

Kontrol Sistemlerinde Kullanılan Veri Haberleşmesi Teknolojileri

Barış GÜVEN¹

Tuncay UZUN²

^{1,2} Yıldız Teknik Üniv. Elektronik ve Hab. Müh. Bölümü
34349 Beşiktaş, İstanbul

¹ e-posta: bguven@yildiz.edu.tr

² e-posta: uzun@yildiz.edu.tr

Özet

Günümüzde veri haberleşme teknolojileri, endüstriyel otomasyonda bulunan kontrol sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, ilk olarak kontrol sistemlerinde kullanılan veri haberleşmesi teknolojileri araştırılmış, tarihçeleri ve teknik özellikleri hakkında bilgi verilmiştir.

Sonraki bölümlerde, asenkron seri veri haberleşmesi (EIA RS-232, RS-485), Evrensel Seri Yol (Universal Serial Bus, USB), Ethernet, Genel Amaçlı Arayüz Yolu (General Purpose Interface Bus, GPIB) teknik özellikleri ve arabirim standartları ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Son olarak, bu kontrol veri haberleşme türlerinin bazı önemli özellikleri diğerleriyle karşılaştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: EIA RS232/422/485, Ethernet, USB, GPIB, IEEE488, Kontrol Veri haberleşmesi

Abstract

Nowadays, technologies of data communication are widespread used in control systems in industrial automation.

In this study, firstly, data communication technologies are researched that used in control system; information about history and technical specs of these are given.

In the later chapters, asynchrony serial data communications (EIA RS-232, RS-485), Universal Serial Bus (USB), Ethernet, GPIB - IEEE-488 - General Purpose Interface Bus (GPIB), technical specs and its standards explained in detail.

Lastly, some important specs of this control data communication types compared to others.

Keywords: EIA RS232/422/485, Ethernet, USB, GPIB, IEEE488, Control Data Communication

1. GİRİŞ

Modern sayısal haberleşme sistemleri, klasik örneksel iletişim sistemlerinin yerini giderek daha fazla almaktadır. Bununla birlikte, sayısal verinin uzak mesafelere güvenilir şekilde iletilmesini ve farklı üreticilerin cihazlarının birbiriyle bağlanmasını

sağlamak amacıyla veri haberleşmesi standartları geliştirilmiştir. Veri haberleşme sistemlerinde veri iletim şeklini çevresel şartlar, istenen veri hızı, cihaz sayısı vb. ölçütler belirlemektedir.

1969 yılında Standartlar Komitesi bugünkü adıyla Elektronik Endüstrisi Birliği (Electronic Industries Alliance, EIA), veri iletim cihazları için genel bir standart üzerinde çalışmalar yapmıştır. Bu yıllarda veri iletimi, ana bilgisayar ile bilgisayar kullanmayan uzak bir terminaldeki cihaz arasında sayısal veri transferine dayanmaktadır. Bağlantı, cihazlara bağlı modemler ve modemler arası basit telefon hatlarıyla sağlanıyordu. Örneksel hat üzerinden sayısal haberleşme yapmak olası iletim sorunlarını beraberinde getirmektedir. Bu sorunları önlemek, iletişimin doğruluğunu sağlamak ve iletişim cihazları üreten çeşitli firmaların ürünleri arasında uyumluluk sağlamak için noktadan noktaya EIA-232 (RS-232C)/ ITU V.24 ve sonra çok noktalı ANSI/TIA/ EIA-485(RS-485) seri veri arabirim standartları geliştirilmiştir.

Güvenli veri transferi için yalnız iki hat kullanan diğer bir seri iletişim arabirimi, I2C adıyla Philips şirketi tarafından geliştirilmiştir. Genellikle, bir master bir slave olarak kullanılmaktadır. Master hattı yönetmekte ve diğer cihazları adreslemektedir. Bu arabirimde aynı hat üzerine pek çok cihaz bağlanabilmektedir.

1980'lerde Robert Bosch tarafından elektronik kontrol birimlerini birbiriyle haberleştirmek amacıyla Denetleyici Bölge Ağı (Controller Area Network, CAN) tasarlanmıştır. İlk olarak bu protokol otomotiv uygulamaları hedeflenerek geliştirilmiştir. Ancak bugün CAN kullanımı çok yaygınlaşmış ve endüstriyel otomasyonu da kapsama alanına almıştır. CAN protokolü için, 2003 yılında bir standart (ISO 11898-1) oluşturulmuştur.

