak gerilimle temsil edilmesi
anayol	Bilgisayarda sinyaller için ana hat.

AND (ve) kapısı (geçiti)	İki veya daha fazla ikilik girdi ve sadece tüm girdiler 1 olduğunda 1 çıktısı veren bir çıkıtlı devre
arabirim (interface)	İki devre (CPU ve yan aletler) arasında girdi ve çıktısı olan kontrol devreleri
arabirim, standart donanım	Aletlerin sisteme (bilgisayar) bağlantısını kolaylaştırmak için standart devre ve şartları sağlayan sistem.
arka panel yolu	Mekanik destek mekanizması ve elektriksel kanal bağlantılarını içeren sistem.
Asembler dili	Sembolik işaretlerin adresler ile ve sembollerin makina kodu komutlarıyla yer değiştirmesine izin veren programlama dili.
ATLAS (Abbreviated Test Language for Avionic Systems)	Havacılık sistemleri için test dilinin kısaltması (IEEE 416).
band genişliği	Frekans bandının üst ve alt sınır frekansları arasındaki frekans farkı.
BASIC (Beginner's All-purpose symbolic Instruction Code)	Bir programlama dili.
Baskılı devre kartı (printed-circuit-board)	Farklı parçaları içeren devrenin elemanlarını taşıyan yassı izole çerçeve. Parçaların bağlantısı gerektiği yerlerde elektriksel kaplanmış iletkenler ile yapılır.
baud	Seri iletimde veri akışının hız birimi, örneğin 1 bit/saniye : 1 baud.
bayrak	Özel şartların oluştuğunu belirten 1-bitlik kaydedici
bayt	8 bitlik grup.
BCD (Binary Coded Decimal)	Bir sayıdaki her bir ondalık basamağın 4-bitlik gruplarla gösterilmesi
bellenim (firmware)	ROM'da yapılan yazılım komutları.

bellendir (mnemonic)	Program adresleri, sabitler ve işlemlerin alfanümerik bir isim ile temsil yolu veya şekli
birleştirici (assembler)	Assembly dilinde yazılan programları makina koduna çeviren bir program.
bit	İşlemcinin temel ikilik birimidir. 0 veya 1 değerine sahip olur.
blok transfer	Bir grup (blok) kelimesinin transferi
BS 6475	Bir işlemci sistemleri yol aradevresi için tanımlama (Eurobus)
BSI Aradevresi	İngiliz Standard Özelliği 4421'i tanımlayan İngiliz Standardı.
CAMAC (IEEE 583 Ve IEC 482)	Bütün mekanik, elektriksel ve veri transferi ara birimlerinin standartlaştırıldığı uluslararası modüler ara devre sistemi
CCITT	Uluslararası telefon ve telgraf birliği komitesi danışmanlığı
cihaz	IEC 625 sistemini içeren sistem üniteleri örneğin ekipmanlar, yazıcılar vs.
CMOS (Complementary Metal-Oxide Silicon)	En yaygın tek kutuplu yarı-iletken üretim tekniği.
CMR (Common Mode Rejection) (Ortak Mod Reddi)	Tüm sinyal girdilerinin sinyal toprağına göre aynı oranda değişmesine sebep olan dalgalanmaların reddedilmesi.
complement	İkilik bitlerin tersi.
CPU (Central Processor Unit) (merkezi işlem ünitesi)	Bilgisayarın yorumlarını kontrol eden ve komutların ve aritmetik işlemlerin işlemlerini organize eden ünite.
CRC (Cyclic Redundancy Checks)	Veri-taşıma sistemlerinde hata bulunuşunu kontrol etmede güçlü bir metot
çevirici (translator)	Kaynak dilinden makina koduna çevirme programı

Çevre cihazı (Peripheral)	Bilgisayar tarafından kontrol edilen ve bilgisayar sistemine bağlanan bir alet.
çoğullama (multiplexing)	Birden fazla sinyalin (örneğin adres veya veri) sinyal yolu veya kanalı üzerinden iletilmesi işlemi, çoklu yol.
çok yönlü mesaj (message, multiline)	İki veya daha fazla tek yönlü mesajın aynı anda iletilmesi
çoklu işlemci (multiprocessor)	Aynı yolu paylaşan birden fazla işlemciyi içeren sistemler
DAC	Dijital-analog çevirici, dijital verileri analog verilere çeviren alet.
DC	Doğru akım, DC
derleyici	Yüksek-seviye programlarını, örneğin FORTRAN, makina koduna çeviren program, derleyici.
devir (zaman)	Tekrarlanan komut veya olaylar sırası (bir olaylar serisini yerine getirmek için gerekli zaman).
dijital alet (sayısal alet)	Sürekli-değişen sinyalleri kesikli adımlarla ölçen (ve gösteren) alet.
dil	Yazılı program komutları, insan ve bilgisayarlar arasında bilginin iletişimini sağlayan özel tanımlamalar topluluğu.
DIL (d.i.l) Dual-in-line	Entegre devre sistemleri için paketleme düzenlemesi; standart pcb'ye direk olarak uyabilmek için her iki yanında merkezden 2,5 mm aşağıda bir sıra bacakları olan plastik kaplı paket.
DMA (Direct Memory Access)	Bilgisayarın ana hafızasına CPU'suz direk giriş sağlama yolu.
dinleyici (Listener)	Cevap vermeden önce adres ve komut seçimi gerektiren alet.
donanım	Bilgisayar sisteminin mekanik, elektrik ve elektronik parçaları.

