

1.GİRİŞ

İletişim (haberleşme) amaçları için kullanılabilen iletim (transmisyon) ortamları arasında kablolu hatlar (bakır ve fiber-optik), radyolink, mobil ve uydu ortamları sayılabilmektedir. Bu ortamların ekonomik bir biçimde kullanılması ihtiyacı her dönemde duyulmuş ve bu nedenle daha 1920 yılından itibaren çoklu kullanımın temel ilkesi olan "multipleks" (çoklama) yöntemleri uygulanmıştır. Bu yıllarda birçok alçak frekanslı işaret, daha yüksek frekanslı bir işaret biçiminde kombine edilmişlerdir. 1934 yılında 200 adet ses kanalı ve 1 adet televizyon kanalı, taşıyıcı frekans (carrier-frekuensi) yöntemleri (FDM yöntemi) kullanılarak çoklanmış ve ortak bir iletken çifti üzerinden iletilebilmiştir. 12 yıl sonra CCITT'nin 60 kHz'den 108 kHz'e kadar frekans bandını kapsayan ve 12 kanalı birleştiren temel gruba (basic group) ilişkin tavsiyesi yayınlanmıştır. O zamandan başlayarak günümüze gelinceye kadar band genişlikleri temel banttandır (baseband) 60 MHz'e kadar uzanan frekanslarda 12,60,120,300,900,2700 ve 3600 ses kanalının çoklanması için transmisyon teçhizatları geliştirilmiş bulunmaktadır. İlk olarak 1972 yılında bir koaksiyel çift üzerinden 10800 adet ses işareti Siemens'in V 10800 sistemi ile iletilmiştir.

Bir transmisyon ortamının çoklu kullanımı genel olarak ancak aşağıdaki koşullar sağlandığı takdirde mümkün olabilmektedir:

* İletilen işaretlerin birbirleri arasında etkileşim (mutual interference) olmamalıdır.

* Veriş ucunda kombine edilen işaretlerin alışı ucunda tekrar birbirlerinden ayrılabilmesi mümkün olmalıdır.

Haberleşme sistemlerinin sayısallaştırılmasında temel bir rol üstlenmiş olan zaman paylaşımı çoklama sistemleri, bu önemli rollerini gelecekte de sürdüreceklerdir. Yeni teknolojiler sayısal işaretlerin Gbit/s mertebelerinde çok yüksek bilgi miktarlarını iletibilmesine olanak sağlamaktadırlar. Bilgi taşıyan darbelerin modülasyon biçimine bağlı olarak aşağıdaki yöntemler söz konusu olabilmektedir:

- PAM (Pulse Amplitude Modulation; Darbe Genlik Modülasyonu)
- PPM (Pulse Position Modulation; Darbe Konumu Modülasyonu)
- PFM (Pulse Frequency Modulation; Darbe Frekans Modülasyonu)
- PDM (Pulse Duration Modulation; Darbe Süre Modülasyonu)
- PCM (Pulse Code Modulation; Darbe Kod Modülasyonu)

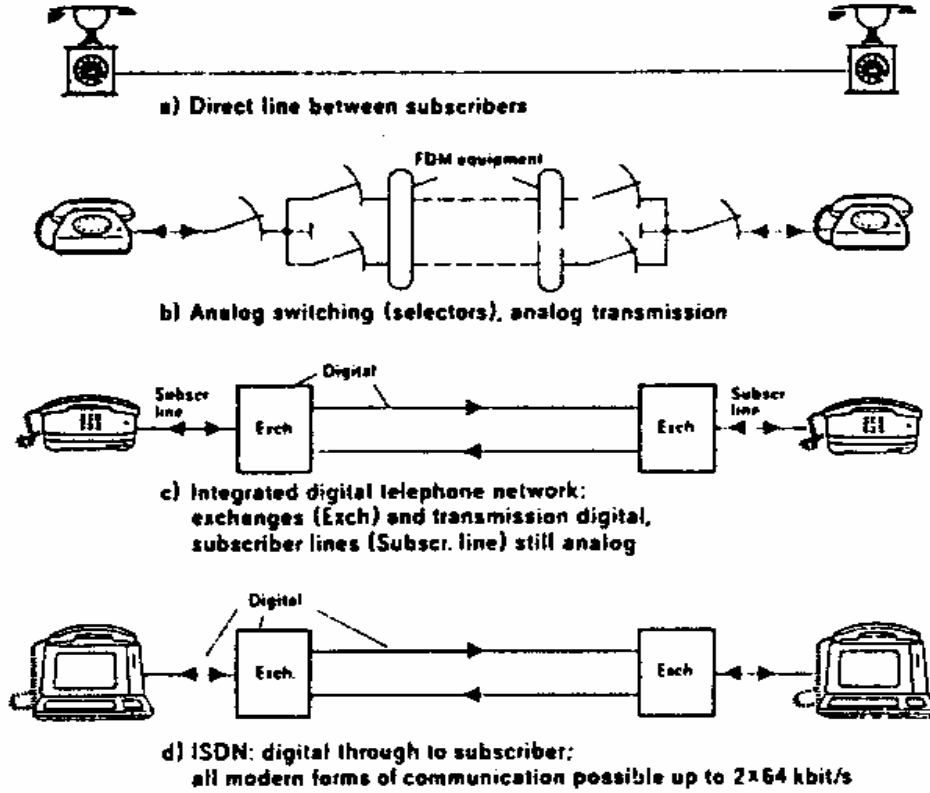
PCM yöntemi sayısal transmisyon sistemlerinde en önemli ve en çok kullanılan yöntemdir.

1.1. Analog şebekelerden sayısal şebekelere geçiş

Yüzyıldan daha fazla zaman önce telgraf işaretleri Morse kodu kullanılarak iletilmiştir. Dolayısı ile elektriksel sistemlerle yapılan ilk haberleşme sayısal işaretlerle gerçekleştirilmiştir. Konuşma işaretleri ise, tabiatı gereğince analog yapıdadır. Dolayısı ile telefon sistemlerinde işaretlerin temsili ve iletilmesi başlangıçta analog biçimde olmuştur. (Şek.1.1. a ve şek.1.1. b). 1948 yılında transistörün bulunuşu ile birlikte, sayısal telefon tekniği ticari uygulama alanı bulabilmiştir. Transistörün arkasından silikon teknolojisine dayanan mikro elektronik ve sayısal tümleşik devrelerdeki gelişmeler, 1973 yılında çok geniş ölçekte tümleşik devrelerin kullanımının başlamasına yol açmıştır. Teknoloji bakımından bu durum haberleşme tekniğinde bir dönüm noktasını oluşturmuş ve birleşik sayısal şebekeye (IDN) ve nihayet birleşik hizmetler sayısal şebekeye (ISDN) geçişe yol açmıştır.

Birleşik bir telefon şebekesinde (Şek.1.1. c) işaretlerin hem transmisyonunda, hemde anahtarlanmasında sayısal teknikler kullanılmakta; uygun sayısal teknolojinin kullanılması durumunda sistem maliyetleri önemli oranlarda düşürülebilmektedir. Konuşma işareti analog biçimden sayısal biçime yalnızca bir defa dönüştürülmekte ve bu dönüşüm işlemi mümkün olduğunca konuşan aboneye yakın tarafta yapılmaktadır. İşaret daha sonra sayısal olarak iletilmekte ve dinleyen aboneye yakın tarafta tekrar analog işarete dönüştürülmektedir.

Mevcut analog şebekeden birleşik sayısal şebekeye geçiş için, sayısal transmisyon yolları ve santralleri aşamalı olarak tesis edilmelidir. Söz konusu geçiş, ekonomik nedenlerle mevcut transmisyon ve santral teçhizatının modernleştirilmesi ihtiyacı durumunda veya şebekenin genişletilmesi durumlarında yapılmaktadır.



Şekil 1.1. Transmisyonun gelişimi

Sayısal transmisyona ve anahtarlamaya olanak sağlayan birleşik şebeke, aynı zamanda orijini itibarı ile sayısal olan işaretlerin (örneğin veri, yazı v.s.) transmisyonunda da kullanılabilir. Bu durumda birleşik hizmetler sayısal şebekesi (ISDN) söz konusu olmaktadır. Tüm hizmetler (telefon, veri, metin iletimi, telefaks, v.s.) birleşik tek bir şebekeden sayısal hatlarla (şekil d) aboneye sunulmaktadır.

Darbe kod modülasyonu ile telefon işaretlerinin sayısal iletiminde her telefon işareti için bit hızı 64 kbit/s olan bir işaret kullanılmaktadır. ISDN şebekesi aynı zamanda yazı ve veriyi de (data) 64 kbit/s işaretlerle iletebilmekte ve bu özelliği ile bugün işletmede bulunan birçok veri şebekelerine göre daha yüksek bir hızda iletimi sağlayabilmektedir. Bunun dışında, telefon görüşmeleri için mevcut hatlar üzerinden tüm hizmetler aynı anda kullanılabilir.

Birleşiklik özelliği yanında, sayısal transmisyounun analog transmisyona göre başka bir üstünlüğü daha vardır: Sayısal bir işaret yalnızca belli birkaç seviyede (en basit durumda iki seviye) değerler alabildiğinden, transmisyoun hattı boyunca işarete eklenen gürültü veya diyafoni regeneratif repetörler aracılığı ile işaretden hemen hemen tamamıyla çıkarılabilmektedir. Bu özellik analog işaretlerde bulunmamaktadır. Sonuç olarak sayısal teknoloji vasıfsız transmisyoun ortamı koşullarında da (örneğin ses işaretleri transmisyounu için tasarılanmış lokal şebeke hatlarında) kullanılabilmektedir. Sayısal işaretlerin regene edilebilme olanağı, R/L uygulamalarında da çok yararlı olmaktadır.

1.2.Telekomünikasyon alanında uluslar arası standartlar

Haberleşme şebekelerinde sayısal teknolojinin yaygın olarak kullanımında önemli bir faktör, işaretlerin temsil edilmesi ve iletilmesinde birbirleri ile uyumlu yöntemlerin kullanılmasını sağlayacak uluslararası standartların saptanmasıdır. Birbirleri ile uyumlu standartlar yeterli genişlikte pazarların oluşumunu sağlamakta ve sonuç olarak geniş ölçekte tümleşik devrelerin (LSI) büyük miktarlarda üretilmesine olanak vermektedir. Büyük miktarlarda üretim, gittikçe artan ölçekte tümleştirilmiş karmaşık silikon devrelerin geliştirilmesinde ve üretilmesinde, önemli bir faktör olmaktadır.

Haberleşme alanındaki standartların tespitinde en önemli kuruluş, merkezi Cenevre'de bulunan Uluslararası Telekomünikasyon Birliği'nin (UIT) bir yan kuruluşu olan CCITT'dir. UIT ise Birleşmiş Milletlere (UN) bağlı bir kuruluştur.

CCITT'de 15 "inceleme komisyonu" (study group) olup, teknik standart etkinliğinde "tavsiyeler" (recommendations) yayınlamaktadırlar. Darbe kod modülasyonunun ayrıntıları, çoklama yöntemleri ve çok sayıda diğer spesifikasyonlar bu tavsiyelerde tanımlanmakta ve bu şekilde uluslararası uyumluluk temin edilmektedir. Her dört yılda bir bu tavsiyelere ilişkin yeni bir baskı yayınlanmaktadır (1977 = portakal kitap, 1981 = sarı kitap, 1985 = kırmızı kitap, 1989 = mavi kitap). 60 ciltten oluşan kitap yeni geliştirmelere esas olmaktadır.

Bir ikinci kuruluş (CCIR), kablosuz ortamlardaki ve özellikle R/L alanındaki temel ilkelerin tespitinden sorumlu olmaktadır.

CCITT ve CCIR'in standartlaştırma çalışmalarında telekomünikasyon idarelerinin (örneğin Deutsche Bundespost) ve sanayi kuruluşlarının (örneğin SIEMENS AG firması) katkıları olmaktadır.

Şemada organizasyon bağları ile katkıların ne şekilde yapıldığı görülmektedir. Şema'da ayrıca bölgesel bir standart kuruluşu olan CEPT'in, CCITT standartları yönündeki çalışmaları ile CCITT'ye yaptığı katkı gösterilmektedir.

1.3. 2 Mbit/s işaretin çerçeve yapısı (CCITT G. 704)

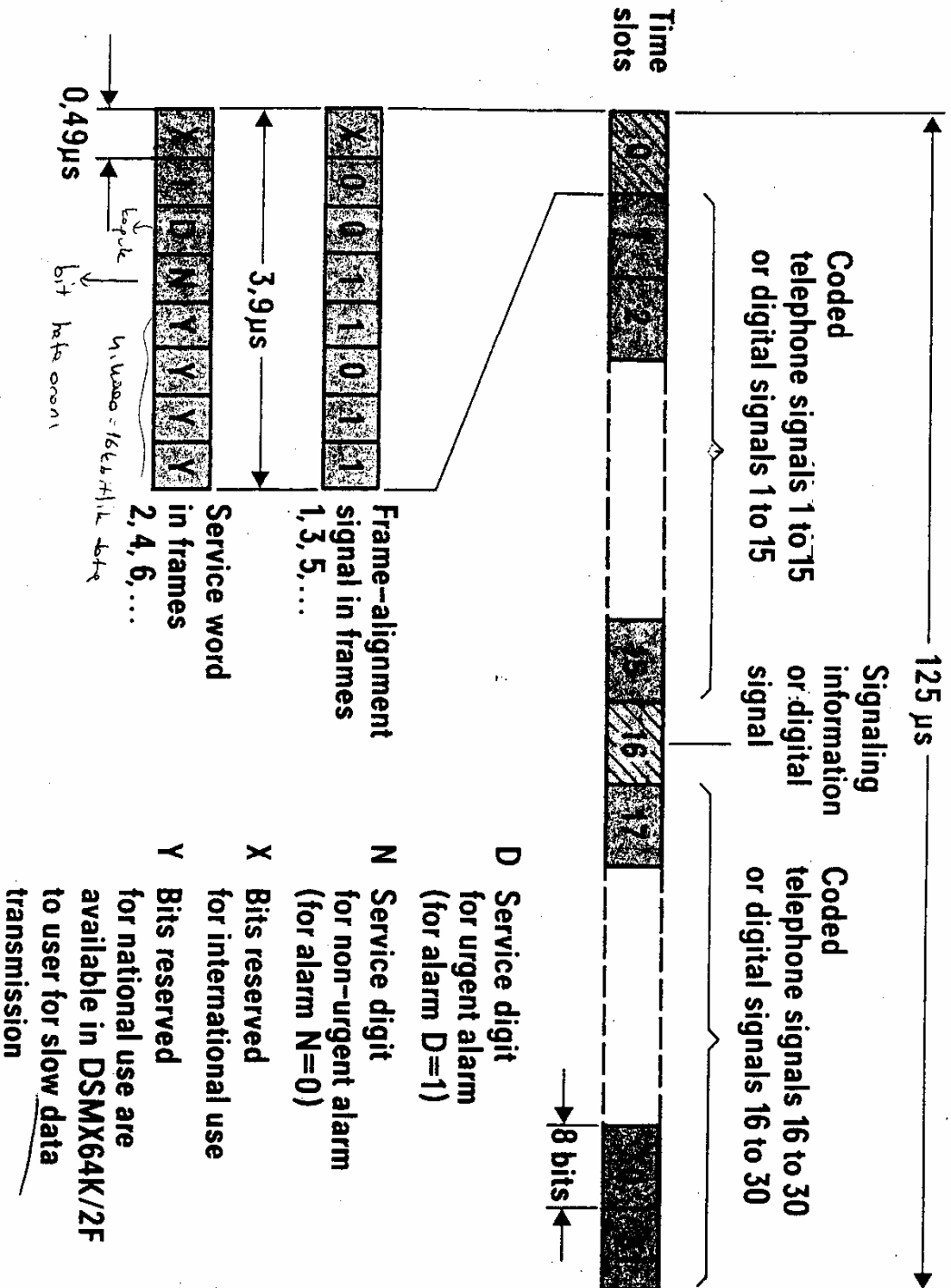
2 Mbit/s bit hızına sahip PCM 30 sistemine ait çerçeve 0'dan 31'e kadar numaralanan ve her biri 8 bit'den (1 byte) oluşan kod sözcüklerini içeren 32 zaman diliminden oluşmaktadır. Çerçevenin toplam bit uzunluğu 256 bit ve tekrarlanma frekansı 8000 Hz (tekrarlanma periodu 12S us) olmaktadır. Bu frekans girişteki analog işaretlerin örneklenme frekansı ile aynıdır. 0 nolu zaman diliminin işlevi özellikle önem kazanmaktadır. Söz konusu zaman dilimi, çerçevenin başını açık ve kesinlikle tanımlayan çerçeve sıralama işareti (FAS) ile bir çok servis bitlerinden oluşan servis sözcüğüne ilişkin bilgileri içermektedir. 16 nolu zaman dilimi de özel işlevler için öngörülmektedir. İşaretleşme zaman dilimi olarak da ifade edile bilen bu dilimde, bir çoklu çerçeve içersinde 30 telefon kanalına ilişkin işaretleşme bilgisi taşınmaktadır.