Günümüzde CiA (CAN in Automation) adlı bağımsız bir grup CAN özelliklerini belirlemektedir. CAN otomotiv endüstrisinde araç içi iletişimde ve endüstriyel otomasyon uygulamalarında popüler bir haberleşme teknolojisi olarak yer almaktadır. CAN' i bu kadar başarılı yapan etmenlerden biri üretici-tüketici uyumlu veri toplama ve multimaster kapasitesine sahip olmasıdır.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan diğer bir seri haberleşme teknolojisi ise USB (Universal Serial Bus) adıyla bilinmekte olan Evrensel Seri Yol'dur. Nisan

2000’de USB 2.0 versiyonu ortaya çıkmıştır. USB 2.0 480 Mbps veri hızına sahiptir.

Ethernet, fiziksel katman Yerel Alan Ağı (Local Area Network, LAN) teknolojisi, yaklaşık 30 senelik bir geçmişe sahiptir. İlk olarak 1973 yılında Xerox firması tarafından bilgisayar iş istasyonları ile yazıcılar arasında bağlantı oluşturmak için tasarlanmıştır. 1975 yılında Xerox, “hata algılamalı çok noktalı veri haberleşmesi sistemi” adı ile patent başvurusunda bulunmuş, 1976’da ise “Ethernet: yerel bilgisayar ağları için düzenlenmiş paket anahtarlama” adı ile ilk olarak bildiri yayınlamıştır. 10 Mbps veri hızına sahip Ethernet “DIX” “Digital/Intel/Xerox” adı altında 1980 yılında bir standart haline getirilmiştir.

Kablosuz LAN standartlarını belirtmek amacıyla IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE LAN/MAN standartlar komitesi tarafından geliştirilmiştir.

1997’de ortaya çıkan IEEE 802.11 standardı, 2.4 GHz Endüstriyel Bilimsel Tıbbi frekans bandı (ISM) üzerinden kızılötesi (IR) veya doğrudan dizi yayımlı spektrum aracılığıyla iletilen 1 Mbps ve 2 Mbps işlenmemiş veri hızına sahiptir. 802.11 standardı geliştirilerek çeşitli sürümleri ortaya çıkmıştır. 802.11n, 2004 yılında üzerinde çalışılmaya başlanmış 802.11 standardının son versiyonudur.

Fieldbus Foundation, bir organizasyon olarak dünyadaki otomasyon sistemlerinde yaklaşık %80’lik bir pazara sahip olan 140 şirketin bir araya gelmesi ile oluşmuştur. Özellikle dağıtılmış yöntem kontrol uygulamaları için tasarlanan teknolojisi fiziksel katman, haberleşme çatısı ve kullanıcı katmanından meydana gelmektedir.

Fieldbus teknolojisi kontrol fonksiyonunu saha düzeyine dağıtmak amacıyla 1970’lerde ortaya atılmıştır. Bu teknolojiye saha cihazları, dağılmış kontrol sistemine basit veriler göndermektedir. Çoğu cihaz 4-20 mA örnek sel sinyaller kullanarak denetleyiciler ile haberleşmektedir. 1980’lerde saha cihazları için sayısal haberleşme standardı geliştirme çalışmaları başlamıştır.

DEVICENET "Open DeviceNet Vendors Association" adı verilen teknoloji Allen-Bradley tarafından geliştirilen akıllı algılayıcı ve güncelleyici için tasarlanmıştır. Endüstriyel network yapısı olan üretici bağımsız bir kuruluş tarafından günümüzde gelişimini sürdürmektedir. DEVICENET ile limit anahtarı, fotoelektrik algılayıcı, barkod okuyucu ve motor başlatıcıları gibi düşük seviyeli aygıtlara bağlanabilir ve PC veya PLC gibi daha üst seviyeli aygıtlarla haberleşme sağlanabilmektedir.

HP, 1960’lı yıllarda analiz edilecek cihazlar ve kontrol cihazları arasındaki bağlantıyı kolaylaştırmak için HP Arayüz Bağlantısını (HP Interface Bus, HP-IB) ortaya çıkartmıştır. Bağlantı, basit paralel elektrik hattı ve kontrol yollarından oluşmaktadır.

Diğer üreticiler HP-IB’yi kopyalayarak GP-IB’yi ortaya çıkarmışlardır.

GPIB’nin, 1975’den 2003’e kadar, IEEE-488 adıyla

standartları ortaya çıkmıştır.