duplex

EAPROM

EBDIC

ECL

EIA

el sıkışma

EPROM

erişim zamanı

ESONE

eş zamanlı olmayan işlem

eşaralıklı

eşlik kontrolü (parity check)

Eurokard

faydalılık, hizmet (utility)

ferrit hafıza

FET

Aynı anda veri iletim ve alımı.

Elektriksel-değiştirilebilir, programlanabilir, sadece okunan hafıza.

Genişletilmiş ikilik kodlu desimal de-
ğiştirme kodu-8 bitlik IBM dizi atama-
sı.

Emiter bağlı lojik.

Elektronik Endüstri Birliği

Veri transferinin yapıldığını doğrula-
mak için sistemin iki parçası arasındaki
iç-kilitleme haberleşmesi.

Silinebilir, Programlanabilir, sadece-
okunan-hafıza

Hafıza adresinden, istek yapıldığı za-
mandan itibaren veri transferi yapmak
için gerekli zamandır.

Nükleer elektronik için Avrupa stan-
dartları.

Genellikle saat veya zamanlama sinyali-
ne dayanmayan işlemlerdir (örneğin
veri taşıma). Bir sonraki işlem o anda
yürütülen işlemin tamamlanmasını
bekler.

Düzenli aralıklar ile oluşan aktivite

İletilen kelimenin bit sayısının tek veya
çift (önceden belirlendiği gibi) ol-
duğunu doğrulama kontrolü, parite
kontrolü.

Avrupa standart baskılı devre kartı.

Program hazırlama, disk işlemlerini ele
alma vs.'yi kolaylaştırmada kullanılan
standart program

Manyetik özellikleri kullanan saklama
aleti.

Alan - etkili transistör

FORTTRAN (FORmula TRANslato)	Yüksek seviyeli bir dil
GDU (Graphic Display Unit)	Alfanümerik değerlere ilave olarak grafiksel verileri gösterebilen görsel gösterge ünitesi (VDU).
gözcü (Bekçi) Zamanlayıcı (watching timer)	CPU ve cihazların doğru çalışmasını gözleyen alet. Belirlenen zamanda makina kod komutu yerine getirilmezse alarma sebep olur.
GPIA (General Purpose Interface adaptor)	GPIB ve bilgi işlem ünitesi arasında bağlantıyı sağlamak için amaca uygun tasarlanmış IC'leri içeren adaptör.
GPIB (General Purpose Instrumentation Bus)	IEC 625 aracı için alternatif isim
hafıza, bellek (memory)	Her birinin kendine ait adresi olacak şekilde veri ve komutların saklandığı sistem parçası.
hata	İletilen ve alınan verinin ölçülen ve gerçek değerleri arasındaki ayrılık
HDLC (High-level Data Link Control)	Sıralı link seviyeli veri iletim protokolu
hekzadesimal	16'lık sisteme dayanan sayı sistemi (0-9 ve A-F), 4 bitlik ikilik sayıların tamamı bu yol ile temsil edilebilir.
HLL	Bak yüksek seviye dili
HP-IB	Hewlett-Packard donanım kanalı
HP-IL	Hewlett-Packard akım halkası
I/O	Giriş/Çıkış.
IC (Integrated Circuit)	Entegre devre, silikon yonga, birçok ayrı parçanın büyük bir toplamıdır.
IEC	Uluslararası elektroteknik komisyonu

IEC 482

IEC 625

IEC aracı

IEE

IEEE

IEEE 488

IEEE 583

ikili sistem (Binary)

işlemek

kanal (Bus)

kaydedici (register)

kelime (word)

kelime uzunluğu

kesme / ara (interrupt)

kod

kol sürücüsü

Bak CAMAC

Programlanabilir ölçme aletleri için IEC aradevre sistemi-bak IEEE 488

IEC 625 aradevre sistemi-bak GP-I

İngiliz Elektrik Mühendisleri Enstitüsü

Amerikan Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü

IEC 625 aradevre sistemine eşdeğer IEEE standardı.

Bak CAMAC

Sayıları 0 ve 1'ler (örneğin bit) olarak temsil metodu. Bir ikilik sayıda birbirini izleyen bitler 1, 2, 4, 8 vb. temsil eder.

Özel bir komutu yorumlamak ve yerine getirmek.

Bilgileri taşımak için CPU, hafıza ve I/O araçlarıyla iletişim kurmak için kullanılan paralel iletken sistem veya yol: genellikle adres, kontrol ve veri hatları olarak ayrılır.

İşlemci tarafından direk giriş sağlanabilen geçici yer.

Bir sistemde kullanılan bitler grubu. Genellikle 8'in katları şeklindedir.