Alıcı tarafda gelen sayısal işaretin tekrar kanal bileşenlerine hatasız ayrılabilmesi için çerçeve senkronizasyonu yapılmaktadır. Dolayısı ile çerçeve sıralama işareti, her iki çerçevede bir defa olmak üzere, her çerçevenin başında 7 bit'lik sabit bir bit dizini (pattern) olarak yer almaktadır.

Senkronizasyon sırasında gelen bit katan bu sabit bit dizinini tesbit etmek üzere incelenmektedir. Bu sabit bit dizisi bulunduğu takdirde komple bir çerçeve (256 bit) sayılmakta ve ardından gelen kod sözcüğündeki (servis sözcüğüdür) 2 nolu bit'in lojik değerinin "1" olup olmadığına bakılmaktadır.

Eğer "1" değil ise, işlem durdurularak baştan ele alınmakta ve tekrar çerçeve sıralama işaretine ait sabit bit dizisi araştırılmaktadır. Bit'in "1" olması durumunda sistem iletme geçmektedir.

Tersine olarak, 3 veya 4 ardışıl çerçeve sıralama işaretinin hatalı gelmesi durumunda iletim bloke edilmekte ve yeniden senkronizasyon işlemine geçilmektedir. Çerçeve sıralama işaretinin sürekli izlenmesi ile transmisyon hattının kalitesi ve bit hata oranı hakkında sistem bilgi verebilmektedir.



Frame for 2-Mbit/s signals (CCITT recommendation G.704)

Şekil 1.2. 2 Mbit/s çerçeve yapısı

1.4. 8-Mbit/s işaretin çerçeve yapısı (CCITT G.742)

8-Mbit/s işaretin çerçevesi için 848 bit öngörölmüştür. 848 bit ise her biri 212 bitden oluşan dört sete ayrılabilmektedir. 10 bitlik sabit bit dizininden oluşan çerçeve sıralama işareti ve bunu izleyen iki adet servis biti ilk setin başında yer almaktadırlar. 13.bit 1. kanaldan gelen ilk kanal bilgi bitidir, 14. bit 2. kanaldan gelen ilk kanal bilgi bitidir, v.s.).

4 kanala ait bit katarları sayısal çoklayıcıda sırayla her kanaldan birer bit olacak şekilde iç içe yerleştirilmektedir (bit interleaving). İkinci, üçüncü ve dördüncü setlerin ilk dört bitleri doğrulama denetim bitleri için olup, dördüncü blokta ilk dört biti izleyen dört bit ise gerektiğinde doldurma biti (veya kanal bilgi biti) olmaktadır. 4 bitlik doğrulama denetim biti grubundaki ilk bit 1. kanal, ikinci bit 2. kanal, v.s. için öngörölmüştür. Çerçeve içersinde her kanal için sadece bir bit pozisyonu doğrulama işlemi için öngörölmüştür. Kanala ait doldurulabilir bit, eğer buna ilişkin doğrulama denetim bitleri 111 ise bir bilgi taşımayacaktır, 000 ise bir bilgi bitini taşıyacaktır. Bu şekilde doğrulama denetim bitleri 3 defa tekrarlanarak korunmuş bir biçimde iletilmektedir. Alıcıda doldurulabilir bitin yanlış yorumlanması önemli sakıncalar doğuracağından, bu biçimde çoğunluk temelinde bir yorum yapılmaktadır. Yorumun yanlış olması durumunda, sadece yanlış bir bit göndermekle veya bir bilgi bitinin kaybedilmesi ile kalınmayacak, aynı zamanda müteakip tüm kanal bilgi bitlerinin bir bit pozisyonu kayması söz konusu olabilecektir. Bu durumda bir sistemdeki tüm kanallar hatalı olacak, çerçeve sıralama işareti yanlış bir pozisyonda yer alacak ve sistemin yeniden senkronizasyon yapma zorunluluğu ortaya çıkacaktır. Bu süre içersinde ise sistem bloke olacaktır.

Artarda 3 kere çerçeve sıralama işaretin.in doğru algılanması durumunda sayısal multipleks cihazında senkronizasyon işleminin tamamlanmış olduğu kabul edilir. Artarda 4 adet yanlış çerçeve sıralama işaretinin tespiti durumunda sistemin senkronizasyonunu kaybettiği kabul edilmektedir.



Telekomünikasyon alanında da teknolojik eğilim, gittikçe daha az yer kaplayan hacimlerde daha fazla fonksiyonel birimlerin yerleştirilmesidir. Geniş ölçekli tümleştirme teknolojilerinin kullanılması, yeni devre tasarımları ve modern SMD üretim teknikleri ile ilk defa olarak tek bir kartta yer alan multiplekser sistemlerinin gerçekleştirilmesi mümkün olabilmektedir (C kuşağı cihazlar). Örneğin DSMX 2/8 ve 8/34 multiplekser sistemlerinde multiplekserin tüm , fonksiyonları bir tümleşik devrede gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde bir çift boyutlu Eurocard'da 2 adet multiplekser sistemi yer alabilmektedir. C kuşağı multiplekserler aşağıdaki özelliklere sahiptirler:

- * Az güç tüketimi
- * Ayar ve test gereksinimlerini çok az olması
- * Yüksek güvenilirlik.
- * Ekstrem çevre koşullarında dahi yüksek işletme güvenilirliği
- * Gelecekteki bilgisayar destekli şebeke yönetimine uyumluluk.

Multiplekserlerin değişik fonksiyonel birimlerinin hepsi uygulamaya yönelik tümleşik devrelerle gerçekleştirilmiştir (ASIC).

Şekilde 1.5 um'lik yüksek hızlı CMOS teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilmiş 2 multiplekser sistemi görülmektedir. Tümleşik devreler "pin-grid array" tabir edilen seramik paketler içersine yerleştirilmiştir. Devreler ek soğutma sistemi gerektirmemektedir. Sistem ailesinin temel özellikleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Multiplekser	ASIC	Teknoloji	Kapı sayısı
DSMX 2/8 C	1	CMOS	13000
DSMX 8/34 C	1	CMOS	13000
DSMX 2/34 C	2	CMOS	35000/ASIC
DSMX 34/140 C	2	1 x CMOS	10000
		1 x BİPOLAR (ECL)	300

1.6.Alarm sisteminin yapısı

Süpervizyon rutini (programı) multiplekserlerde ve demultiplekserlerde oluşan cihaz hatalarını ve işaret hatalarını saptamaktadır. Söz konusu saptamalara ilişkin mesajlar daha sonra dahili bir veri yolu ile denetim (süpervizyon) paneline aktarılmaktadır. Aktarılan mesajların kaynakları aşağıda sıralanmıştır:

- * Alçak mertebe arabirimi girişleri,
- * Multiplekserin merkezi üniteleri,

- * Yüksek mertebeli arabirimi girişı

Bu kaynaklardan aşağıdaki blok bilgiler türetilmektedir:

-Haberleşme linki kullanılabilir değil (nonavailable)

- * Bir dahili arıza durumu veya alışı (veya veriş) saatlerinde arıza durumu (IN'T),
- * Arabirimde işaret yok (NS),
- * Dört defa üst üste yanlış çerçeve sıralama işaretinin alınması sonucu çerçeve sıralaması kaybı (SYN),
- * Tümü "1" lerden oluşan işaretin algılanması (AIS),
- * Bit hata oranı $BER > 1 \times 10^{-3}$

- Transmisyon kalitesinde düşme

- * Bit hata oranı $> 1 \times 10^{-6}$

- Karşı merkezden alınan bilgiler

* Alış girişı işaretinde mevcut D biti; INT, NS, SYN ve AIS hakkında bilgi taşımaktadır.

- * Alış giriş işaretindeki N biti $BER > 10^{-6}$ bilgisini taşımaktadır.

1.7.Transmisyon kodları

PCM veya diğer sayısal işaretler genellikle cihazlar içersinde mevcut tümleşik devrelerin (silikon devreler) çıkışlarında elde edilmekte ve devrelerin teknolojisine bağı olarak (örneğin CMOS, TTL, 1^2L , v.s.) değişik lojik seviyelerde bulunmaktadır. İşaretlerin iletimi için (hatta aynı odada bulunan 2 cihaz arabirimi arasındaki iletimde) iletme uygun bir kod kullanılması gerekmektedir. Kodlarda bulunması gereken en önemli özellikler şunlardır:

* İşaretin transformatörlerden geçebilmesi için, işaretle DC bileşen olmamalı ve düşük frekans bileşenleri düşük mertebelerde olmalıdır.

* İşaretin spektrumu kanaldaki zayıflama az olacak biçimde, mümkün olduğunca düşük frekans bölgesinde yer almalıdır.

* İletilebilecek bit katarlarının şekli konusunda bir sınırlama olmamalıdır, yani "0" lardan oluşan uzun katarlar bile iletilebilmelidir.

Cihazlarda mevcut tümleşik devrelerin ürettiğı ve şekil a)da gösterilen ikili kodlu işaretler bu özellikleri sağlamamaktadır. Dolayısı ile işaretlerin iletiminde başka kodlar kullanılmaktadır.

1.7.1. AMI kodu (Alternative mark inversion)

Bu kodda her "1" mantıksal değeri bir darbe ile temsil edilmektedir. Darbelerin polaritesi ardışıl olarak + ve - olmaktadır. "0" mantıksal değeri bir boşluk (darbe yok) ile temsil edilmektedir (Şekil b). AMI kodu yaygın olarak Kuzey Amerika'da 1544 kbit/s'lik çoklanmış işaretlerin transmisyonunda kullanılmaktadır. Ancak bu kod, ISDN uygulamalarında gerekli olan "bit katarının yapısına bağımlı olmama" özelliğini sağlamamaktadır.

1.7.2. HDBn kodu (High density bipolar of order n)

Bu kod AMI kodunun modifiye edilmiş bir biçimi olup, ardışıl darbelerdeki polaritelerin değiştirilmesi kuralı sistematik olarak bozulmaktadır. Eğer ikili işaretde birbiri ardına n adet "0" mevcutsa bir ihlal darbesi (violation) "V" yerleştirilmektedir. Şekil c'de HDB3 kodu için bir örnek görülmektedir.

Kodlamanın kuralı şöyledir: n + 1 adet "0" elemanına ya n adet "0" elemanını izleyen bir V darbesi veya 1 adet AMI darbesi + (n-1) adet "0" elemanı + 1 adet V darbesi karşılık getirilmektedir. Örneğimizde bu iki olasılık 000V veya B00V olmakta ve seçim ardışık V darbelerinin polariteleri farklı olacak şekilde yapılmaktadır. V darbeleri sayesinde alıcıya gelen işaretden saat bilgisi her zaman çıkartılabilmekte (uzun "0" dizileri durumunda da) ve dolayısı ile bit dizininin yapısına bir bağımlılık olmamaktadır.

HDB3 kodu 2048, 8448 ve 34368 kbit/s işaretleri için arabirim kodu olup, aynı zamanda simetrik kablodan oluşan transmisyon ortamları için iletim kodu olarak da kullanılmaktadır.

HDB2 (ABD'de B3ZS) 44736 kbit/s için arabirim kodudur.

1.7.3. Bn ZS kodu (Bipolar with n zeros substitution)

Bu kodlarda n adet "0" bitinden oluşan dizilerde V darbeleri içeren işaret elemanları kullanılmaktadır. Aşağıdaki kodlar pratikte kullanılmaktadır:

* B6ZS: ABD'de 6312 kbit/s için arabirim kodudur. 6 adet "0"dan oluşan bir dizi bir önceki darbe pozitif ise 0 + - 0 - + ile ("+" işareti pozitif bir darbeyi, "-" işareti negatif bir darbeyi göstermektedir), eğer bir önceki darbe negatif ise 0 - + 0 + - ile kodlanmaktadır.

* B8ZS: 1544 kbit/s için hem arabirim hem de hat kodu için kullanılmaktadır. Japonya'da aynı zamanda 6312 kbit/s için arabirim kodu olarak kullanılmaktadır. 8 adet

"O" dan oluşan bit dizisi; eger bir önceki darbe pozitif ise 000 + - 0 - + ile veya bir önceki darbe negatif ise 000 - + 0 + - ile kodlanmaktadır.

1.7.4.CMI kodu (Coded mark inversion)

İki düzeyli bir arabirim kodu olup (şekil d), ana uygulaması 140 Mbit/s işaret içindir. Bu kodda "1"ler için alternatif polaritede darbeler kullanılmakta, "O"lar ise bit periyodunun ilk yarısında negatif, ikinci yarısında pozitif değerler almaktadır.

1.7.5. 4B3T kodu

Bu kodda işaretin spektrumunu daha düşük frekanslara kaydırmak üzere, 4 bitlik bir grup 3 adet üç seviyeli (ternary) işaret elemanı ile kodlanmaktadır. Bu kod koaksiyel kablo ile transmisyonda (rneğin 34 Mbit/s) kullanılmaktadır.

Kodun değişik varyasyonları bulunmaktadır. şekil e'de bunlardan bir tanesinin (MMS 43) ikili kodu hat koduna nasıl dönüştürdüğü görülmektedir.