Yukarıdaki kontrol veri haberleşmesi teknolojileri sistem bazında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kontrol sistemlerinin elektronik tasarımında yaygın olarak kullanılan mikrodenetleyicilerde, asenkron seri, senkron seri, I2C, USB, CAN, Ethernet gibi değişik veri iletişim arabirimlerinden biri veya birkaçı bulunabilmektedir. Endüstride çoğu zaman ekonomi ön planda yer almakta, bu nedenle en ekonomik mikrodenetleyicilerde bile seri arabirimlerden en az birisi bulunabilmektedir.[1]

2. ASENKRON SERİ VERİ HABERLEŞMESİ

Birçok firma seri veri iletişim cihazları üretmektedir. Bu cihazların birbirleri ile elektriksel olarak bağlanabilmesi için endüstriyel ölçüde standartlarda uyumlu olması gerekir. Bu standartlar lojik “1” ve “0” gerilim seviyeleri, maksimum bit hızları, maksimum kablo uzunluğu ve kullanılacak bağlayıcının fiziksel özelliklerini belirler. RS-232 ve çok noktalı yarım çift yönlü RS-485 günümüzde yaygın olarak kullanılan standartlardır. Tablo 2-1’de bu standartların bazı fiziksel özellikleri verilmiştir.

Tablo 2-1: Çok kullanılan seri arabirim standartlarının bazı fiziksel katman özellikleri

Özellik	RS-232	RS-422/485
Çalışma şekli	Tek uçlu giriş ve çıkış	Farksal uçlu giriş ve çıkış
Verici sayısı	1	1/32
Alıcı sayısı	1	10/32
Hat uzunluğu	15 m.	1200 m.
Veri transfer hızı (uzaklığa bağlı)	20 kbaud/15m	10 Mbaud/12m. 1 Mbaud/120m. 100 kbaud/1200m.
Lojik seviyeler		
0	> +3 den +15V	A < B
1	< -3 den -15V	A > B

Bu özellikleri sağlamak için her standart için ayrı hat arabirim tümleşik devreleri kullanılır. TTL standardında gerilim seviyeleri (lojik “0”=0.2V, lojik “1”=3.6V) hat sürücü tarafından (darbe=+9V, boşluk=-9V) gerilim seviyelerine dönüştürülür. Alıcı tarafta ise bu işlemin tersi yapılarak kaynaktaki TTL standardında gerilim seviyeleri elde edilir.

RS-232 günümüzde en yaygın olarak kullanılan seri haberleşme standartlarından biridir. RS-232, kullanıcıya 15 metre (50 ft) mesafede iki nokta arası haberleşme imkanı sunar. Çok noktalı seri haberleşmede yaygın olarak kullanılan standart ise RS-485’tir. RS-232’de referans olarak toprak seçilmişken, RS-485’te iki hat arasında fark göz önünde bulundurulur. Bunun sayesinde RS-232’ye göre gürültüye karşı bağışıklıkta ve daha uzak mesafelere iletimde daha iyi sonuçlar vermektedir. Bu iki özellik endüstriyel uygulamalarda büyük avantajlar sağlamaktadır.

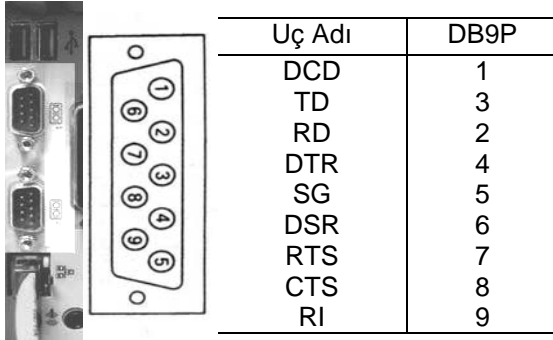
2.1. EIA RS-232 Standardı

RS-232, seri arabirim standartlarının en eskisi ve en yaygın olarak kullanılanıdır. Yakın zamana kadar bütün bilgisayar vs. terminaleri, modemler ve seri yazıcılar bu standardı kullanıyordu. Endüstride kullanılan elektronik otomasyon sistemleri kontrol veri iletişimde çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Teknik olarak bütün bilgisayar ve çevre birimleri iki sınıfta toplanabilir.

- 1- Veri Ucu Cihazı (Data Terminal Equipment, DTE). Ör: Yazıcı, terminaller.
- 2- Veri İletişim Cihazı (Data Communications Equipment, DCE). Ör: Modemler.

RS-232C arabirim bağlantısı için "S" soket (Socket) ve "P" fiş (Plug) olmak üzere, DB türü iki tip bağlayıcı kullanılarak cihazlar birbirine bağlanır. Şekil2-1'de yaygın olarak kullanılan 9 uçlu fiş tipi fiziksel bağlayıcı olanı görülmektedir.