Tek bir devirde hafızadan okunabilen veya yazılabilen bit'lerin sayısı; fazla kelime uzunluğu daha fazla hassaslığa karşılıktır.

Dışarıdan bir cihaza servis vermek için normal program işlemini özel veya arı bir istek için askıya alma mekanizması.

İkilik bitlerle veri ve komutları temsil etme sistemi.

Çok şaseleli CAMAC sisteminde kontrol aleti / sürücüsü.

komut	Bir işlemi ve uygulanabileceği yeri belirleyen bir programlama cümlesi
komut uzunluğu	Bir veya daha çok kelime uzunluğunda olabilir. Örneğin iki kelimelik komutlar direk adreslenebilen hafıza kapasitesini artırabilir.
kontrol yolu, kontrolör	Kontrol verilerini taşıyan ortak elektriksel yol.
kontrolör	Bir sistemde (örneğin sisteminde) aletleri adreslemeyle sorumlu ve sistemin operasyonunu organize eden alet.
konusmacı (talker)	IEC 625 arabirim sisteminde seçimli olarak adreslendiğinde veri üreten ve gönderen alet. Herhangi bir zamanda yalnızca bir konuşmacı çalışabilir.
LED (Light Emitting Diode)	Işık yayan diyot
LSB	Enaz önemli bit
LSI (Large-Scale Integration)	Büyük-ölçekli Entegrasyon.
makina kodu (Machine Code)	Bilgi işlemcinin cevap verebileceği, ikilik kodlar ile ifade edilebilen en düşük seviyeli komutlar.
manyetik depo (magnetic store)	Seçimli magnetizma ile veri saklayabilen her hangi bir alet.
manyetik disk (Magnetic Disc)	Yüzeyinin bölümlerine seçimli magnetizasyon ile verinin saklanabileceği manyetik yüzeye sahip disk.
manyetik teyp (magnetic tape)	Seçimli magnetizma ile verinin saklanabileceği manyetik yüzeye sahip esnek plastik teyp
MODEM (MODulator/ DEModulator)	Dijital sinyalleri bir taşıyıcı frekansına kodlayan veya o frekanstaki kodunu çözen, genellikle telefon şebekelerini bağlamada kullanılan bir cihaz.

monitor	Bilgisayar sisteminin çalışmasını gözleyen bir program.
MOS	Metal oksitli silikon
MOSFET	Metal-oksitli yarı-iletken alan etkili transistör.
MSB	En önemli bit
MSI	Orta ölçekli Entegrasyon
NAND kapısı (ve değil geçiti)	VE kapısı ve arkasından ters çevirici gibi hareket eden blok devresi.
NOR kapısı	Veya kapısı ve arkasından ters çevirici gibi hareket eden blok devresi
oktal (octal)	8'lik tabanı kullanan sayı sistemi 0 ile 7 arasındaki herbir basamak pozisyonu 8'in bir kuvvetini temsil eder.
OR kapısı (veya geçiti)	Girişlerden herhangi biri 1 olduğunda 1 çıktısını veren, iki veya daha çok girdili ve tek çıktılı bir devre bloğu
öncelikli kesme (priority interrupt)	yüksek öncelikli kesme isteklerini belirleme yolu
öncelikli sıralama (arbitration)	Aynı andaki kesme emirlerini belirleme ve öncelik tanıma mekanizması
papatya zinciri (Daisy Chain)	Kesme önceliklerine göre yardımcı cihazların CPU'ya sıralı bir şekilde bağlanması
paralel veri transferi (parallel data transfer)	Bir kelimenin tüm bitlerini aynı anda iletme.
program	İstenen bir sonucun elde edilmesi için tasarlanan bir seri adım veya aksiyonlar.
PROM	Programlanabilir, sadece-okunan hafıza
protokol (protocol)	Bilginin sunuşunu ve değişimini tanımlayan değerler seti

RAM (Random-Access Memory)	Herhangi bir emirle üzerine yazılabilen veya üzerinden okunabilen hafıza.
ROM (Read-Only Memory)	Sistem tarafından verinin yazılamayacağı hafıza.
RS-232	Bak V24.
saat (Jeneratör)	Eş zamanlı bilgisayar işlemleri için kullanılan zamanlama darbelerini üreten alet.
SDLC (Synchronous Data Link control)	Eş zamanlı veri iletim protokolu.
sekronizasyon (synchronization)	Birçok cihaz veya aletin aynı anda, ortak emirle kontrol edilerek çalışma şartı.
senkronize transfer (synchronous transfer)	Ortak zamanlama sinyali kullanarak aletler arasında aynı anda veri iletimi.
seri (serial)	Bit operasyonunun arka arkaya olması.
seri bayt, paralel bit	IEC 625 (IEEE 488) ara devre sisteminde veri transferinin düzenlenmesi.
seri yol (serial highway)	Seri şekilde veri taşınan yol.
simplex	Verinin sadece iletilmesi veya alınması.
SMR (Series Mode Rejection)	Sinyal ile seri şeklinde çıkan dalgaların reddi.
SSI (Small-scale Integration)	Küçük-ölçekli entegrasyon.
şase	24 CAMAC modüllerini alabilen gövde.
tampon	Farklı devre impedanslarını birbirine uyumunu sağlayan alet.
tazelemek (refresh)	Gerekli sürme gerilimini dinamik hafıza ünitesine yeniden yüklemek.
tek hatlı mesaj (uniline message)	IEC 625 arabirim sisteminde sadece tek sinyal hattında arabirim mesajı gönderme.