1.7.6. SB/6B kodu

Fiber-optik kabloların gereksinimleri farklı olmaktadır. Özellikle, yalnızca iki işaret seviyesi (ışık var/ ışık yok) realize edilmelidir. SB/6B kodu bir hat kodu olup, bit katarının yapısından bağımsız olma ve ayanı zamanda da denetim işlevleri için ek bilgileri taşıyabilme özelliğine sahiptir. Orjinal ikili işaretin 5 biti NRZ hat işaretinin 6 biti ile kodlanmaktadır.

CCITT; cihaz arabirimi düzeylerinde sınırlamasız çaprazlama bağlantılarına olanak vermek üzere, yalnızca arabirim kodlarını standartlaştırmıştır.

2.Giriş

Hat transmisyon sistemlerinde sürekli olarak teknik iyileştirmeler yapılmış olmasına rağmen, devrimsel nitelikte bir sıçrama olmamıştır. Bu durum yarı iletken laser ve optik fiberlerin geliştirilmesi, sayısal teknolojiye ilerlemeler ile birlikte değişmiş ve haberleşme teknolojisinde köklü değişimlere yol açılmıştır. Bu gelişmeler sonucunda elektriksel işaretlerin optik işaretlere dönüştürülmesi ve silisyum camından imal edilmiş saç inceliğindeki fiberler ile uzak mesafelere iletilmesi mümkün olmuştur. Sonuç olarak iletişim alanında yeni bir dönem başlamış ve bakır kablolar yerlerini giderek fiber optik kablolarla bırakmışlardır. Haberleşme şebekelerinin sayısallaştırılması sürecinde mevcut bakır kabloların kullanılmasına devam edilmekte, ancak yeni yapılan linkler için tüm dünyada hemen hemen tamamen fiber-optik kablolar kullanılmaktadır.

Çok geniş transmisyon bandları ve düşük zayıflama özellikleri ile optik fiberler sayısal işaretlerin iletimi için ideal ortamları oluşturmaktadırlar. İlk sistemler $\lambda = 850$ nm dolaylarındaki dalga boyunu kullanmış olmalarına rağmen, günümüzde en fazla kullanılan dalga boyu 1300 nm olup, teknolojik gelişmeler yakın gelecekte üçüncü optik pencerede yer alan 1550 nm dolayındaki dalga boyunun kullanımını olanaklı kılacaktır.

2.1. Işık dalgaları ile iletişim için optik fiberler

2.1.1.Optik transmisyonun ilkeleri

Işık dalgaları ile iletişimin temel ilkesi şekil 1'de basit olarak görülmektedir. Elektriksel işaret vericide bir optoelektronik dönüştürücü ile (örneğin LED veya laser diyot LD) optik bir işarete dönüştürülmektedir. Daha açık bir ifade ile, kaynak diyotun ışık şiddeti ikili darbeleri i_1 diyot akımı ile modüle edilmekte ve $P(o)$ gücündeki ışık optik fibere aktarılmaktadır. Optik işaret, optik fiberi katedip karşı uca ulaştığında tekrar bir optoelektronik dönüştürücü ile (örneğin fotodiyot) bir elektriksel işarete dönüştürülmektedir. Dolayısı ile optik transmisyon yolu, transmisyon ortamından bağımsız olarak özellikleri standardize edilmiş elektriksel arabirimlerde başlamakta ve sonlanmaktadır. optik sayısal sistemlerde kullanılan arabirimler (CCITT G.703) esas itibarı ile R/L ve multipleks sistemlerinde söz konusu olan arabirimler ile aynı olmaktadır.

2.1.2.Zayıflama

Işık, hem parçacık ve hem de dalga karakteristiğine sahip bir elektromanyetik radyasyondur. Kuantum mekaniğinde dalga-parçacık çifteliğinin bir sonucu olarak; elektromanyetik radyasyonun parçacık karakteri, frekansın artması ve dalga boyunun kısılması ile öne çıkmaktadır.

Bir dalga kılavuzu boyunca yayılan ışık; kızılötesi spektrumun yakın bölgesinde yer alan, malzeme özelliklerine bağlı olarak 10^{14} Hz frekans mertebesinde yayılma yönüne dik olarak titreşen bir dalgadan oluşan elektromanyetik bir fenomendir. Optik fiberdeki yayılma hızı 200000 km/s'dir (cam fiberlerin kırılma indisleri: $n = 1.5$), yani 1 km'lik mesafe içerisinde yayılma için 5 μ s gerekli olmaktadır. Absorbsiyon ve saçılma nedenleri ile yayılma sırasında enerji kaybı (veya zayıflama) oluşmakta ve bu kayıplar diğer nedenlerin dışında fibere aktarılan ışığın dalga boyuna bağlı olmaktadır.

Bir optik fiberde kılavuzlanan optik güç P göz önüne alındığında, bu gücün optik fiberin L uzunluğu ile üstel olarak azaldığı gösterilebilmektedir:

$$P(L) = P(o) \cdot 10^{-\alpha L/10}$$

Burada α , dB/km cinsinden ölçülen birim uzunluk başına zayıflama sabitidir. Örneğin 3 dB/km'lik bir zayıflama sabiti olan bir fiberde P(L) optik gücü, P(o) optik gücün ancak yarısı kadardır. Şekil 2'de iki farklı tek modlu fiberin zayıflama sabitlerinin dalga boyu ile değişimleri görülmektedir. Şekilde ayrıca modern tek modlu fiberlerde 1550 nm dalga boyundaki optimum zayıflama sabiti, $\alpha = 0.2$ dB/km, görülmektedir.

2.1.3.Dispersiyon ve darbe genişlemesi

Işığın yayılma hızı daha önce belirtildiği gibi, yayılma ortamının indisine (n) bağlı olmaktadır:

$$V = c/n \text{ (c = ışığın boşlukta yayılma hızıdır)}$$

Kırılma indisi (n) ise bir sabit olmayıp, ışığın dalga boyuna bağlıdır. Camın kırılma indisi (n), artan dalga boyu (λ) ile azalmaktadır. Dolayısı ile yayılma hızı dalga boyuna bağımlı olup, bu bağımlılık "dispersiyon" olarak ifade edilmektedir. Optik vericilerin çıkışındaki ışık belli bir spektral genişlikte olduğundan, tek bir modda dahi yayılma gecikmesi farklılıkları oluşmaktadır. Söz konusu yayılma gecikmelerine eş

anlamli olmak üzere, dispersiyon sözcüğü yerleşmiş bulunmaktadır. Dispersiyon; modal dispersiyon, malzeme dispersiyonu ve dalga kılavuzu dispersiyonu olmak üzere çeşitli faktörlerden oluşmakta, son iki faktör birlikte etkili olmakta ve pratikte kromatik dispersiyon olarak ifade edilmektedir. Burada ayrıntılarına girilmemekle birlikte, dispersiyon faktörleri arasında profil dispersiyonu da sayılmalıdır.

Şekil 3'de modal dispersiyonun etkinlik alanı görülmektedir. Modal dispersiyon; özdeş dalga boylarında, ancak yayılma yolları farklı modların fiberde üst üste binmesi ile oluşmaktadır, yani fiberin bir karakteristiği olmaktadır.

Aynı şeklin altında vericinin karakteristiğine bağlı malzeme dispersiyonu görülmektedir. Pratikteki optik kaynaklar belirli bir $\Delta\lambda$ spektral band genişliğinde ışık yaymakta ve bu nedenle kırılma indisinin (n) dalga boyuna (λ) bağımlılığı sonucunda, farklı yayılma hızları oluşmaktadır. Vericilerin bu karakteristikleri ile birlikte fiberlerin dalga boyuna bağlı karakteristiği, malzeme dispersiyonuna neden olmaktadır. Işık kaynağı; $\Delta\lambda$ ne kadar dar ise, o oranda da koherent olmaktadır. Örneğin laser diyotların spektral genişlikleri 1-5 nm arasında, LED'lerin koherentliği ise laser diyotlara göre 20 katı daha azdır.

Şekil 4'de 850 nm dalga boyunda bir çok modlu (tedrici değişen indisli) fiberde, transmisyon kablosunun uzunluğuna bağımlı olarak söz konusu dispersiyon faktörlerinin (modal dispersiyon ve malzeme dispersiyonu) etki alanları görülmektedir.

Zaman eksenini gözönüne alındığında; dispersiyon etkileri alıcıda, işaret darbelerini farklı yayılma zamanları nedeniyle yayvanlaştırıp genişletmek suretiyle bozulmaya uğratmaktadır. Bu bozulmanın sonucunda ise; zaman dilimlerinde yer alan işaret darbeleri, bitişik zaman dilimlerindeki darbelerden etkilenecek ve işaret çözülümünün (resolution) azalması sonucunda bit hataları oluşacaktır. Eğer bir transmisyon ortamının başında darbe genişliği T_1 ve işaret L mesafesi kadar yayıldıktan sonra T_2 ise, Gaussian dağılımlı bir spektruma sahip bir verici için etkin darbe genişlemesi ($\Delta T = T_2 - T_1$) aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilmektedir:

$$\Delta T = M(\lambda) \cdot \Delta\lambda \cdot L$$

Bu bağıntıda $M(\lambda)$ malzeme dispersiyonu katsayısı olup, verici spektral genişliğinin ($\Delta\lambda$) 1 nm'si başına ve transmisyon ortamının uzunluğunun (L) 1 km'si başına ps cinsinden darbe genişlemesi olarak ölçülmektedir. $M(\lambda)$ 'nın birimi ps/(nm.km) olmaktadır. Dalga kılavuzları için günümüzde kullanılan malzemelerin

çoğunda (standart tek modlu fiber), 1300 nm civarındaki belirli bir dalga boyunda $M(\lambda) = 0$ olmaktadır (Şekil 5). Tek modlu bir fiberde, yalnızca tek bir mod ışığı kılavuzlayan çekirdekte yayıldığından, sadece malzeme dispersiyonu etkisi olmaktadır.

Bu tipteki fiberler özellikle uzak mesafelerde geniş bantlı transmisyon için uygun olmaktadır. Dolayısı ile Şekil 5'de fiberlere özgü iki ilâve özellik daha görülmektedir. İlkinde, dispersiyon üçüncü optik pencere için optimize edilmektedir ($M(\lambda)$ 1550 nm civarında sıfır olmaktadır, sağdaki eğri), ikincisinde ise hem 1300 nm ve hemde 1550 nm'de düşük dispersiyonlu fiberler (dispersiyon düzeltilmiş) görülmektedir. Bu özellikler, optik vericilerdeki spektral saflığı (koherentlik) gereksinimini (yüksek kapasiteli transmisyon sistemleri için) azaltmaktadır.

2.1.4.Bant genişliği

Dispersiyon, optik fiberin transfer fonksiyonunu ve dolayısı ile bant genişliğini etkilemektedir. Bir optik fiberin transmisyon bant genişliği yaklaşık olarak fiberin uzunluğu ile ters orantılı olduğundan, GHz x km cinsinden "bant genişliği-mesafe" çarpımı fiber için bir kalite faktörü olmaktadır. Bu durum Şekil 6'da standart tek modlu bir fiber için dalga boyunun bir fonksiyonu olarak görülmektedir. Eğri parametreleri vericinin çeşitli spektral genişliklerini belirtmektedir. Gaussian dağılımlı bir spektrumu olan bir verici için, darbe genişlemesi (ΔT) dalga boyunun bir fonksiyonu olmak üzere, tek modlu bir optik fiberin bant genişliği aşağıdaki ifade ile hesaplanabilmektedir:

$$B \cong 0.441 / \Delta T$$

Günümüzde geçerli ışık şiddeti modülasyonu kullanan bir optoelektronik transmisyon yolunun faydalı bant genişliği aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- * Optik vericinin modülasyon bant genişliği
- * Fiberdeki dispersiyon etkileri
- * Optik alıcının modülasyon bant genişliği

Laser diyotları Gigahertz mertebelerine kadar modüle edilebilmekle beraber, LED'lerde ancak birkaç yüz megahertz söz konusu olmaktadır.

Fiberin ışık şiddetini modüle eden bilgi işaretine tepkisi yaklaşık olarak bir Gaussian alçak geçiren filtre ile aynıdır. Kesme (cutoff) frekansları kısmen fiberin

kendisi tarafından, kısmen ise optik vericinin spektral genişliği tarafından belirlenmektedir.

2.1.5. Işık kaynakları ve dedektörler

Optik dalga kılavuzları ile işaretlerin transmisyonu, sistem gereksinimleri doğrultusunda (esas itibarı ile regenerator mesafeleri ve transmisyon hızı) empoze edilen özelliklerde optoelektronik dönüştürücüleri (ışık kaynakları ve ışık dedektörleri) gerektirmektedir. Dolayısı ile ışık kaynakları aşağıdaki gereksinimleri karşılamalıdır:

- * Işık darbeleri optik fiberde en az absorbsiyonun ve/veya dispersiyonun söz konusu olduğu spektral bölgelerde yayınlanmalıdır.

- * Optik fibere aktarılabacak radyasyon gücü mümkün olduğunca yüksek olmalıdır. Yani elektrik-optik güç dönüşümü ve fibere bu gücün aktarımı yüksek verimlilik ile gerçekleştirilmelidir.

- * Transmisyon işareti optik işareti kolayca modüle edebilmelidir.

Benzeri gereksinimler dedektörler için de aşağıda belirtildiği gibi geçerlidir:

- * Alıcının duyarlılığı (sensitivity) mümkün olduğunca yüksek olmalı ve aynı zamanda iyi bir gürültü karakteristiği temin etmelidir. Bu durum düşük güçlerin dahi önceden tanımlanmış bit hatası oranları içerisinde algılanmasını sağlayacaktır.

- * Söz konusu transmisyon hızına yeterli olacak biçimde hızlı tepki (response) özelliği olmalıdır.

Bu gereksinimler LED'ler ve laser diyotları (ışık kaynakları) ile fotodiyotlar (dedektör) tarafından sağlanmakta olup, söz konusu dönüştürücülerin imalatın III - V tipi yarı iletkenler ile bazı sınırlamalarla birlikte silisyum ve germanyum kullanılmaktadır.

2.1.6. Yarıiletkenlerde optik geçişler

Yarıiletkenlerin karakteristik özelliği, elektronlar için birbirlerinden E kadar bir band genişliği ile ayrılmış iki enerji bandının (valans bandı ve iletim bandı) mevcudiyetidir. Işık kaynakları ile ışık dedektörlerinde oluşan temel fiziksel mekanizmalar, valans bandı ile iletim bandında bulunan elektronlar ile enerjileri $h\nu$ biçiminde tanımlanan fotonlar arasındaki etkileşimlere dayanmaktadır.

Şekil 7'de şematik olarak gösterildiği gibi, 3 basit etkileşim mekanizması söz konusudur.

* Absorbsiyon (soğurma) sırasında, yarı iletken gelen bir fotonun enerjisi valans bandında bulunan bir elektronun enerjisine aktarılır ve elektron, valans bandında bir delik bırakarak, iletim bandına (daha yüksek bir enerji seviyesine) geçer.

* Düzensiz emisyon (lumenisans) iletim bandında çok sayıda elektron bulunması durumunda oluşur. Bu fazla elektronlar düzensiz bir biçimde valans bandındaki boş enerji düzeylerine geçerler ve bu geçiş sonucunda her elektron enerjisi ara banda karşı gelen enerjiye eşit bir foton yayar.