Şekil 2-1: IBM PC uyumlu bilgisayarın seri portlarının görüntüsü, DB9P Bağlayıcının önden görünüşü ve uç numaraları

Seri veri iletişimi için işaret uçlarının işlevleri:

- Veri alma, (Receive Data , RD).
- Veri gönderme, (Transmit Data, TD).
- İşaret toprağı, (Signal Ground, SG).

Modem kontrolü için işaret uçlarının işlevleri:

- Veri taşıyıcı algılandı (Data Carrier Detect, DCD). Bu DCE çıkış işaretini modem hatta geçerli bir taşıyıcı algıladığını belirtir.
- Veri ucu hazır (Data Terminal Ready, DTR). Bu DTE çıkış işareti cihazın iletişime hazır olduğunu belirtir.
- Veri kümesi hazır (Data Set Ready, DSR). Bu DCE çıkış işareti DTE cihazına yanıt verir ve iletişime hazır olduğunu belirtir.
- Gönderme için istek (Request To Send, RTS). Bu DTE çıkış işareti cihazın veriyi göndermeye hazır olduğunu belirtir.
- Gönderme için temizleme (Clear To Send, CTS). Bu DCE çıkış işareti RTS işaretini alır ve cihazın iletişime hazır olduğunu belirtir.
- Zil göstergesi (Ring Indicator, RI). Bu DCE çıkış işareti telefon hattından çağrı yapıldığını belirtir. [2]

2.2. EIA RS-422/485 Standardı

RS-422, ilk olarak Apple Macintosh bilgisayarlarda kullanılan standarttır. RS-422, gönderme ve alma sinyallerinden oluşur ve her ikisi için de iki hat kullanır. RS-232'de referans olarak toprak seçilmişken, RS-422'de iki hat arasında fark göz önünde bulundurulur. Bunun sayesinde RS-232'ye göre yüksek gürültüde ve daha uzak mesafelerde iyi sonuçlar vermektedir.

RS-485, RS-422 üzerinden geliştirilmiştir ve 10 yerine 32 cihaza kadar haberleşme imkanı sağlamaktadır. Maksimum yükte dahi elektriksel karakteristiklerde gerekli sinyal gerilimlerini sağlayabilmektedir. Bu sayede tek bir RS-485 portu kullanılarak birçok cihazdan oluşan ağlar kurulabilmektedir. Oluşturulan ağda RS-485, 1200 metreye (4000 ft) kadar cihazlar arası bağlamaya izin vermektedir. RS-485 bağlantısı yaygın olarak DB-9 bağlayıcı veya terminal bağlantısı şeklinde oluşturulmaktadır.

3. EVRENSEL SERİ YOL (USB)

USB, portatif çevre birimlerinin bilgisayara dışarıdan kolayca bağlanabildiği, bağlantının kesilebildiği, tak kullan özelliklerinin artırıldığı bir olanak sağlamaktadır. Ayrıca az güç tüketimi olan cihazlar için harici bir güç kaynağına ve bazı cihazlar için cihaz sürücülerinin bilgisayara yüklenmesine ihtiyaç duyulmamaktadır. USB fare, klavye, oyun konsolları, tarayıcılar ve yazıcılar gibi birçok çevre birimini bilgisayara bağlayabilir. USB Uygulamacıları Forumu (USB Implementers Forum, USB-IF) tarafından bir USB standardı oluşturulmuştur. [6]

Bir USB sistemi, ana denetleyici ve sıralı yıldız topolojisinde çok sayıda çevre birim cihazlarından oluşabilmektedir. İki bağlantı arasındaki mesafe en fazla 5 metredir. Bir ana denetleyiciye 127 cihaz dağıtım soketleri aracılığıyla bağlanabilmektedir. Paylaşımcı dağıtım soketleri aracılığıyla aynı cihazlara farklı ana denetleyiciler bağlanabilmektedir.

USB terminolojisinde cihazlar fonksiyonlar olarak tanımlanmıştır, bunun nedeni her bir fiziksel cihaz birçok fonksiyon yerine getirebilmektedir. Örnek olarak içine mikrofon yerleştirilmiş bir ağ kamerası verilebilir. Fonksiyonlar dağıtım soketleri aracılığıyla seri olarak bağlanmaktadır. Ana denetleyiciye direkt olarak bağlanan ve kök dağıtıcı soket olarak bilinen bir soket her zaman bulunmaktadır. Fonksiyonlar ve dağıtım soketleri birleştirilmiş lojik kanallara sahiptirler. Bu kanallar ana denetleyici ile cihaz üzerinde uç nokta adı verilen lojik eleman arasında bağlantı sağlamaktadır. Bir fonksiyon 16 ana denetleyiciye ve 16 ana denetleyiciden olmak üzere 32 aktif kanala sahip olabilmektedir.