tek yönlü mesaj (message, uniline)	Sadece tek yönde gönderilen IEC 625 mesajı.
teletayp (TTY)	Gönderici klavye ve alıcı / yazıcıdan oluşan yavaş bir çevrebirim.
temizleme (Clear)	Kaydedici veya hafızayı sıfır durumuna geri getirmek.
terminal	Teletayp veya VDU gibi bir girdi/ çıktı cihazı
ters çevirici	Bir çıktı ve bir girdiye sahip devre. Çıktı girdinin tam tersidir.
toprak	Ortak sinyal toprak noktası
transfer hızı (transfer rate)	Bit veya kelime / saniye olarak cihazlar arasında veri iletim hızı.
TTL (transistor transistor Logic)	Transistör transistör mantığı bipolar üretim tekniği.
TTY	Bak teletayp.
UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter)	Seri veri iletiminde kullanılan, eş zamanlı olmayan bir alıcı ve verici.
Unibus	PDP 11 seri bilgisayarlarında I/O ve hafıza transferlerinde kullanılan yol.
USART	seri data transferinde kullanılan eş zamanlı ve eş zamanlı olmayan alıcı ve verici.
USRT	Seri data iletiminde eş zamanlı alıcı ve verici kullanımı
V24	CCITT tarafından kurulan seri bit veri iletim standardı
VDU (Visual Display Unit)	Alfanümerik verileri katot-ışınlı tüp ekranında gösteren yardımcı alet
veri (data)	Bilgisayar tarafından işlenen bilgileri temsil eden nümerik, alfabetik veya diğer karakterler toplamı.

veri transferi	Bilgisayar sisteminin bir kısmından diğer kısmına veri taşınması.
veri yolu	Veri taşıyan ortak elektrik yolu; genellikle iki yönlü iletim için yönlendirilir.
VLSI /very-large-scale integration)	Çok büyük ölçekli entegrasyon
VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)	Devre hatalarının ölçümü
yalıtım gerilimi	Bir cihazın giriş/çıkışı ve toprağı arasında güvenli bir şekilde tutulabilecek maksimum gerilim
yarı dublex	Veri iletimi veya alımı
yarı-iletken hafıza (semiconductor store)	Yarı-iletken devreler ile sağlanan hafıza.
yazılım (software)	Bir bilgisayar sisteminin çalışması için gerekli programlar, alt döngüler, derleyiciler vs seti.
yoklama (Poll)	Kaynak belirleme ve birden fazla kesme isteklerine öncelik verme metodu.
yordam (Routine)	Programda özel işleri yapmak için program komutları dizisi.
yorumlayıcı (interpreter)	Sembolik veya yüksek seviyeli dilleri makina koduna çeviren bir programdır. Böylece kullanıcı programını kolaylaştırır.
yüksek-seviye (mertebe) dili	Kullanıcı diline benzeyen (örneğin BASIC, FORTRAN, ALGOL) problem-çözümleme dili.

EKLER

A/D ve D/A çeviricilerinin özellikleri

Bit Sayısı		Çözünürlük (Resolution)	
n	2 ⁿ	%	ppm
0	1	100.0	10000000
1	2	50.0	5000000
2	4	25.0	250000
3	8	12.5	125000
4	16	6.25	62500
5	32	3.125	15625
6	64	1.563	31250
7	128	0.781	7812
8	256	0.391	3906
9	512	0.195	1953
10	1024	0.0977	977
11	2048	0.0488	488
12	4096	0.0244	244
13	8192	0.0122	122
14	16384	0.0061	61
15	32768	0.00305	31
16	65536	0.00153	15

Desibel ve oran olarak ifade edilen gerilim oranlarının ilişkileri

$\frac{U_2}{U_1}$, dB	$\frac{U_2}{U_1}$	$\frac{U_2}{U_1}$, dB	$\frac{U_2}{U_1}$
0	1.000	15	5.623
1	1.122	16	6.309
2	1.259	17	7.079
3	1.413	18	7.943
4	1.585	19	8.913
5	1.778	20	10
6	1.995	40	10 ²
7	2.239	60	10 ³
8	2.512	80	10 ⁴
9	2.828	100	10 ⁵
10	3.162	120	10 ⁶
11	3.548	140	10 ⁷
12	3.981	160	10 ⁸
13	4.467	180	10 ⁹
14	5.012	200	10 ¹⁰