* Uyarılmış emisyon, yarı iletken içersinde fotonların mevcut fazlalık (excess) yük taşıyıcılarını uyararak foton yaymaları sonucunda oluşmaktadır. Yayılan ışık ile uyarıcı ışığın dalga boyu ve fazı aynıdır.

Absorbsiyon, düzensiz emisyon ve uyarılmış emisyon daima bir arada olmakta, fakat belirli bir komponentde sözkonusu mekanizmalardan bir tanesi diğerlerine oranla daha fazla olmaktadır. Yukarıda belirtilen üç etkileşim tipine karşılık gelen komponentler fotodiyotlar (dedektör), LED'ler ve laser diyotlar (ışık kaynakları) olmaktadır.

2.1.7.LED'ler

Düzensiz emisyon sonucunda ışık yayan yarı iletken diyotlara ışık yayan diyotlar (Light Emitting Diode; LED) denilmektedir. Bu elemanların önemli bir karakteristiği güç verimlilikleridir (elde edilen optik gücün bu gücü elde etmek üzere tüketilen elektriksel güce oranı) ve genellikle 1'den çok küçüktürler. Kayıpların nedeni yarı iletkenlere özgü birçok faktörlerdir. Dolayısı ile maksimum verimlilik bir malzeme seçimi ile komponent yapısının optimize edilmesi sorunu olmaktadır.

Kullanılan yarı iletkenin E bandı yayılan ışığın dalga boyunu belirlemektedir, yani $\lambda = hc/E$ dir. Oda sıcaklığında $E = 1.43$ ev olan galyum arsenik (Ga As) için dalga boyu $\lambda = 870$ nm'dir. İndiyum fosfit (In P) için $E = 1.35$ e V ve dalga boyu $\lambda = 920$ nm'dir. LED'lerin spektral yarı güç genişlikleri ($\Delta\lambda$) yaklaşık olarak dalga boyunun karesi ile orantılıdır ve dolayısı ile dalga boyu ile oldukça fazla artmaktadır. Bu durum özellikle optik dalga kılavuzlarında dispersiyon açısından önem kazanmaktadır.

Optik haberleşme sistemleri açısından önemli diğer bir özellik LED'lerin modülasyon oranı limitleridir. Fazlalık (excess) yük taşıyıcılarının ortalama ömürleri, enjekte edilen diyot akımındaki ani değişimlerin yayılan ışık tarafından izlenemeyeceği bir sınır koymaktadır. Doğrudan aralıklı (direct-gap) yarı iletkenlerde radyasyona yol açan birleşmelerin (recombinations) ömürleri için minimum değerler birkaç nanosaniye

olmakta ve ancak birkaç yüz megabite kadar modülasyon oranları mümkün olabilmektedir.

LED'lerin önemli bir özelliği, fiberlerin kesitlerine ayarlanmış küçük emisyon alanlarının oluşudur. Bunun sonucunda ışığın fibere aktarılması yüksek bir aktarma verimi (coupling efficiency) ile gerçekleştirilmektedir.

LED'lerin tipik işletme akımları 100 mA'den 150 mA'e kadar olup, işletme gerilimleri 2 V'un altındadır. Şekil 8'de (sol taraf) akım karakteristiğinin genel olarak doğrusal olmadığı görülmektedir. Yüzey yayıcılar (surface emitter), sıcaklık artışı ve radyasyonsuz birleşmeler (nonradiative recombination) gibi kayıp mekanizmalarının artışı nedeniyle doyuma gitme eğiliminde olduğu halde, kenar yayıcılarda (edge emitter) bu durum artan uyarılmış emisyon ile kompanse edilmektedir. Çok modlu fiberlerde 50'den 100 μ W 'a kadar ışık güçlerinin fiberlere aktarılması mümkündür. Tek modlu fiberlerde kenar yayıcılar ile 10 μ W ve daha fazlası fibere aktarılabilir. Şekil 8 (sağ taraf) Gauss dağılımı biçimindeki emisyon spektrumunu göstermektedir. Diğer tipik değerler 3 ayrı LED tipi için şekil 9'da özetlenmiştir.

2.1.8.Laser Diyotlar

Laser diyotlar ilke olarak, bir dalga boyu seleksiyonu elemanı ile birlikte bir LED'den ibaret bulunmaktadır. Seleksiyon elemanı en basit durumda, birbirine paralel yan şeffaf (semitransparent) aynalardan oluşan bir Fabry-Perot kavitesidir. Kavite, toplam ışık şiddetinin az olduğu durumda dahi özdeş dalga boyu ve fazdaki ışığın şiddetini arttırmakta ve düşük enjeksiyon akımlarında uyarılmış emisyonun başlamasını sağlamaktadır. Laser'ler (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) daha yüksek çıkış güçlerinde ve ince hüzmelerde ışık sağlamaktadırlar. Bu özellikleri sayesinde fasere daha yüksek bir ışık şiddeti aktarılabilen ve bunun sonucunda da daha uzun mesafelerin köprülenebilmesi mümkün olabilmektedir. LED'lerle karşılaştırıldığında yayılan spektrumun daha dar olması nedeniyle (şekil 10), faserdeki kromatik dispersiyon daha düşük kalmaktadır.

Şekil 10'da bir laser diyotun tipik ışık/akım karakteristiği görülmektedir. Işık emisyonu eşik akımının üzerinde oldukça dik bir biçimde artmaktadır. Bu özellik laser diyotların modülasyon karakteristiğine yansımaktadır. Akımdaki ani bir artış, ancak bir gecikmeden sonra uyarılmış emisyona yol açmaktadır. Laser diyotun sözkonusu eşik civarında bir çalışma noktasına bias edilmesi durumunda ise gecikme etkisi ortaya

çıkılmamaktadır. Bu durumda erişilebilecek max. modülasyon hızları gigahertz mertebelerine kadar olmaktadır.

Laser diyotların sayısal optik işaret transmisyonu ile ilgili karakteristikleri ve özellikleri şekil 11'de özetlenmiştir.

Laser diyotlarının tüm üstünlüklerine rağmen, yüksek diferensiyel verimlilikleri işletme özellikleri açısından bir dezavantaj oluşturmaktadır (şekil 10). Açıkça görüldüğü gibi akım veya sıcaklıktaki çok küçük değişimler dahi optik güçte değişmelere neden olmaktadır. Sabit emisyon gücü ancak bazı denetim önlemleri ile mümkün olabilmektedir. Bu nedenle bir laser modülünde, laser diyot tarafından yayılan emisyonu orantılı olarak emisyonun bir kısmı bir monitor diyotu tarafından ölçülmekte ve ışık şiddeti ile orantılı bir akım harici bir denetim devresine uygulanmaktadır. Laser diyotun sıcaklığı, bir NTC termistörü ile algılanarak denetlenmekte ve sıcaklığı, çevre sıcaklığından ve laserin işletme gücünden bağımsız olarak bir Peltier soğutucusu ile aktif ısı transferi sağlamak suretiyle belirli limitlerde ($T = 40\text{ K}$) sabit tutulabilmektedir. Sıcaklık kontrol devresi modülün dışında yer almaktadır.

Diğer yandan fibere aktarılan çıkış gücünün değişimi $0-60^{\circ}\text{C}$ çevre sıcaklığında ortalama olarak % 5 değerini aşınmalıdır. Bu ise fiber eksenini ile optik işaretin eksenini arasındaki sapmanın $0,1\text{ }\mu\text{m}$ 'den daha küçük olmasını (maksimum aktarma verimliliği için) gerektirmektedir.

Laserin işletilmesi açısından; ölçme, denetim ve uyumlama birimlerinin çevre koşullarından etkilenmeyecek biçimde sızdırmazlık özelliklerine sahip bir modül içerisinde toplanması büyük önem kazanmaktadır (laser aynaların ve fiber-optik elemanların max. oranda temiz olma özelliği).

2.1.9.Dedektör diyotları

Transmisyon ortamının sonunda ışık darbeleri bir fotodedektöre ulaşmakta ve optik güçleri ile orantılı elektrik akımlarına dönüştürülmektedir. Bir optik transmisyon sistemi tarafından köprülenebilecek mesafenin arttırılabilmesi açısından, olabildiğince düşük seviyelerdeki optik gücü algılayabilmek üzere, fotodedektörlerin işaretleri düşük gürültülü yükselteçlerle yükseltilir. Dolayısı ile iyi bir fotodedektör $1\text{ }\mu\text{A}$ 'den küçük fotoakımları ile çalışabilmelidir.

Optik transmisyon sistemlerinde kullanılan tüm fotodedektörler istisnasız olarak yarı iletken fotodiyotlardır (ters polarmalı). Fotodiyotlar; silisyum, germanyum veya

indiyum-galyum arsenid-fosfor (In Ga As P) malzemesi kullanılarak imal edilmekte (uygulamaya bağılı olarak kullanılan malzeme değişmektedir) ve boyutları yaklaşık olarak fiberin kesiti ile uyumlanmaktadır.

Günümüzde kullanılan dedektörlerin karakteristikleri şekil 13'de özetlenmiştir. Ayırıcı özellikler arasında foto duyarlılıkları, işletme dalga boyları ve kullanıldıkları bit hızları sayılabilmektedir. PIN fotodiyotlar ve "avalanche fotodiyotlar" (APD) olmak üzere iki tip kullanılmaktadır. APD tipi fotodiyotlarda fotoakımı, avalanche etkisi ile 10 katdan 100 kata kadar doğrudan doğruya yükseltilmektedir. Daha yeni olan In Ga As P türü APD'lerde "avalanche" gürültüsü germanyum türü APD'lere göre daha azdır. Dolayısı ile bu tipler 1300 1600 nm dalga boyu bölgesinde daha yüksek bit oranları için kullanılmaktadır.

2.1.10.Optik bağlaçlar (joints)

Eksiksiz bir iletişim linkinde optik fiberlerin birleştirilmesi için eklere (splice) ve sistem giriş ve çıkışlarında konnektörlere gereksinim olmaktadır. Şekil 14'de yaygın olarak kullanılan bir konnektörün yapısı görülmektedir. Konnektörün özellikleri arasında; düşük transmisyon kayıpları, montaj kolaylığı, stabil konstrüksiyon, takma/çıkartma ömürleri ve uç yüzeylerinin hasara ve toza karşı mukavemetleri sayılabilmektedir. 40 µm çapındaki bir optik fiber çekirdeğinde mevcut 5 µm'lik bir toz zerreciği bile yaklaşık olarak 0.1 dB'lik bir saçılma kaybına neden olmaktadır. Optik konnektörlerdeki ve ek yerlerindeki kayıpların diğer nedenleri arasında aşağıdakiler sayılabilmektedir:

- * Eklenecek optik fiberlerin farklı karakteristiklere sahip olmaları (kırılma indisi profili, çekirdek ve örtü (cladding) yarıçapları, "numerical aperture" leri)

- * Konnektör ve ek yerlerindeki mekanik hatalar

- * Ek yerlerindeki yansımalar ve saçılmalar

Pratik koşullarda her üç kayıp faktörü birlikte oluşmakta ve toplam kayıp bu faktörlerin toplamı olmaktadır.

2.2.Fiber-Optik Transmisyon Sistemleri

Optik transmisyon sistemlerinin temel ögesi hat teçhizatı (line equipment) olmaktadır. Hat teçhizatı ise, optik transmisyon hattının başında ve sonunda yer alan hat terminal ünitesi (line terminating unit; LTU) ile uzak mesafelerin köprülenmesinde gerek

duyulabilecek regeneratif tekrarlayıcılardan (regenerative repeater; RR) ibarettir (şekil 15). Ancak özel durumlarda hat terminal üniteleri arka arkaya bağlanmaktadır (ileride, aralarındaki mesafe daha uzun olan lokal santraller arasındaki bağlantılar kısmında açıklanacaktır). Regenerator kesim mesafesi, kaynak ile dedektör arasındaki mesafe olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu mesafe optik transmisyon sisteminin en önemli faktörünü oluşturmaktadır (şekil 15). İki arabirim arasındaki transmisyon kesimi aynı zamanda "hat kesimi" (line section) olarak tanımlanmaktadır.

Bir optik taşıyıcı ile 140 ve 565 Mbit/s bit hızındaki işaretlerin iletiminde genellikle iki tip hat teçhizatı kullanılmaktadır. Birinci tipde multipleks ve hat sonlandırması için iki ayrı birim söz konusu olmakta (şekil 15, sol tara~, ikincisinde ise şeklin sağında görüldüğü gibi her iki birim tek bir cihazda bir araya getirilmiştir. İkinci durumda birimler arasındaki arabirimlerin fonksiyonlarına gereksinin duyulmamakta ve ek servisler için ilginç olanaklar mümkün olabilmektedir.

2.2.1.Sistem öğeleri

Aşağıda belirli tipteki bir hat teçhizatı, transmisyon sistemi olarak çalışma biçiminin açıklanması için ele alınmıştır. Başka tiplerde hat teçhizatları da mevcuttur, ancak genel uyumluluk için hepsi aynı arabirimleri kullanmaktadırlar.

Şekil 16'da 140-Mbit/s'lik bir transmisyon sisteminde kullanılan hat teçhizatının (entegre multiplekseri olmayan teçhizat) ve regeneratif repetörün fonksiyonel birimleri görülmektedir.

İşaret, veriş yönünde önce bir arabirim modülünden (INT) geçmekte ve ikili (binary) bir işarete dönüştürülmektedir. İşaret daha sonra bir "scrambler" e (SCR) uygulanarak, çok uzun "0" veya "1" dizilerinin söz konusu olması durumlarında da, regeneratörün saat bilgisini çıkarabileceği (timing extraction) bir biçime dönüştürülür. 565-Mbit/s sistemlerinde "scrambling" foaksiyonu hemen gerideki DSMX 140/565 multiplekseri tarafından sağlanmaktadır. Daha sonra işaret bir kodlayıcı üniteye (SB/6B) uygulanarak, belirli bir kod alfabesi ile 5 bitlik bilgilere bir bit eklenerek 6 bitlik hat kodu oluşturulur. Bu şekildeki bir kod ile, transmisyonun kalitesi sürekli olarak işletme sırasında işaretin taşıdığı bilgiden bağımsız olarak denetlenebilmektedir. Bu kod sonucunda saat hızındaki artış önemsenmeyecek bir değerdedir. Optik vericide (OT), SB/6B kodundaki elektriksel işaretler optik işaretlere dönüştürülerek fibere

uygulanmaktadır. Optik transmisyon hattının kesilmesi durumunda, bir emniyet birimi laseri otomatik olarak kesmektedir.

Hat terminal birimine multipleks ünitesinin entegre edilmesi durumunda, gelen 4 x 34 veya 4 x 140 veya 16 x 34 Mbit/s işaretler önce kombine edilmekte, gerektiğinde ek bitler yerleştirilmekte ve daha sonra yukarıda açıklandığı biçimde optik transmisyon için işlenmektedir.

Alış yönünde, optik işaretler optik alıcıda (OR) tekrar elektriksel işaretlere dönüştürülmekte ve genlikleri ile zamanlamaları regeneratörde (REG) regenere edilmektedir. İşaretler daha sonra hat kodu çözücüsünden (SB/6B) geçerek kodu çözülmekte, "descrambler" (DSCR) devresinden geçerek arabirim (INT) üzerinden çıkışa aktarılmaktadır.