USB standardı, Kontrol, Kesme, Yığın ve İzokron olmak üzere 4 değişik transfer tipini destekler. Veriyi kodlamak için Sıfıra Dönüşümsüz Çevrim Şifreleme (Non Return to Zero Inverted, NRZI) sistemini kullanmaktadır. USB sinyalleri D+ ve D- olarak

adlandırılan bükümlü çift data kablosu üzerinden aktarılmaktadır. Yarı çift yönlü farksal sinyalleşme tekniği ile uzun mesafelerde gürültüden etkilenmesi minimuma inmektedir. İletilen sinyal lojik seviyeleri 0.0-0.3 Volt düşük seviye ve 2.8-3.6 Volt yüksek seviyedir. Ayrıca USB bağlayıcı üzerinde düşük güçteki cihazlar için kullanılabilir besleme uçları (VCC, GND) bulunmaktadır.

USB üç veri hızına sahiptir:

- Düşük hız (1.0) 1.5 Mbps
- Tam hız (1.1) 12 Mbps
- Yüksek hız (2.0) 480 Mbps

A-tipi, dişi A-tipi, B-tipi, mikro USB, mini USB, gibi birkaç çeşit USB bağlayıcısı bulunmaktadır. Bu bağlayıcılar Tablo 3-1'de görülmektedir.

Tablo 3-1: USB bağlayıcı uç tanımları

Uç No	Uç Adı
1	VCC
2	D-
3	D+
4	GND

4. ETHERNET

Yerel alan ağları (LAN'lar), aynı çalışma ortamında birbirleriyle ilgili işlerde çalışan bir topluluk içinde veri alış verişi ve bilgisayarların CPU, disk gibi kaynaklarının ve yazıcı, çizici gibi cihazların paylaşması amacıyla geliştirilmiştir. LAN'larda temel özellik, sistemlerin aynı ortamda veya birbirlerine yakın mesafede olmasıdır.

Bu nedenle sistemler arasında kullanılacak kabloların seçiminde büyük esneklik vardır ve kablolama alt yapısı bir kez kurulduktan sonra maliyetsiz bir iletişim ortamı sağlar. [4]

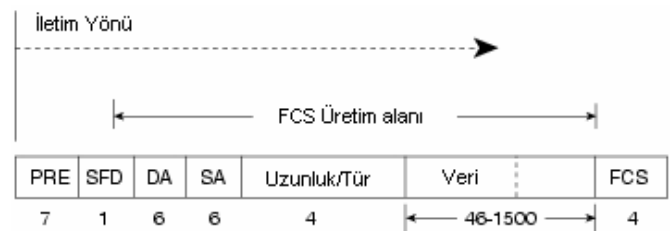
Ethernet, Taşıyıcı Duyarlılık Çoklu Erişim/Çarpışma Kontrolü (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection, CSMA/CD) olarak adlandırılan bir giriş metodu kullanılmaktadır. Bu metot, her bir bilgisayarın ağdan herhangi bir veri göndermeden önce kabloyu dinlediği sistemdir. Eğer ağ temizse, bilgisayar veriyi gönderir. Eğer kablodan başka bir terminal veri gönderiyorsa, hat temiz olana kadar bekler ve temiz olunca göndermeyi tekrar dener. İki bilgisayar aynı anda veri göndermek isterse çarpışma (collision) oluşur. Bu durumda her iki bilgisayarda geri çekilir ve rast gele bir süre bekledikten sonra tekrar göndermeyi dener. Bununla birlikte, bekleme ve tekrar gönderme süresi çok kısa olduğu için ağdaki iletişim hızını etkilemez. Ethernet protokolü; düz hat, yıldız ve ağaç topolojilerinde çalıştırılabilir.

Tüm bilgisayar ağları ağ üzerinden aktarılacak veriyi sabit boyutta küçük paketler halinde iletirler. Bu yöntemin iki önemli faydası vardır. Birincisi büyük bir dosya transferi yapan bir bilgisayar, ağı tamamını uzun bir süre meşgul durumda tutmamış olur. Bir

sistem veriyi paketler halinde yollarken, her paketi göndermeden önce kablonun kullanımında olup olmadığını kontrol ettikten sonra paketi yollar. Paket karşıya ulaştığında, kablo tekrar ağdaki tüm makineler için boş duruma gelmiş olur. Az önceki makine ikinci paketi yollamadan önce tekrar kabloyu kontrol etmek zorundadır. Bu arada diğer bir sistem kendi paketini yollayabilir. Paketler küçük yapıda olduğu için saniyeler içinde yüzlercesi değişik bilgisayarlar tarafından yollanıp-alınabilir.