OKTAL / hegzadesimal / ASCII Kod tabloları

Oktal	Hekza-decimal	ASCII	Oktal	Hekza-desimal	ASCII
000	00	NUL	100	40	@
001	01	SOH	101	41	A
002	02	STX	102	42	B
003	03	ETX	103	43	C
004	04	EOT	104	44	D
005	05	ENQ	105	45	E
006	06	ACK	106	46	F
007	07	BEL	107	47	G
010	08	BS	110	48	H
011	09	HT	111	49	I
012	0A	LF	112	4A	J
013	0B	VT	113	4B	K
014	0C	FF	114	4C	L
015	0D	CR	115	4D	M
116	0E	SO	116	4E	N
017	0F	SI	117	4F	O
020	10	DLE	120	50	P
021	11	DC1	121	51	Q
022	12	DC2	122	52	R
023	13	DC3	123	53	S
024	14	DC4	124	54	T
025	15	NAK	125	55	U
026	16	SYN	126	56	V
027	17	ETB	127	57	W
030	18	CAN	130	58	X
031	19	EM	131	59	Y
032	1A	SUB	132	5A	Z
033	1B	ESC	133	5B	[
034	1C	FS	134	5C	/
035	1D	GS	135	5D	]
036	1E	RS	136	5E	^
037	1F	US	137	5F	-
040	20	SP	140	60	/
041	21	!	141	61	a
042	22	CC	142	62	b

043	23	*	143	63	c
044	24	\$	144	64	d
045	25	%	145	65	e
046	26	&	146	66	f
047	27	'	147	67	g
050	28	(	150	68	h
051	29	)	151	69	i
052	2A	*	152	6A	j
053	2B	+	153	6B	k
054	2C	.	154	6C	l
055	2D	-	155	6D	m
056	2E	.	156	6E	n
057	2F	/	157	6F	o
060	30	0	160	70	p
061	31	1	161	71	q
062	32	2	162	72	r
063	33	3	163	73	s
064	34	4	164	74	t
065	35	5	165	75	u
066	36	6	166	76	v
067	37	7	167	77	w
070	38	8	170	78	x
071	39	9	171	79	y
072	3A	:	172	7A	z
073	3B	;	173	7B	{
074	3C	<	174	7C	}
075	3D	=	175	7D	
076	3E	>	176	7E	~
077	3F	?	177	7F	DEL

Kaynakça

Bölüm 1

- 1 *Communications Interface Primer, Part 1: Instruments and Control Systems*, Mar 1978, pp 43-48
- 2 EIA Standart RS-232-C, *Interface between data terminal equipment employing serial binary data interchange*, IEA, Washington, Aug 1969
- 3 HAMPEL, A. and ZIMÁYI, I., 'Korzürtü műszerfelépítéskorszerű interface ['Modern instrument structure modern interface'] *Mérés és Automatika*, Vol XXI, No 8, 1973, PP 319-323
- 4 HETTÉSY, J., A CAMAC rendszer általános rendszertechnikai felépítése [The general system technology structure of the CAMAC system] *Mérés és Automatika*, Vol XX. No. 5, 1973, pp 167-171
- 5 KNOWLES, R., *Automatic Testing*, Mc Graw-Hill, New York, 1976.
- 6 LOUGHRY, D.C. A new instrument interface: needs and progress toward a standart, *ISA Transactions*, Vol 14(3), 1975, pp 225-230
- 7 SEBESTYÉN, DR B., *Számítógép-irányítású mérőendszerek [Computer-controlled measuring systems]*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976
- 8 ZIMÁNYI, I., 'Mérésautomatizálási célra alkalmas műszerek interface kialakításai a SIAK és BSI ajánlások tükrében [Intergace-relizations of instruments suitable for measuring automation purposes with reference to the SIAK and BSI proposals]. *Mérés és Automatika*, Vol XX, No 8, 1972, pp 312-316
- 9 CAMAC Instrumentation and Interface Standarts 1982 (IEEE Standards 583, 595, 596, 675 and 683), IEEE Inc- J. Wiley, New York
- 10 CAMAC - Updated specifications, (EUR 8500), Vol 1 (1983) and Vol 2 (1984) Commission of the European Communities, Luxemburg
- 11 IEC document 625-1 and 625-2, *Interface System for Programmable Measuring Apparatus (byte-serial, bit-parallel)* Sales Dept of IEC, 3 Rue Varembe, CH-1211, Geneva 20, Switzerland

Bölüm 2

- 1 CONNEL, R. J., Log on to the IEEE interface , *Systems International*, Vol 7, No 2, Feb 1979, pp 31-32
- 2 IEEE Standard 488-1975, *Digital Interface for Programmable Instrumentation*, The IEEE Inc, New York, Apr 1975
- 3 *Interface System for programmable Measuring Apparatus (byte-serial, bit-parallel)*, IEC Technical Committee No 66. *Electronic Measuring Equipment*, June 1975