Entegre cihaz tiplerinde önce demultipleks işlemleri yapılarak, sayısal işaretler yukarıda açıklanan bit hızlarında arabirimlerde oluşturulmaktadır.

Yukarıda açıklanan sayısal işaretlerin işlenmesi (signal processing) için özel olarak geliştirilmiş tümleşik devreler (örneğin Gate-Array teknolojisi) kullanılmaktadır. Yüksek seviyedeki tümleştirme ile bir yandan hacim ve enerjiden tasarruf sağlanmakta, diğer yandan sistem fonksiyonlarının güvenilirliği arttırılmaktadır.

Bir hat teçhizatının çeşitli fonksiyonel birimleri sürgülü baskı devre kartları üzerinde gerçekleştirilmekte ve birçok kart 12 cm genişliğinde, 50 veya 60 cm yüksekliğinde sistem çekmecelerinde bir araya getirilmektedir. Sistem çekmecelerinden birkaç tanesi ise 2.6 m yüksekliğindeki dar bati konstrüksiyonlarına yerleştirilmektedir. Yan yana yerleştirilen dar batiler, 7R tipi vertikal konstrüksiyonu olarak ifade edilmekte ve çok değişik uygulama ve konfigürasyonlarda esnek bir yerleştirmeyi temin etmektedirler.

Regeneratif repetörde (RR), her iki yön için, hat terminal ünitelerinde bulunan fonksiyonel birimler bulunmaktadır. Repetöre gelen zayıflamış optik işaret önce tekrar elektriksel bir işarete dönüştürülür. İşaret regenere edilip yükseltildikten sonra tekrar optik işarete çevrilerek transmisyon ortamına verilir. (Şekil 17).

Şekil 18'de entegre multipleks ünitesi olmayan bir hat terminal ünitesi ve sağ tarafta 104-Mbit/s optik transmisyon sistemleri için regeneratif repetör görülmektedir.

2.3.Transmisyon sistemlerinin yerleştirilmesi

Bir transmisyon hattının başında ve sonunda yer alan hat terminal üniteleri genellikle telekomünikasyon idaresine ait binalara yerleştirilmektedir. Nüfus yoğunluğu göreceli olarak büyük olan bölgelerde, birbirlerine olan mesafeleri 30 km ve daha fazla olan idareye ait binaların mevcudiyeti bir problem olmamaktadır. Yerleşim yerlerinin birbirlerinden uzak olması durumlarında, uzun transmisyon hatları söz konusu olmakta ve repetörler bağımsız "Shelter" lere yerleştirilebilmektedir. Başka bir olanak ise, repetörlerin uygun yeraltı kazanları (repetörleri alabilecek hacimde ve güç harcamasını çevredeki toprağa aktarabilecek özelliklerde) içersine yerleştirilmesidir.

2.3.1.Güç kaynağı

Repetör merkezinde enerji şebekesinin olması durumunda, her repetör için gerekli olan 10-20 W şebekeden temin edilerek 48/60 V'luk arabirim üzerinden repetöre uygulanabilmektedir. Şebekeye erişimin mümkün olmadığı durumlarda, bölgenin ve coğrafyasının yapısına bağlı olarak akümülatör sistemleri ile birlikte güneş ve rüzgâr enerjileri kullanılmaktadır.

Yukarıda belirtilen enerji kaynaklarının hiçbirisinin sözkonusu olmadığı hallerde, tek alternatif klasik seri DC uzak güç besleme konfigürasyonu olmaktadır. Besleme için ayrı bakır kablo çifti ile DC/DC konvertörler kullanılmaktadır. Birçok nedenler gözönüne alınarak, tek bir kablo kılıfı içersinde fiber ve besleme iletkenlerinin yerleştirilmesinden kaçınılmakta ve besleme iletkenleri için bağımsız bir kablo kullanılmaktadır. Maliyetler, yıldırım tehlikeleri, tip çeşidi çokluğu, kablo döşeme ve kablo ekleri söz konusu birçok nedenlerden sadece bir kısmını oluşturmaktadır. Uzak besleme devresi ile cihaz besleme devreleri arasındaki yüksek gerilim izolasyonunu DC/DC dönüştürücüler sağlamaktadırlar. Modüler yapıları ile uzak besleme sistemleri, farklı yerel güç gereksinimlerine ve erişim mesafelerine uyumlu olmaktadır.

2.3.2.Denetim (süpervizyon) ve arıza lokalizasyonu

Fiber optik kablolar ile sayısal işaretlerin transmisyonunda kullanılan sistemlerde, CCITT'nin öngördüğü bakım felsefesine uygun yapıda sisteme özgü süpervizyon ve alarm donanımları mevcut olup, sözkonusu donanımlar kesintisiz bir işletmeyi garanti altına almaktadırlar. İşletme personeli ve şebeke işleticileri açısından, komple bir linkin iletim kalitesi ile kullanılabilirliği (availability) nihai kriterler olmaktadır.

Yukarıdaki nedenlerle uzak mesafe şebekelerinde fiber optik transmisyon sistemlerinin (140 ve 565 Mbit/s) temel üniteleri, sisteme entegre işletme içi denetim sistemlerinin (In-Service Monitoring;ISM) fonksiyonları ile teçhiz edilmekte ve sayısal hat işletme sırasında sürekli olarak denetlenmektedir. Bu amaç için 2.4 kbit/s'lik bir iletim kapasitesi yeterli olmaktadır. Koaksiyel sistemlerde denenmiş ve yeterli olmuş olan denetim ilkeleri, fiber optik sistemlere de adapte edilerek geliştirilmiş ve bu şekilde hem koaksiyel kablolu hem de fiber-optik kablolu sistemlerde aynı arıza bulma ünitesinin (fault-locating unit) kullanılabilmesi mümkün olabilmektedir. Şekil 19'da bir sayısal linkin her iki transmisyon yönü, hat terminal birimleri (LTU) ve regeneratif repetörler (RR) ile birlikte görülmektedir. Linkin uçlarındaki LTU'lardan başlamak üzere, her ünite her iki yönde periyodik olarak, her 6.8 saniyede bir 28 bitlik uzunlukta bir mesajı karşı uçlara (LTU1 ve LTU2) yollamaktadır. Mesaj aşağıdaki bilgileri kapsamaktadır:

- * Giriş işaretinin alınmış veya alınmamış olma durumu

- * Bit hata oranı

- * Telemetry regeneratörü ve vericisinin (Telemetry regenerator ıınd transmitter; TRT) hata ve durum (status) işaretleri

TRT ünitesi, işletme içi denetim işaretlerine ilişkin transmisyon yolu üzerinden bir mesaj aldıkça bir regenerator olarak çalışır ve mesajı değiştirmeden, ancak mesaj zincirinin arkasına kendi mesajını ekleyerek linke aynı yönde aktarır. Linkin sonundaki uçta yer alan hata lokalizyon ünitesinin (fault locating unit; FLU) değerlendirilmesine sunulan mesajların sayısı, link üzerinde mevcut LTU ve RR'lerin sayılarının toplamına eşit olmaktadır. Link de bir kesinti olması durumunda işaret akışı da kesilecektir. Ancak, 2 x 6,8 saniyelik bir süre içerisinde mesaj alamayan herhangi bir RR ünitesi, periyodik olarak "starter" mesajları yollayacağından, arıza yerinin lokalize edilebilmesi mümkün olabilecektir.

Normal işletme sırasında, her regeneratif repetörde mevcut bir monitör SB/6B hat kodunu (5 bit/6 bit) analiz ederek, "gelen sayısal toplamı" (running digital sum; RDS) değerlendirir ve sonucunda "kodun kuralındaki sapmaları" (code rule violation) tespit eder. Hata yoğunlaşmaları (error burst) dışındaki hata durumlarında (düzgün dağılımlı hatalar), sözkonusu yöntem ile bit hatası oranı (bit error rate; BER) tespit edilebilmektedir. Monitör hata oranını 8 kademedede ölçebilmekte (ort. 10^{-3} ile 10^{-8} arasında) ve sonucu kodlanmış olarak mesaja aktarmaktadır. Dolayısı ile tüm RR'lerdeki

bit hata oranı ayrı ayrı olarak, her 6.8 saiyede bir, FLU tarafından tespit edilebilmektedir. Ana kullanımı düşük mertebe cihazlarında olmak üzere, başka bir hat kodu, çift kutuplu CMI veya MCMI kodudur (Coded Mark Inversion, Modified CMI). Kod kuralını bozma yöntemi bu kodlarda da hata oranı tespiti için geçerlidir.

Söz konusu 2.4-kbit/s'lik işaret ile ayrıca birbirinden bağımsız 9 adet işaret daha uzak denetim (remote supervision) için iletilebilmektedir. (örneğin dahili işaretler : Laser ön akımı değişimi; veya harici işaretler : batarya kontrolü v.s.). Servis içi ve uzak denetim işaretleri linkin uzak ucunda yer alan FLU ünitesi tarafından optik olarak gösterilmekte veya ilâve işleme (processing) için bir PC'ye (Personel Computer) iletilebilmektedir.

Lokal ve abone şebekelerinde (repetörsüz transmisyon linkleri) işletilen optik transmisyon birimleri, çok daha az karmaşıklıkta arıza bulma donanımına gereksinim duymaktadırlar. Bir link kesimindeki herhangi bir arıza ve hata, hat terminal birimi tarafından dedekte edilmekte ve bir denetim modülü üzerindeki LED'lerle gösterilmektedir. İlgili alarmlar "acil" (urgent) veya "adi" (non-urgent) olarak işletme ihtiyacına göre saptanmakta ve bir alarm işaret paneli aracılığı ile merkezde mevcut bir üst denetim birimine aktarılmaktadır. Ayrıca bazı önemli kriterler için bağımsız işaret çıkışları olup, bunlar bloke edilememektedirler. Söz konusu işaretler, örneğin bir "İşletme/bakım merkezi" (Operation and Maintenance Center; O & M - Center) için öngörülmektedir.

İşletme içi süpervizyonunun dışında "çevrim lokalizasyonuna" (loop testing) ilişkin klasik yöntemler mevcuttur, ancak fiber-optik transmisyon sistemleri çerçevesinde bu sistemlere burada değinilmeyecektir.

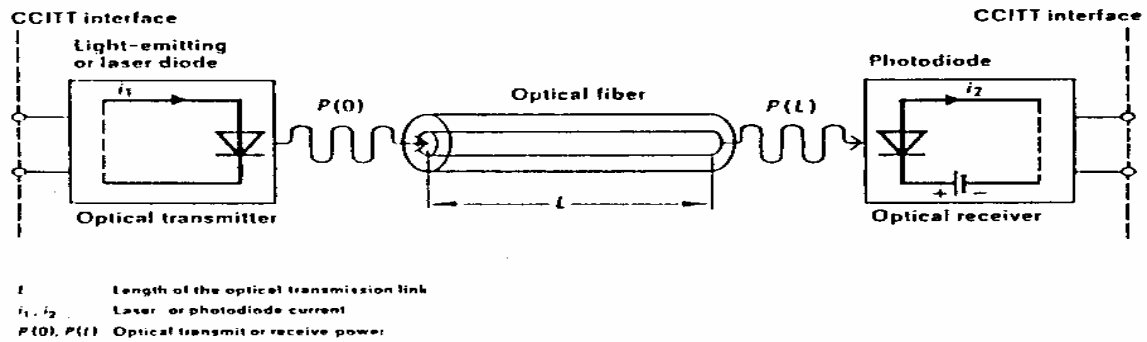


Fig. 1 Principle of Optical Transmission

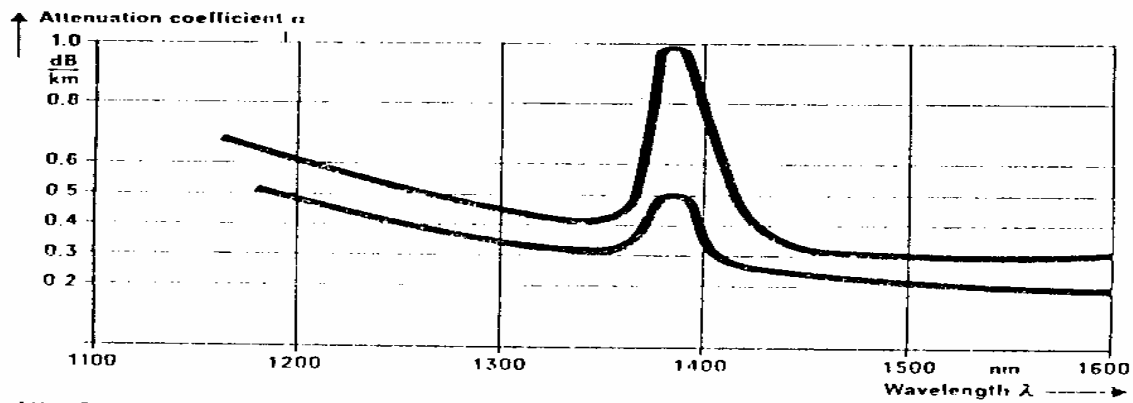
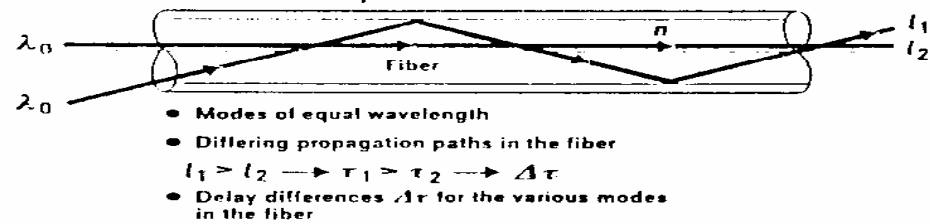