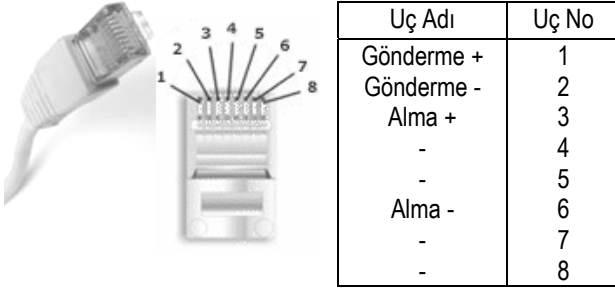
IEEE 802.3 standardı Ethernet için temel veri çerçeve formatını belirlemiştir. Şekil 4-1'de bu yapı görülmektedir. Veri çerçeve formatı yedi bölümden oluşmaktadır:

- Başlangıç (Preamble, PRE). 7 bayttan oluşmaktadır. Alıcı istasyonlara bir çerçevenin geldiğini haber vermektedir.
- Çerçeve sınırlayıcısı başlangıcı (Start Of Frame Delimiter, SOF). 1 bayttan oluşmaktadır. Hedef adresin en ağırlıklı bayttının en ağırlıklı bitinin geleceğini işaret etmektedir.
- Hedef adresi (Destination Address, DA). 6 bayttan oluşmaktadır. Çerçeveyi hangi istasyon(lar)un alacağını belirtmektedir.
- Kaynak adresi (Source Addresses, SA). 6 bayttan oluşmaktadır. Kaynak adresini belirtmektedir.
- Uzunluk/Tür (Length/Type). 2 bayttan oluşmaktadır. Gönderilen verinin tipini ve uzunluğunu belirtmektedir.
- Veri (Data). En fazla 1500 bayttan oluşmakta olan, gönderilmek istenen verinin kendisidir. 46 bayttan az olamaz.
- Çerçeve denetim dizisi (Frame Check Sequence, FCS). 4 bayttan oluşmaktadır. Gönderici istasyon tarafından, DA, SA, Uzunluk/Tip ve veri bölümleri kullanılarak oluşturulmaktadır. Verinin doğru şekilde gönderilip gönderilmediğini kontrol etme amaçlıdır. Alıcı istasyon aynı bölümleri kullanarak FCS'yi oluşturur ve gönderici tarafından gönderilen FCS ile karşılaştırır. [3]



Şekil 4-1: Temel IEEE 802.3 MAC veri çerçevesi

Ethernet, üzerinde 8 adet metal bağlantı noktası bulunan RJ45 bağlayıcı kullanılmaktadır. RJ45 bağlayıcısı şekil 4-2'de görülmektedir. Uç tanımları, Ethernet türüne göre çeşitlilik göstermektedir.



Şekil 4-2: Fast Ethernet için RJ45 uç numaraları

Ethernet ilk olarak kalın koaksiyel kablo üzerinden 10 Mbps hız için tanımlanmıştır. Daha sonra bazı sınırlamalar dahilinde, daha ekonomik olan ince koaksiyel uyarlaması yapılmıştır. Ancak, bakır bükümlü çift (UTP veya STP) ve fiber optik (FO) kabloların veri iletişimde kullanılması, fiziksel olarak yıldız topolojinin yaygınlaşması ve her geçen gün daha yüksek hızlara olan gereksinimden dolayı yüksek hızlı Ethernet teknolojileri ortaya çıkmıştır.

Fast Ethernet ve Gigabit Ethernet olarak adlandırılan bu teknolojiler sayesinde, 100 Mbps ve 1 Gbps hızlara çıkılmaktadır.

Fiber Dağıtım Veri Arayüzü (Fiber Distributed Data Interface, FDDI), iki yönlü halka topolojiye sahip türüne göre 100 ile 2 Mbps'e kadar band genişliği sunan ve temelde fiber optik kablo kullanılmasına dayanan bir ağ teknolojisidir.

Bir LAN teknolojisi olarak geliştirilmesine karşın, Ethernet ve Jetonlu Halka tabanlı LAN'ların daha ucuz çözüm sunmaları ve uygulamada baskın olmalarından dolayı, FDDI daha çok Omurga (Backbone) ağ oluşturmak için kullanılmıştır.