- 4 LOUGHRY, D. C. and ALLEN, M.S. 'IEEE Standart 488 and microprocessor synergism'. *Proceedings of the IEEE*, Vol 66, No 2, Feb 1978, pp 162-172
- 5 Műszaki Irányelvek [Technical Directives] MI 12049/1-5: *Programmozható elektronikus mérőkészülékek* [Programmable electronic measuring devices]. Magyar Szabványügyi Hivatal (Hungarian Standards Office). 1976-1979
- 6 REID, G. and MYLES, R., 'Digital interface bus-the key to network management', *Communications International*, Jan 1979, pp-26-30
- 7 RICCI, D. W. and STONE, P.S., 'Putting together instrumentation systems at minimum cost'. *Hewlett-Packard Journal*, Jan 1975, pp 5-11
- 8 ZITZMAN, R., 'The IEEE-488 bus, a cost effective solution to system design', WESCON 78 Conf. Session 35, 1978
- 9 BSI Sales Dept, Linford Wood, Milton Keynes MK 146LE, UK
- Analog Devices Inc, Norwood 1977
- 4 CSÁKÁNY, A. and VAJDA, DR F., *Mikroszámítógépek* [Microcomputers] Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977
- 5 HOFFMAN, A. J., FRENCH, R. L. and LANG, G. M., 'Minicomputer interfaces: know more, save more'. *IEEE Spectrum*, Feb 1974, pp 64-68
- 6 LESEA, A. and ZAKS, R., *Microprocessor Interfacing Techniques*, Sybex Inc. Berkeley. 1976
- 7 OSBORNE, A., *An Introduction to Microcomputers*, Osborne & Associates, Berkeley. 1976
- 8 PDP-11 *Peripherals and Interfacing Handbook*, Digital Equipment Corporation
- 9 *Performance Evaluation of HP-IB using RTE Operations Systems*, Hewlett-Packard Application Note 201-204
- 10 SAWIN III, D. H., *Microprocessors and Microcomputer Systems*, Lexington Books, Lexington, 1977
- 11 ZAKS, R., *Microprocessors from Chips to Systems*, Sybex Inc, Berkeley, 1977

Bölüm 3

- 1 ANSI Standart X3 60-1978, *American National Standart for Minimal Basic*, ANSI Inc, New York, Jan 1978
- 2 ANSI Standard X3 9-1978, *Programming Language FORTRAN*, ANSI Inc, New York. Apr 1978
- 3 BURTON, D.P and DEXTER, A. I., *Microprocessor Systems Handbook*,

Bölüm 4

- 1 ALLAN, R., 'Instruments and test equipment', *IEEE Spectrum*, Jan 1975, pp 90-94
- 2 RIBBERO, R.J., *Microprocessors in Instruments and Control*, Wiley, New York, 1977

3 BRUBAKER, R.H. and KLAISS, D.E., 'Microprocessor intelligence in instrumentation simplifies computer software'. ISA 77 Conf, NF 77-561

4 DACK, D. G., 'Making the most of microprocessor control', *Hewlett-Packard Journal*, Jan 1976, pp 16-18

5 LEE, R., 'Microprocessor implementation of a measurement instrument and its interface, WESCON 75 Conf, Session 3, 1975

6. LEE, R. Microprocessor ICs improve instruments', *Electronic Design*, 26 Apr 1974, pp 150-154

7 NEWMAN, M. and HOOTMAN, J., 'Hardware interfacing techniques for the IEEE bus, WESCON 78 Conf, Session 35, 1978

8 NELSON, J.E., 'Trends in instrumentation'. WESCON 76 Conf, Session 24, 1976

9 WIEWALD, J. and WEST, B., 'Recent advances in microprocessor-based test and measuring equipment', WESCON 76 Conf, Session 24, 1976.

Bölüm 5

1 FRÜHAUF, T., 'Programming automated instrumentation systems for radiotelephones', *Communications International*, Jan 1977. pp 47-53

2 KNOWLES, R., *Automatic Testing*, MC Graw-Hill, New York, 1976

3 LÖCS, GY., SARKADI, I. and SZLANKÓ, J., *A BASIC programozási nyelv [The BASIC programming language]* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976

4 MAIER, J., 'Conversational RT testing Tekronix 4051 and SMPU'. *News from Rohde & Schwarz*, No.75, 1976, pp 8-10

Bölüm 6

1 ABLEIDINGER, B., 'Unravelling the mystery on the GPIB'. *Tekscope*, Vol 10, No 2, pp 3-6.

2 DIETRICH, H. E., 'Visualising interface bus activity', *Hewlett-Packard Journal*, Jan 1975, pp 19-26

3 FARNBACH, W. A., 'Logic state analysers', *IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement*, Dec 1975, pp 353-356

4 KIMBAL, J., 'The IEEE-488 bus-going your way?', *Tekscope*, Vol 10, No 2, pp 7-10

5 *Monitoring the IEEE Bus with the 1602A Logic Stage Analyser*, Hewlett-Packard Application Note 280-2

6 RADNAL, R., *Digitális jelek korszerű vizsgálatára és műszerei [Instruments and modern testing of digital signals]*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979