Fig. 2 Attenuation Spectrum for Standard Single-Mode Fibers

Modal distortion: fiber-dependent



Material dispersion: source- and fiber-dependent

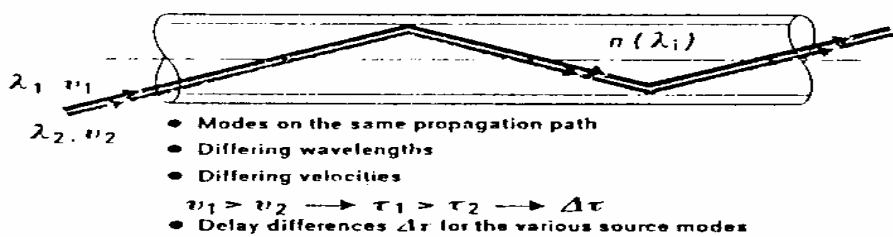
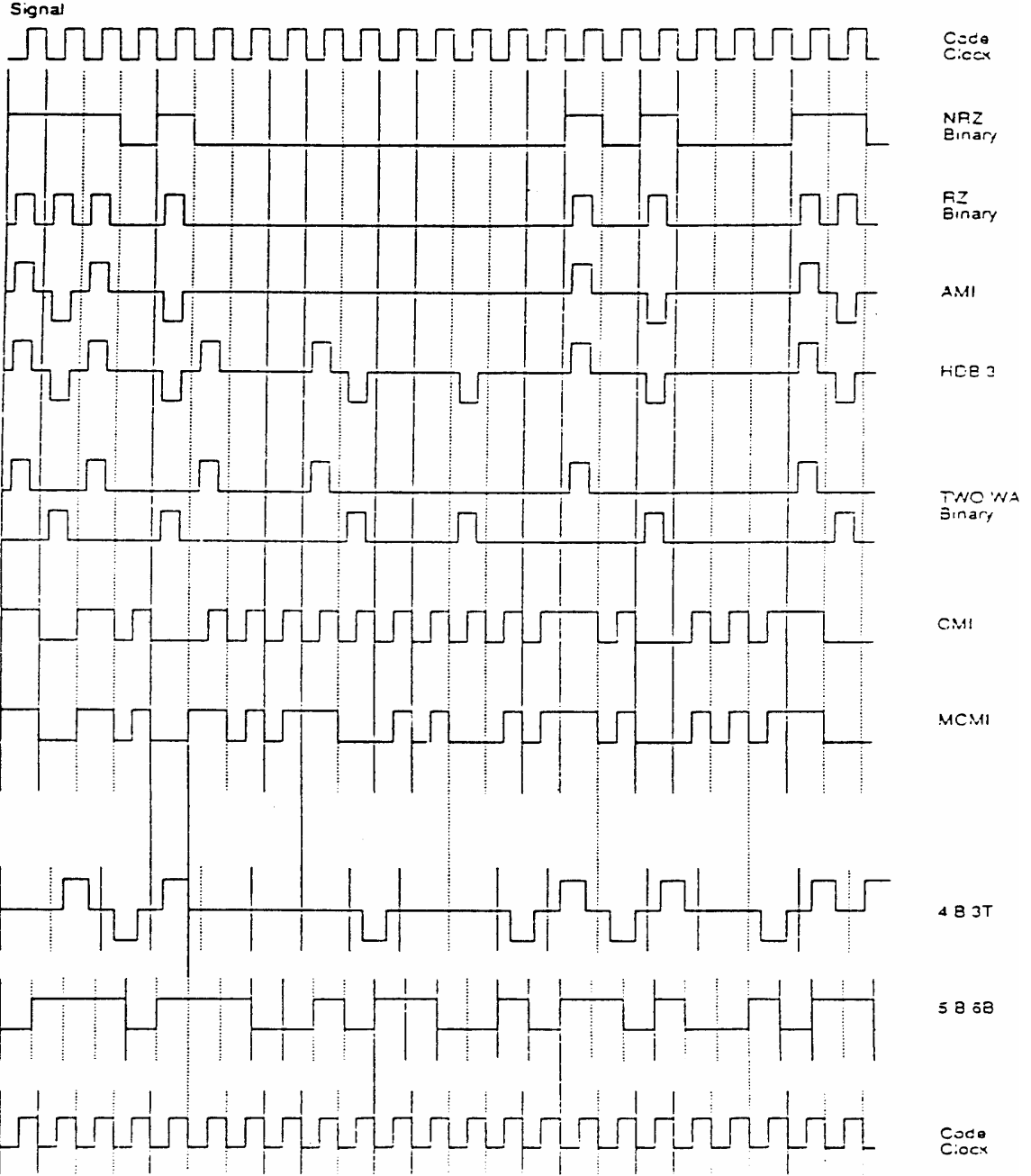


Fig. 3 Dispersion in Terms of Modes

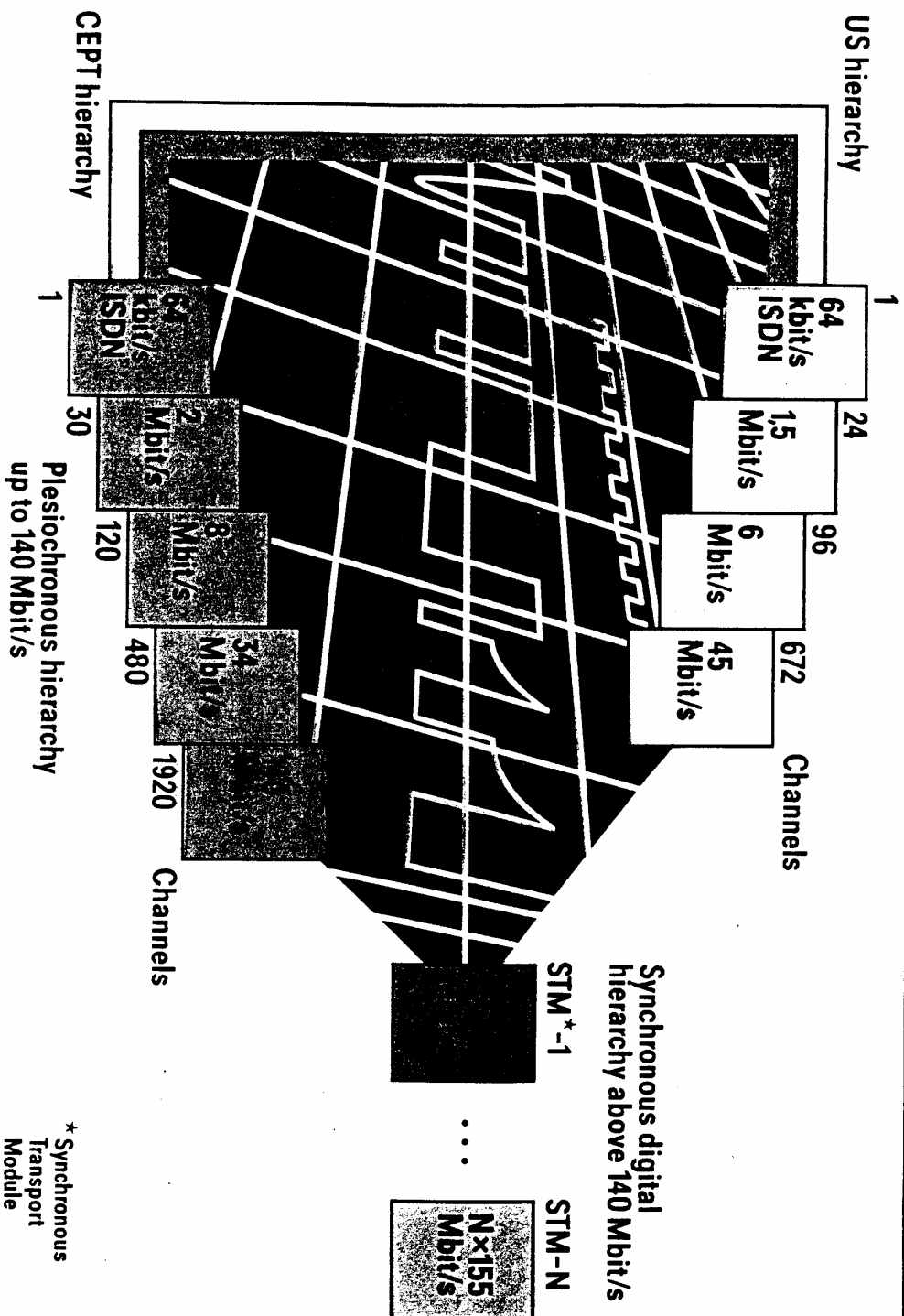
Şekil 2.1.Optik iletim prensibi ve dalga kırınımları



Digital Signalcodes

Şekil 2.2. Transmisyon kod şekilleri

SIEMENS

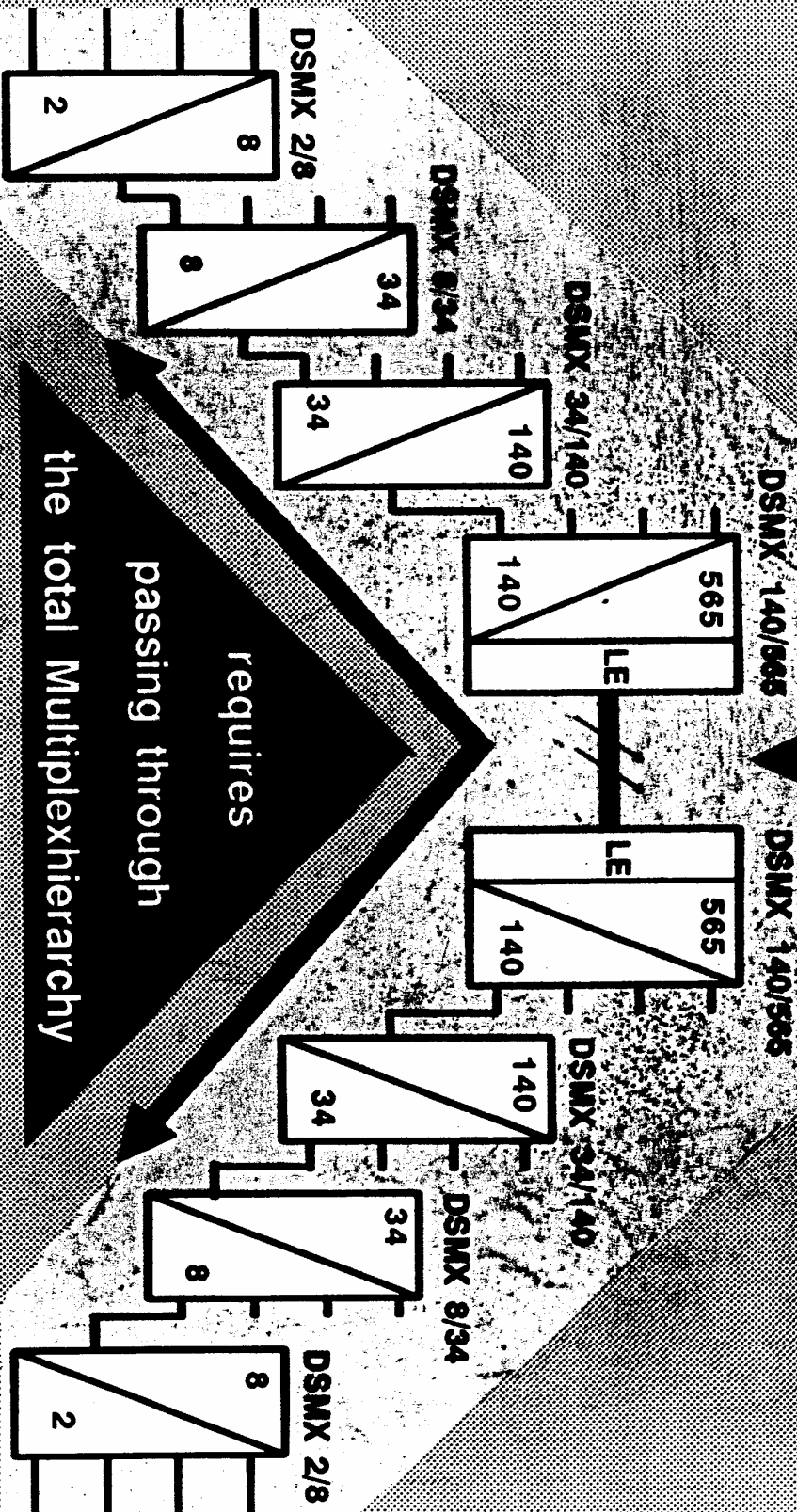


Multiplexing in the synchronous digital hierarchy

Transparency 36/10
© 1990 by Siemens AG
All rights reserved

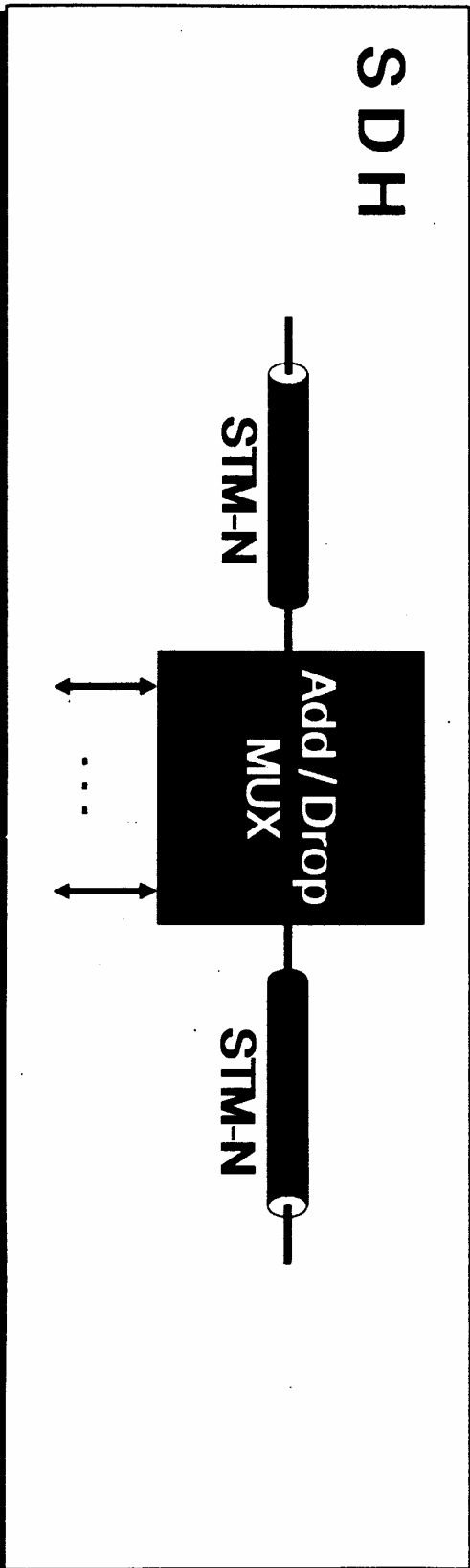
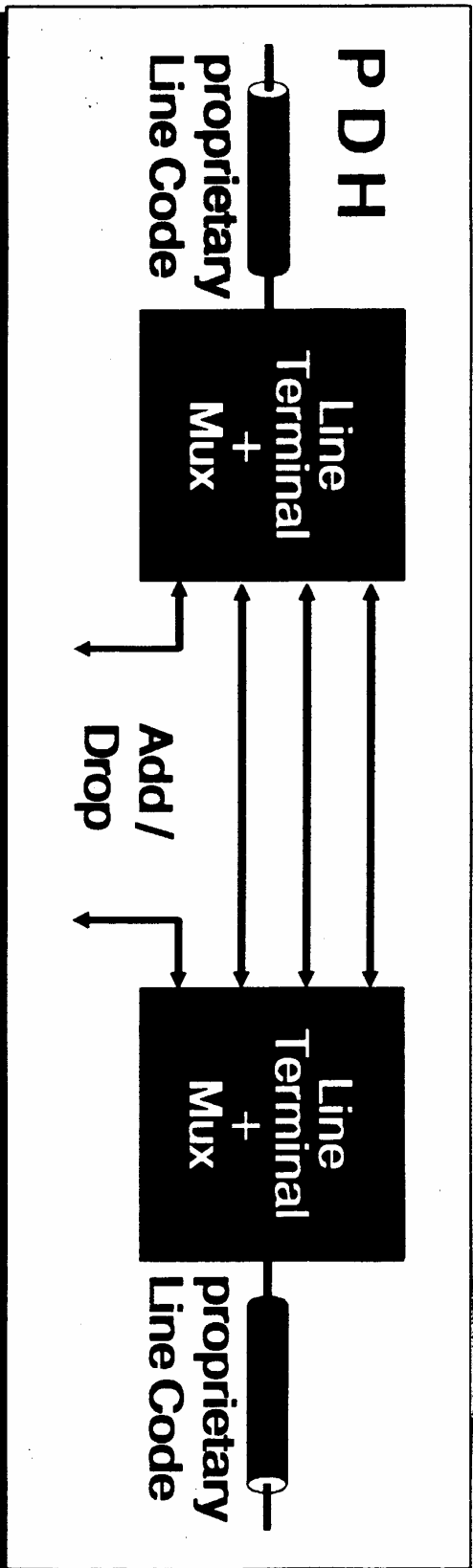
Şekil 3. SDH Çoklayıcısı