FDDI'nın ilk uyarlaması 1980'li yılların ortalarında ANSI'nin X3T9.5 standart komitesi tarafından ortaya atılmış olup daha sonra ISO tarafından uluslararası tanımlaması yapılmıştır. FDDI ilk olarak fiber optik kablo üzerinden 100 Mbps'lik band genişliği sağlayacak bir LAN teknolojisi olarak düşünülmüştür. Ancak daha sonraları Ethernet teknolojisi üzerindeki gelişmeler, Ethernet'in başlangıçta 2-5 Mbps olan band genişliğini sırasıyla 10, 100 ve 1000 Mbps'e çıkarmış ve diğer teknolojilere göre daha az maliyetli bir çözüm olmuştur.

Dolayısıyla çok ta büyük olmayan LAN uygulamalarında Ethernet çözüm olmaktadır. FDDI ise, daha çok büyük LAN uygulamalarında veya kampüs uygulamalarında omurga ağ kurulması için seçenek olmaktadır. [5]

5. GPIB IEEE-488

GPIB (IEEE-488, General Purpose Interface Bus), 15 cihaza kadar tek bir 8-bit paralel elektrik hattı üzerinden haberleşme ortamı sağlamaktadır. Orijinal standartta data hızı 1 Mbps iken, IEEE-488 ile bu hız 8 Mbps'a çıkmaktadır.

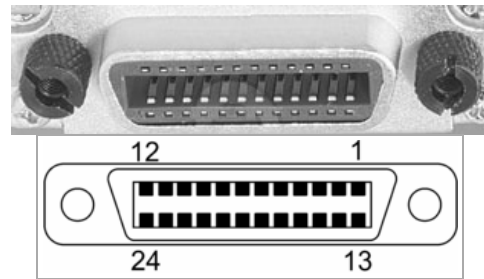
IEEE-488, 24 sinyal yoluna sahiptir, bunlardan 8 tanesi iki yönlü veri transferi için, 3 tanesi anlaşma için, 5 tanesi hat yönetimi için, geri kalan 8 tanesi ise anlaşma ve hat yönetimi yollarıyla eşleştirilmiş toprak yollarıdır.

GPIB Mesaj Tipleri

- **Cihaza bağlı mesajlar**, genellikle veri veya veri mesajı olarak adlandırılmaktadır. Cihaza özgü bilgi taşımaktadırlar, bunlar programlama komutları, ölçüm sonuçları, mekanizma durumu veya veri paketleri olmaktadır.
- **Ara yüz mesajları**, hattı kontrol etmektedir. Genellikle komutlar veya komut mesajları olarak adlandırılmaktadır. Bu mesajlar, hattı başlangıç durumuna getirmek, cihazları adreslemek ve adreslemeden çıkartmak, ve cihazları uzaktan veya bölgesel olarak programlanacağını tanımlamak bilgilerini içermektedir.

Konuşmacı, dinleyici ve denetleyiciler (Talkers, listeners and controllers)

GPIB cihazları konuşmacı, dinleyici ve/veya denetleyici olabilmektedir. Bir konuşmacı, veri alan dinleyici veya dinleyicilere mesaj gönderebilmektedir. Denetleyici, GPIB üzerindeki tüm cihazlara hattın akışı hakkında bilgi göndermektedir. Örneğin bir dijital voltmetre hem konuşmacı hem de dinleyicidir. Birçok denetleyici olacağı gibi anlık olarak denetleme görevini tek bir cihaz yönetmektedir.



Şekil 5-1: IEEE-488 Bağlayıcısının önden görünüşü ve uç numaraları

Fiziksel ve elektriksel karakteristikler

Cihazlar genellikle 24lü bağlayıcılar aracılığıyla birbirine bağlanmaktadır. Bu bağlayıcılara bir örnek Şekil 5-1'de görülmektedir. Tablo 5-1'de IEEE-488 bağlayıcılarının uç numaraları, Tablo 5-2'de ise IEEE-488 standardının fiziksel özellikleri görülmektedir.

Tablo 5-1: IEEE-488 bağlayıcılarının uç numaraları

Uç Adı	Uç No	Uç Adı	Uç No
DIO1	1	DIO5	13
DIO2	2	DIO6	14
DIO3	3	DIO7	15
DIO4	4	DIO8	16
EIO	5	REN	17
DAV	6	Shield (DAV)	18
NRFD	7	Shield (NRFD)	19
NDAC	8	Shield (NDAC)	20
IFC	9	Shield (IFC)	21
SRQ	10	Shield (SRQ)	22
ATN	11	Shield (ATN)	23
Shield	12	Single GND	24