7 WIATROWSKI, C.A., 'Monitoring the 488 bus' WESCON 78 Conf, Session 35, 1978

Böläm 7

- 1 International Telecommunications Union. CCITT: *Proposed New and Revised Series V Recommendations (Document AP VII No 44-E)*, General Secretariat, Sales Section, ITU, CCITT, Place des Nations, CH-1211, Geneva 20, Switzerland.
- 2 *The V-Series Report-Standarts for Data Transmissions by Telephone*, Bootstrap Ltd, 1981.
- 3 EIA Standarts, RS Series, Electronic Industrial Association, Engineering Dept, Standards Sales Office, 2601 Eye Street, NW, Washington DC 20006, USA
- 4 Hewlett-Packard, Netherland BV, Central Mailing Dept, PO Box 529, 1180 AM, Amstelreen, The Netherlands (various publications)
- 5 MCNAMARA, J. E., *Technical Aspects of Data Communication*, Digital Equipment Corp, 1978
- 6 KORN, G. A., *Microprocessors and Small Digital Computer Systems for Engineers and Scientists*, McGraw-Hill, New York, 1978
- 7 WOOLARD, B.G. *Microprocessors and Microcomputers for Engineering Students and Techicians*, McGraw-Hill, UK, 1981
- 8 ZAKS, R. AND LESEA, A, *Microprocessor Interfacing Techniques*, Sybex Inc, Berkeley, 1979
- 9 CLULEY, J. C., *Minicomputer and Microprocessor Interfacing*, E. Arnold, 1982
- 10 *Microprocessors and Microsystems*, Vol 6. No 9, Nov 1982, and Vol 7, No 6, Jly / Aug 1983, Butterworth
- 11 'Board level design-VME allows for future expansion'. *Electronics Industry*, April 1983, E.S. Publications
- 12 IEEE Specifications-Service Center, 445 Hoes Lane, Piscataway, New Jersey, 08854, USA, or BSI Sales Dept, Linford Wood, Milton Kynes MK146LE, UK (various publications)
- 13 IEEE Proposals, The IEEE Computer Society, Microprocessor Standarts Committee, or (EE Working Party on Backplane Buses, The IEE, Savoy Place, London, UK (various publications)
- 14 Eurobus (ISO DP 6951 BS6475: 1984), International Standarts Organization, Case Postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland, or BSI Sales Dept, Linford Wood, Milton Keynes MK146LE, UK
- 15 G64-GESPA, SA, 3 Ch des Ulx, CH-1228, Geneva, Plan les Quates, Switzerland

Jones'un

Cihaz

Teknolojisi

Otomatik Cihazlar ve Ölçme Sistemleri

Bu kitap, elektriksel ölçümler alanında otomasyon hakkındadır. Çok yüksek oranda veri toplamaya duyulan ihtiyaç, bilgisayar sistemlerine bağlı otomatik cihazlar üzerinde geniş ilgiye yol açtı. Bu, sonuçta yeni elektriksel ve elektronik aletlerin gelişmesine, özellikle arabirimlerin ve cihazların standartlaşmasına yol açtı.

İşlenilen konular: otomatik ölçme teknikleri, çeşitli arabirim sistemleri ve özellikle IEC625 sistemi, elektriksel ve mekanik özellikler, mesaj kodlama, kontrolörlerin bilgisayarları ve çevre donanımları ve önemli bir bölüm ölçme aletlerini içerir.

Bu basit ve yoğun kitap, hem öğrenciler ve hem de konunun birçok alanında pratik yardımcı bilgilerle referans işlerini geliştirme ihtiyacında olan mühendislerin ilgisini çekecektir.

Rudolf Radnai, Macar Bilim Akademisi'nin orjinal Otomatik Cihazlar ve Ölçme Sistemleri isimli kitabı Merkezi Elektrik Araştırma Laboratuvarları Leatherhead, İngiltere'de Edward Kinghan tarafından ilaveler ile genişletildi.

Tamamen yenileştirilmiş bu kitap, akademik, endüstriyel veya araştırma seviyeleri, ya da bilimsel ve teknik uygulamalarla ilgili veya cihaz ve çevre donanımları üretiminde elektriksel cihaz alanında ilgili tüm kişilere pratik yararlar sağlar.

ISBN0-408-01532-2

Butterworths

Borough Green, Seven oaks, Kent TN 15 8PH, İngiltere

İNDEKS**Sayfa**

Adres taksisi	:	237
Akım döngüsü	:	258
Akümülatör	:	125
Alt yordam	:	234
Analog aletler	:	3
Analog/dijital (A/D) çevirici	:	139, 177
AND (VE)	:	42
Arabirim	:	4, 11, 12
Arka panel yolu	:	267
ASCII kodu	:	13, 204
Asembler	:	102, 227
ATLAS	:	160
BASIC	:	103, 152, 159
Bayt-bayt transfer	:	5
BCD arabirim	:	13, 178
BCD kodu	:	13, 178
Bellek	:	96
Bellenim	:	95
Birincil adres	:	50
Bit - bit transfer	:	5
BSI arabirim	:	14
CAMAC arabirim	:	13, 178
CCITT V24 (RS - 232)	:	13, 256
Çapraz konuşma	:	199
Çevrim zamanı	:	97
Çoklayıcı	:	195
Çözünürlük	:	122, 181, 187
Derleyici	:	227
Desimal veri	:	69
Dijita/Analog (D/A) çevirici	:	139