Access to a 2 Mbit/s-Signal

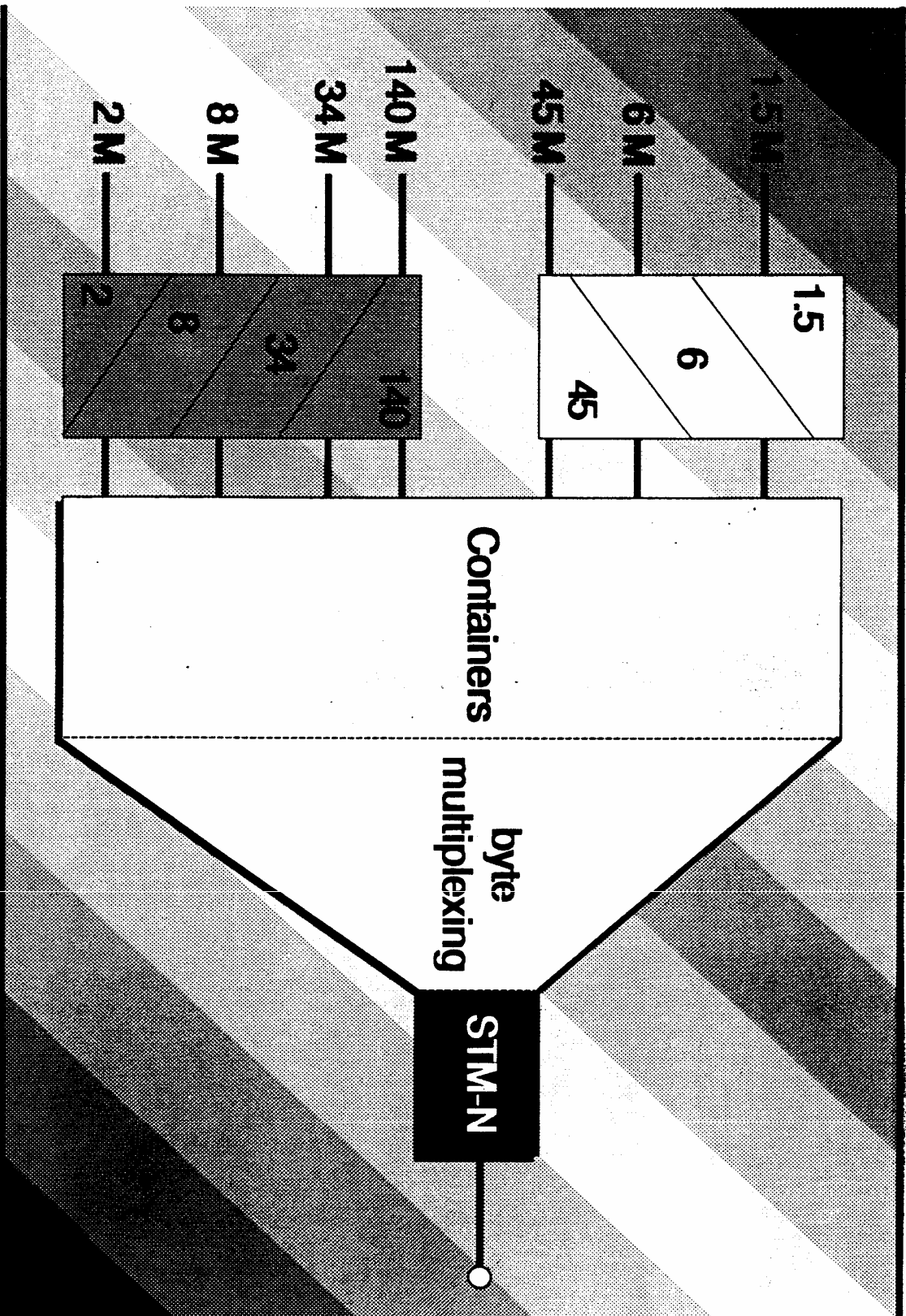


Access to a 2 Mbit/s in the Plesiochronous Multiplexhierarchy

Şekil 4 2 Mb/s PDH Erişimi



**SDH - History (3) Efficient Multiplexing Technique /
Reduction of Network Costs**

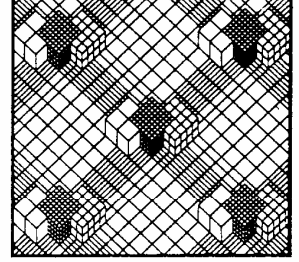


SDH - The Idea of SDH

Şekil 6. SDH Çoklayıcısının yapısı

3. Hat Teçhizatı OLTS2, OLTS8, OLTS34

Yerel, Özel ve Kırsal Şebekelerde
2; 8 veya 34 Mbit/s Fiber Optik Sistemleri için



OLTS2, OLTS8 ve OLTS34 hat teçhizatları (G.703 ve G.823 numaralı CCITT tavsiyelerine uygun olan) 2; 8 veya 34-Mbit/s bit hızlarındaki sayısal işaretlerin iletimi için tasarlanmıştır. OLTS hat teçhizatları özel şebekelerin kurulmasında olduğu gibi, kamu şebekelerinin yerel ve kırsal bölgelerinde de kullanılabilir. İşaretler, optik dalga boyu 1300 nm civarında gönderilir. Ancak çok uzun mesafelerin geçileceği özel durumlarda 1550 nm dalga boyu kullanılır.

Uygulamaların çoğunda hat donanımı iki uç merkezden oluşur. Tekrarlayıcı kullanılmadan geçilebilecek mesafenin uzun olması, tekrarlayıcı merkezlerini genellikle gereksiz kılmaktadır. Bununla birlikte uzak mesafe linklerinde iki hat teçhizatı elektriksel arabirimlerinde ard arda bağlanarak bir tekrarlayıcı merkezi oluşturulabilmektedir. Bu şekilde birçok tekrarlayıcı kesimi arka arkaya bağlanabilir. OLTS hat teçhizatları üzerinden, bit hızları 512 kbit/s'ye kadar olan sayısal ek kanal işaretleri iletebilmektedir.

Uygulama Alanı

- Özel ve kamuya ait yerel şebekelerde transmisyon sistemi olarak
- Abone çoklayıcısı veya kırsal santralların ana şebekeye bağlanmasında
- Özel veya kamu şebekelerinde özel devreler için abone sistemi olarak. "ISDN primary rate" erişimi sağlamak üzere genişletilebilir.

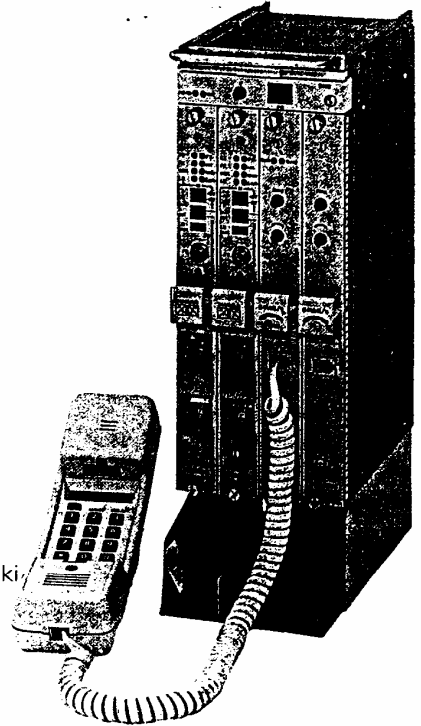
OLTS çekmecesinin temel donanımı aşağıdaki birimlerden oluşur:

- Veriş/alış (transceiver) birimi: 2-Mbit/s, 8-Mbit/s veya 34-Mbit/s için
- Denetleme birimi

Servis telefonu kullanımı, 2, 8, 34-Mbit/s'lik ana işaret ve servis kanallarının koruma anahtarlama veya servis kanallarının geçiş bağlantısı gibi ek olanaklar için çekmecedeki aşağıdaki birimlerin takılabildiği iki kart yeri bulunmaktadır:

- PCM servis telefonu birimi (selektif veya kolektif arama)
- Koruma-anahtarlama özelliği olan servis kanalı arabirimi

- Servis kanalı arabirimi (koruma-anahtarlama özelliği olmayan)
 - Servis kanalı geçiş birimi
- Telefon ahizesi, kullanılan servis telefonu kartına bağlı olarak selektif veya kolektif arama için kullanılabilir.



OLTS34 Hat Teçhizatı

3.1. Teknik Özellikler

Planlama Bilgileri		OLTS2	OLTS8	OLTS34
Fiber tipi (CCITT G.652'ye göre) ...		Tek modlu fiber ¹⁾	10/125 µm	
Bit hızı	Mbit/s	2.048	8.448	34.368
Optik Verici		Lazer diyot (LD) veya düşük güçlü lazer diyot (LPLD)		
Optik dalga boyu	nm		1270 1330 ²⁾	
Spektral yarı güç aralığı	nm		< 5	
Minimum veri seviyesi (Nokta S, CCITT G.956)	dBm		-4 (-14) ³⁾	
Optik Alıcı				
Alış seviyesi (bit hata oranı ≤ 10 ⁻¹⁰ için) (Nokta R, CCITT G.956)	dBm	-50	-45	-40
Otomatik seviye denetimi için maksimum alış seviyesi	dBm	0	0	0
Tekrarlayıcı Kesimi				
Maksimum optik zayıflatma (pratik)	dB	43 (33) ³⁾	38 (28) ³⁾	33 (23) ³⁾
Tekrarlayıcı Kesimi Mesafesi ⁴⁾	km	maks. 107 (82) ³⁾	maks. 94(69) ³⁾	maks. 82(57) ³⁾

Hat Teçhizatı

Servis kanalı arabirimi SK512 ⁵⁾

Senkron

iletim Data ve saat
veya 512 kbit/s, V.11

Asenkron

iletim ≤ 64 kBd, RS485

Servis kanalı arabirimi ⁶⁾

Ses kanalı

2 x analog 4-telli, E+M

1 x 64 kbit/s contradirectional, V.11

1 x 64 kbit/s asenkron, V.28

1 x 16 kbit/s asenkron, V.28

3 x alarm kanalı 0.5 kbit/s (open collector)

PC arabirimi RS232C

Q arabirimi ⁷⁾ 64 kbit/s, RS485

Gerilim dönüştürücü

DC giriş gerilimi 36 V 75 V

Sistem başına

güç tüketimi maksimum 10 W

Cihaz Tipleri

Hat Teçhizatı

OLTS2, OLTS8, OLTS34 LGW:AA09-A000A-A

Çekmece, donatılmamış (boş) ... LGW: AA09-E001A-A

Bati LGW: AA09-M001A-A

İşaret paneli veya TMN modülü istek üzerine

Boyutlar (mm) (GenXYükXDer)

Bati 121x2600x225

Hat teçhizatı

çekmecesi 110x370x197

Ek Bilgi

OLTS2, 8, 34 broşürü ... LGW :AA09-A000A-A-***29

1) Çok modlu fiberle de çalışabilir.

2) 1550 nm versiyonu talep üzerine

3) Parantez içindeki değerler düşük güçlü LD için geçerlidir.

4) Uzunluk, onarım ekleri tarafından sınırlanmaktadır.

5) Servis kanalı arabirimi kartı kullanıldığında, bu karta tahsis edilmektedir.

6) Servis kanalı arabirimi kartı kullanıldığında

7) Talep üzerine

SİMKO TİCARET ve SANAYİ A.Ş.

Siemens AG Türkiye Genel Müdürlüğü
Türk Siemens Mamulleri Yetkili Satıcısı

İSTANBUL
Meclisi Mebusan Cad.
No: 125 Fındıklı
80040 İstanbul
Tel : (0212) 251 09 00
Tlx : 24 233
Tlx : 931 019
Fax : (0212) 252 41 34
P.K.: 1001 Karaköy

ANKARA
Büklüm Sok. No: 21
06660 Küçükesat/Ankara
Tel : (0312) 417 33 11
Tlx : 42 352
Fax : (0312) 418 22 04
P.K.: 388 Yenışehir

İZMİR
1379. Sok. No: 59
Güven İş Hanı, Kat: 4
35210 İzmir
Tel : (0232) 483 86 19
Fax : (0232) 484 14 78
Tlx : 52 376
Tlx : 953 237
P.K.: 481 İzmir

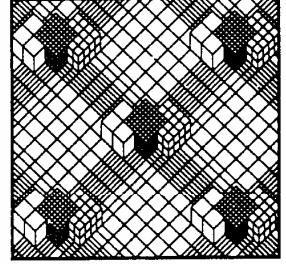
ADANA
Fuzulî Cad. Gülek Sitesi
B. Blok No: 127
01120 Adana
Tel : (0322) 454 78 88
Tlx : 62 679
Tlx : 963 004
Fax : (0322) 453 29 71
P.K.: 500 Adana

BURSA
Çekirge Cad.
İntam İş Merkezi
No: 101/502
16070 Bursa
Tel : (0224) 236 38 66
(0224) 236 77 68
Fax : (0224) 235 39 78

SAMSUN
Cumhuriyet Cad. No: 26
Açmak İş Hanı Kat: 6
55030 Samsun
Tel : (0362) 431 29 70
Fax : (0362) 431 55 74

4. Sayısal Çoklayıcı PCM30GII-E+M

E+M işaretleşmeli telefon işaretleri ve 64-kbit/s sayısal işaretler için kanal kartları ile birlikte



PCM30GII-E+M Sayısal Çoklayıcı Sistemi (Şek. 1 ve 2) her iki iletim yönünde 30 adete kadar E+M işaretleşmeli telefon işaretlerini ya da sayısal işaretleri (data) işleyebilmektedir. Bunun için bit hızı 64 kbit/s olan 30 zaman dilimi kullanılmaktadır.

Sistem Özellikleri

LSI (Büyük Ölçekte Tümlleştirilmiş) elemanlar sayesinde yüksek güvenilirlik. SMT (Yüzeye Montajlı Teknoloji) kullanımı.

2-Mbit/s arabiriminde CRC4 yönteminin isteğe bağlı kullanımı.

Kapalı çekmece yapısı sayesinde elektromanyetik karışımlara (EMC, ESD) karşı yüksek koruma.

Kanal başına iki işaretleşme teli devresinin (S21, S22) tone-on veya tone-off idle olması durumunun, veri ve alışı için isteğe göre ayrı ayrı seçilebilmesi.

İşletme değerlerinin, ön kapak açılmadan ulaşılabilen ölçü noktalarından, iletimi kesmeden ölçülebilmesi.