Tablo 5-2 IEEE-488 standardının fiziksel özellikleri

Özellik	IEEE-488
Çalışma Şekli	Tek uçlu giriş ve çıkış
Verici sayısı	15
Alıcı sayısı	15
Hat uzunluğu	En fazla 20 metre İki cihaz arası en fazla mesafe 4 metre
Veri transfer hızı	8 Mbps
Lojik seviyeler	
0	$\geq 2.0 V$
1	$\leq 0.8 V$

Yönetim uçları

- Dikkat, (Attention, ATN). Denetleyici, veri yollarını komut göndermek için kullandığında ATN'i doğruya, bir dinleyicinin veri yollarını mesaj yollaması için kullanması durumunda ise yanlış çekmektedir.
- Ara yüz temiz (Interface Clear, IFC). Sistem denetleyicisi, görevdeki denetçi olmak ve başlangıç koşullarını yüklemek için IFC yolunu sürmektedir.
- Uzak kontrol izni (Remote Enable, REN). Sistem denetleyicisi, cihazların uzak veya bölgesel programlama modunda olduğunu belirlemek için REN yolunu sürmektedir.
- Servis isteği (Service Request, SRQ). Her cihaz denetleyiciden servis isteğinde bulunmak için SRQ yolunu sürmektedir.
- Son veya tanımla (End Or Identify, EOI). EOI yolunun iki kullanımı vardır. Konuşmacı, EOI yolunu mesaj dizisinin bitimini işaretlemek, denetleyici ise cihazlara yanıtlarını tanımlamalarını belirtmek için kullanmaktadır.

Anlaşma (Handshake) uçları

- Veri için hazır değil (Not Ready For Data, NRFD). Bir cihazın veri almaya hazır olup olmadığını göstermektedir.
- Veri kabul edilmedi (Not Data Accepted, NDAC).

Bir cihazın mesaj baytını kabul edip etmediğini göstermektedir.

- Veri geçerli (Data Valid, DAV). Veri yollarındaki sinyallerin geçerli olduğunu ve güvenle kabul edilebileceğini göstermektedir. [7]

6. SONUÇ

Kontrol sistemlerinde kullanılan veri haberleşmesi teknolojileri 1970'li yıllardan itibaren günümüze kadar hızlı bir gelişim göstermektedir. EIA RS-232, seri veri haberleşme teknolojilerinin en eskilerinden biridir. Aynı zamanda kısa mesafede iki cihaz arası haberleşmede kullanılan en yaygın veri haberleşmesi teknolojisi. Mesafe ve cihaz sayısı arttıkça EIA RS-485 kullanımı avantajlı hale gelmektedir. Ayrıca farksal çalışma şekli ile gürültüden etkilenmesi en alt seviyeye indirilmiştir. USB, bilgisayarlar ve çevre birimleri arasında en yaygın kullanılan teknolojidir. Bilgisayarda kullanım amacıyla tasarlanmış olmasına rağmen günümüzde kontrol sistemlerinde de kullanılmaktadır. GPIB IEEE-488 paralel veri haberleşme teknolojilerinin temellerinden biridir ve cihazlarla veri haberleşmesinde önemli bir yere sahiptir. Ethernet, yüksek veri hızı ve birçok cihazı birbirine bağlama olanağı sağlamaktadır. Tablo 6-1 bu bildiri de incelenen 5 veri haberleşmesinin özellikleri karşılaştırmaktadır.

Tablo 6-1 İncelenen veri haberleşmesi teknolojilerinin karşılaştırması

Teknoloji	Veri Formatı	Cihaz Sayısı	Uzunluk	Hız
EIA RS-232	Seri	2	15 m.	20 kbaud/s
EIA RS-485	Seri	32	1200 m.	10 Mbaud/s
USB	Seri	127	5 m.	1.5 Mbps, 12 Mbps, 480 Mbps
Ethernet	Seri	1024	100 m.	10Mbps, 100Mbps, 1Gbps
GPIB IEEE-488	Paralel	15	20 m.	8 Mbps

Kaynakça

- [1] <http://en.wikipedia.org/>
- [2] UZUN, T. ``Mikroişlemci Sistemleri', 2005.
- [3] http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ethernet.pdf
- [4] Frank J. Derfler, Jr.; Network Sistemleri Ve Bilgisayar Bağlantı Klavuzu, *Sistem Yayıncılık-Şubat 1998 2. Baskı.*
- [5] Andrew S. Tanenbaum; 'Computer Networks' (3. Edition), *Prentice-Hall, 1996.*
- [6] *USB.org*
- [7] <http://www.hit.bme.hu/~papay/edu/GPIB/tutor.htm>
- [8] http://www.interfacebus.com/Design_GPIB_Mechanical.html