	Sayfa
Dijital aletler	3
Dinleyici	48
Direk adreslenebilen bellek	97
Direk Bellek Erişimi (DMA)	98, 108, 142
Donanım	95
Donanım önceliği	7
Durum diyagramı	39, 43
EBDIC	256
EIA	13
El ile ölçme	4
El sıkışma	30, 31, 32, 52, 81
ENIAC	89
Erişim Zamanı	97
Eşlik kontrolü	97
Eurobus	271
FORTRAN	103
FPLA	144
Frekans bandı	196
G64 yolu	270
GPIB	20
Gürültü	182
Hassasiyet	181
Hekzadesimal	73
HP - IB	20
HP-IL	259, 260
HPL	13, 153
IEC	19, 20, 21
IEC arabirimi	78, 94
IEC bağlayıcı	29
IEEE	29
IEEE - 488	20

	Sayfa
ISO	260
İkincil adres	50
İşaret bayrağı	123
İşlem kodu	130
Kararlılık	181
Kelime uzunluğu	96
Kesme I/O	120
Kesme önceliği	107
Kontrol birimi	4
Konuşucu	44
Loik analizörü	240, 243
Lokal kontrol	83
Lokal mesajlar	40, 213
Merkezi birim	97
Multibus I	273
Multibus II	274
Nicemleme	3
Nicemleme faktörü	3
Nicemleme hatası	3
NOT (DEĞİL)	42
Oktal	73
OR (VEYA)	42
Ortok mod gürültüsü	183
Otomatik ölçme	4
Ölçüm noktası rölesi	193
Örnek alma	9
Özerk I/O	120
Papatya zinciri	261
Paralel transfer	5
Paralel yoklama	41, 56, 83, 104
Paralel yol	263

	Sayfa
Program kesme	106
Program sayıcı	125
RAM	93
Rasgele erişimlibellek (RAM)	133
RS - 232 - C arabirim	13, 178
S100 Arabirimi	109, 226
Sadece okunan bellek (ROM)	136
SDLC	260
Seri arabirimler	255
Seri yoklama	41, 82
SI Birimleri	76
SI AK arabirim	15
SI AL arabirim	15
Sıfır bayrağı	123
Sınırlayıcı	73, 74
STD yolu	267
STE yolu	269
Taşma bayrağı	123
UART	138, 256
USART	256
USRT	138
Uzak kontrol	83
Uzak mesajlar	41
Veri formatı	96
Veri hatası	9, 10
Yazılım	95, 101, 228
Yığın bellek	125
Yığın gösterici	126
Yol yapısı	24
Yorumlayıcı	227
Yükleme	27

This is a black and white map of Turkey, showing its provincial boundaries and major cities. The map is oriented with North at the top. Neighboring countries are labeled: Bulgaria to the north, Georgia to the northeast, Armenia to the east, Iraq to the south, and Syria to the southwest. Major cities are marked with dots and labeled in all caps. The map also shows the Black Sea to the north and the Mediterranean Sea to the south. A scale bar in the bottom left corner indicates distances of 0, 80, and 160 km. The map is titled 'TURKEY' in large, bold, capital letters at the top center.

Neighboring Countries: BULGARIA, GEORGIA, ARMENIA, IRAQ, SYRIA

Major Cities and Regions: ISTANBUL, ANKARA, IZMIR, ANTALYA, KONYA, ADANA, GAZIANTEP, SANLIURFA, MARSH, HAKKARI, VAN, ERZURUM, TRAPZON, CURESU, ORDU, TOKAT, SIVAS, ERZINCAN, KARS, ERZURUM, VAN, HAKKARI, MARSH, GAZIANTEP, ADANA, KONYA, IZMIR, ANKARA, ISTANBUL.

Scale: 0 80 160 km

ÖLÇEK: 300 . 160 K_m

1:

ÖĞRETMEN MARŞI

Alnımızda bilgilerden bir çelenk,
Nura doğru can atan Türk genciyyiz.
Yeryüzünde yoktur, olmaz Türk'e denk;
Korku bilmez soyumuz.

Şanlı yurdum, her bucağın şanla dolsun;
Yurdum, seni yüceltmeye andlar olsun.

Candan açtık cehle karşı bir savaş,
Ey bu yolda and içen genç arkadaş!
Öğren, öğret halka hakkı, gürle coş;
Durma durma koş.

Şanlı yurdum, her bucağın şanla dolsun;
Yurdum, seni yüceltmeye andlar olsun.

İsmail Hikmet ERTAYLAN

Satış Fiyatı

KDV

KDV'li SATIŞ FİYATI

500000 000

TOPTAN SATIŞ

İstanbul Devlet Kitapları Müdürlüğü, Adana, Ankara, Elazığ,
Erzurum, İzmir, Samsun, Trabzon ve Van Bölge Şeflikleri.

PERAKENDE SATIŞ

Milli Eğitim Yayınevleri ve Bakanlık yayınları satıcısı kitapçılar..