Sistem üzerindeki bir anahtar kullanılarak yakın ve uzak çevrim yapma olanağı.

İstasyon kablağında konnektöre bağlantı sırasında kabloların sıyrılma özelliği ile güvenilir, hızlı ve basit montaj olanağı.

Düşük güç tüketimi.

Tasarım

PCM30GII-E+M Sayısal Çoklayıcı Sistemi, kanal ve merkezi çoklayıcı bölümlerinden oluşmaktadır. Kanal bölümü, herbiri 15 SF (ses frekansı) kanalı ile ilgili işaretleşme teli devreleri S21 ve S22'yi içeren standart iki baskı devre kartından oluşmaktadır. Merkezi çoklayıcı sürgülü kartı; kanal çoklayıcısı, işaretleşme çoklayıcısı, denetleme birimi, merkezi saat ve gerilim çevirici kısımlarını kapsamaktadır.

Denetleme

Aşağıdaki durumlar sistem tarafından tespit edilir:

2-Mbit/s girişte işaret yok,

Çerçeve sıralama işareti (FAS) kaybı,

Çoklu çerçeve sıralama işareti (MFAS) kaybı,

Bit hata oranı (BER) $\geq 10^{-3}$,

2-Mbit/s girişte AIS,

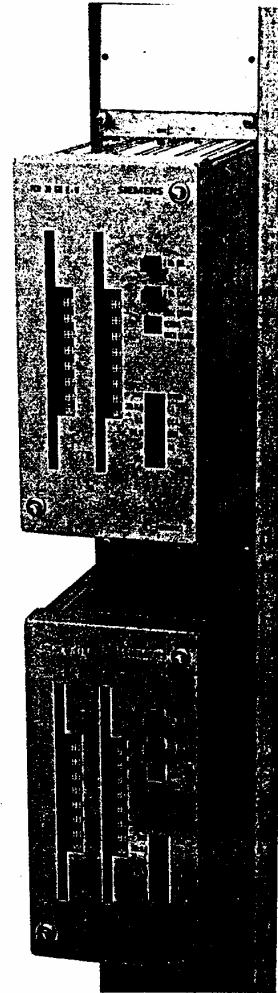
Veri saati arızası,

D_k-biti (uzak alarm) = "1" alınması

D_k-biti (çoklu çerçevede uzak alarm) = "1" alınması

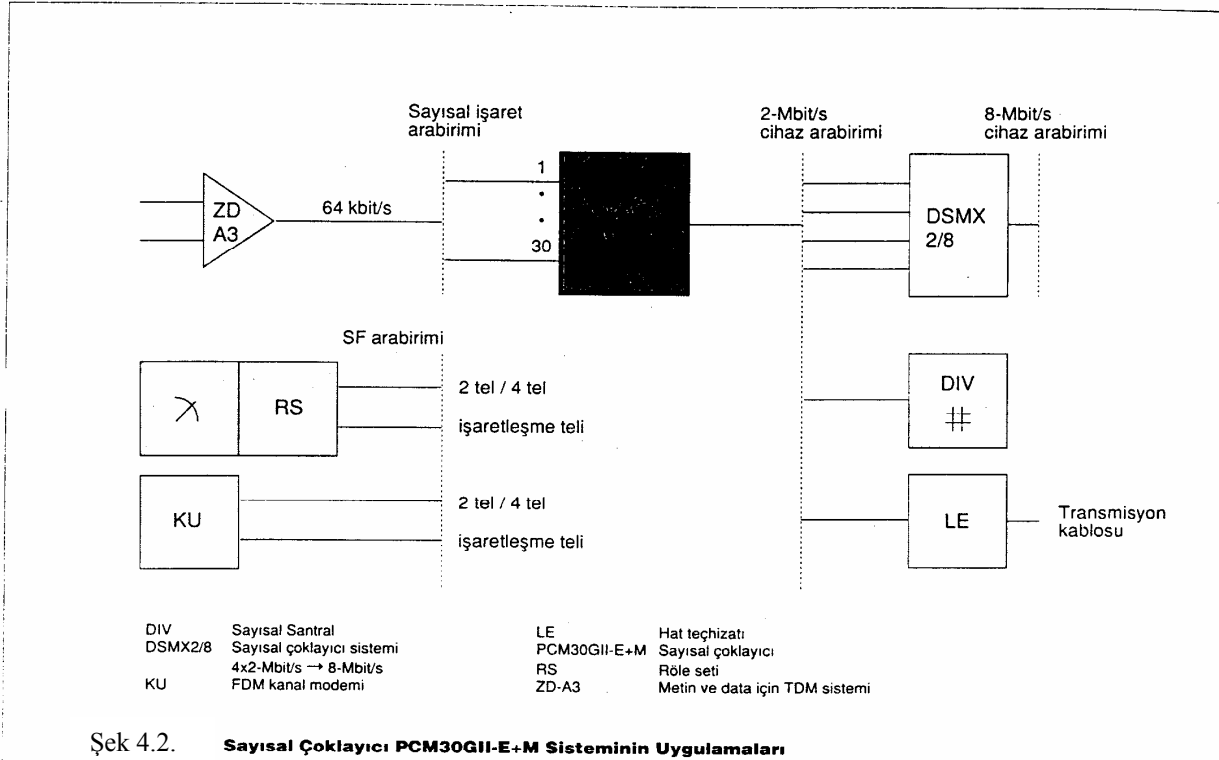
T3 g'de senkronizasyon saati kaybı,

Veri yolu hatlarında hatalar.



Şek.4.1

İki Adet PCM30GII-E+M Sayısal Çoklayıcı ile Donatılmış PCM30GII-E+M Sistem Batısının Bir Bölümü



4.1. Teknik Özellikler

G ile başlayan notlar ilgili CCITT tavsiyelerine ilişkindir.

2-Mbit/s darbe çerçevesi,
çoklu çerçeve G.732/4

2-Mbit/s cihazı,
codirectional 64-kbit/s
arabirimi. G.703

Giriş gerilimi -36 V ... - 75 V

Güç harcaması. maksimum 7.5 W

Cihaz Tipleri

PCM30GII-E+M

Sayısal Çoklayıcı Çekmecesi S42023-A777-A2

Boyutlar (mm) (GenXYükxDer). 120x300x170

SİMKO TİCARET ve SANAYİ A.Ş.

Siemens AG Türkiye Genel Müessili
Türk Siemens Mamulleri Yetkili Satıcısı

Sürgülü Kartlar

Merkezi çoklayıcı kartı S42024-A1661-C2
(CRC4, T3 saat girişi ve çevrim özelliği vardır)

SEM158 GOU kanal kartı. -A1662-C2
(4 telli / 15 telefon kanalı)

SEM156 GOU kanal kartı -A1714-A2
(2 telli / 15 telefon kanalı)

SEM/DSC 148/014 kanal kartı -A1713-A1
(4 telli / 14 telefon kanalı + 1 data kanalı)

DSC 164 COD kanal kartı. -A1698-A1
(64 kbit/s data kanalları, G.703)

PCM30GII-E+M Sistem Batısı S42022-A742-A1

Boyutlar (mm) (GenXYükxDer). 121x2600x70

Kısaltmalar

SEM **S**ignaling **C**onverter **E+M** (E+M işaretleşme çevirici)

GOU **G**round or **O**pen **U**nsymmetrical signaling
(Toprak veya açık devre, simetrik olmayan
işaretleşme)

DSC **D**ata **S**ignal **C**hannel (Data işareti kanalı)

COD **C**ODirectional

Ek Bilgi

PCM30GII-E+M broşürü . . . S42023-A777-A1-*. **29

İSTANBUL
Meclisi Mebusan Cad.
No: 125 Fındıklı
80040 İstanbul
Tel : (0212) 251 09 00
Tlx : 24 233
Tlx : 93 019
Fax : (0212) 252 41 34
P.K. : 1001 Karaköy

ANKARA
Büklüm Sok. No: 21
06660 Küçükesat/Ankara
Tel : (0312) 417 33 11
Tlx : 42 352
Fax : (0312) 418 22 04
P.K. : 388 Yenışehir

İZMİR
1379. Sok. No: 59
Güven İş Hanı, Kat: 4
35210 İzmir
Tel : (0232) 483 86 19
Fax : (0232) 484 14 78
Tlx : 52 376
Tlx : 953 237
P.K. : 481 İzmir

ADANA
Fuzuli Cad. Gülek Sitesi
B. Blok No: 127
01120 Adana
Tel : (0322) 454 78 88
Tlx : 62 679
Tlx : 963 004
Fax : (0322) 453 29 71
P.K. : 500 Adana

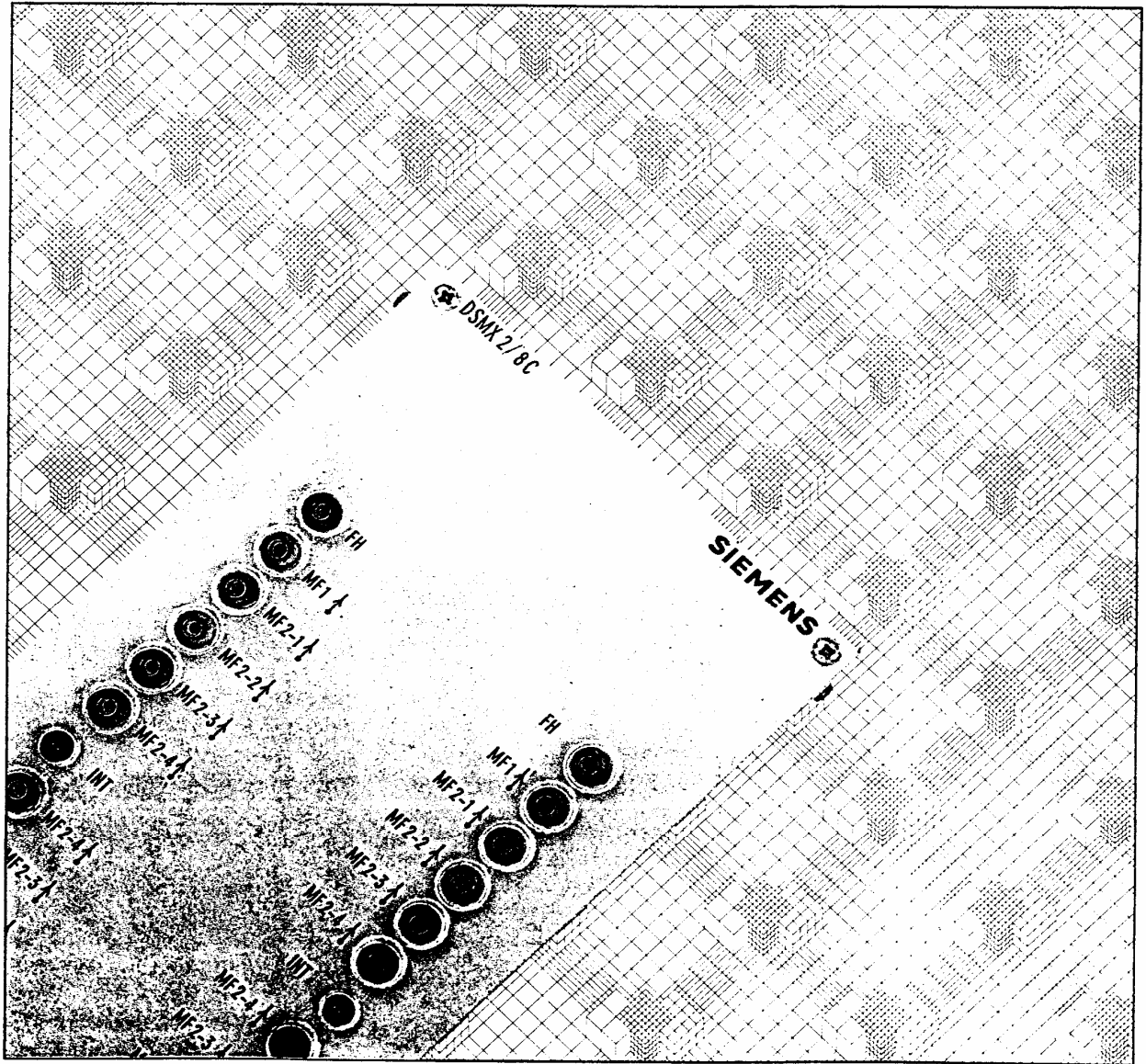
BURSA
Çekirge Cad.
İntam İş Merkezi
No: 101/502
16070 Bursa
Tel : (0224) 236 38 66
(0224) 236 77 68
Fax : (0224) 235 39 78

SAMSUN
Cumhuriyet Cad. No: 26
Açmak İş Hanı Kat: 6
55030 Samsun
Tel : (0362) 431 29 70
Fax : (0362) 431 55 74

SIEMENS

5. Sayısal Multipleks Çekmecesi DSMX2/8 C

Universal Bati DSMX2...140 Mbit/s ile birlikte kullanılır.



Plesiochron 2-Mbit/s İşaretlerin Zaman Paylaşımli Çoklanması

Sayısal iletim sistemleri, değişen bit kapasitelerindeki sayısal işaretler ile iletişim ortamının kademeli olarak çoklu kullanımına olanak veren hiyerarşik bir yapıya sahiptir.

DSMX2/8 C sayısal multipleks çekmecesini 2-Mbit/s hiyerarşik düzeyinde yer almaktadır. (Şek.1) Bir çekmecede dört adet DSMX2/8 C sistemi vardır.

Nominal bit hızları 2048 kbit/s (kısaca 2 Mbit/s) olan 4 adete kadar sayısal işaret verici kısmında zaman dilimleri ne sırayla paylaşılırak nominal bit hızı 8448 kbit/s (kısaca 8 Mbit/s) olan bir sayısal işaret oluşturulur. Alıcı kısım gelen 8-Mbit/s işareti tekrar 2-Mbit/s işaret bileşenlerine ayırır.

DSMX2/8 C çekmecesini senkron ve plesiochron işletmeye uygundur, yani 2-Mbit/s'lik işaretler birbirlerine göre senkron veya plesiochron olabilirler. 2-Mbit/s plesiochron işaretler için gerekli senkronizasyon, CCITT G. 742 tavsiyesinde belirtilen pozitif doğrulama yöntemine göre gerçekleştirilir.

DSMX2/8 C multipleks çekmecesini, dahili bir alarm veri yolu (SIBUS) ile arıza ve işaret bozulmalarını toplayan, gösteren ve merkezi bir denetim birimine ileten bir alarm çekmecesine bağlanmıştır. Veri transferi için alarm çekmecesinde opsiyonel olarak öngörülen "Q- Arabirim" (Interface) gelecekteki İletişim Yönetim Ağı "Telecommunication Management Network" (TMN) için gerekli olacaktır.

2.6 m yüksekliğindeki DSMX2...140 Mbit/s batısında 6 adet DSMX2/8 C çekmecesini yer alabilmektedir. DSMX2/8 C çekmecesini yerine, batıda DSMX8/34 C, DSMX2/34 C veya DSMX34/140 C multipleks çekmeceleri de kullanılabilmektedir. Bu özellik değişik cihaz konfigürasyonlarına olanak vermektedir.

Cihaz Özellikleri

Cihaz CCITT tavsiyelerine uygun olarak tasarlanmıştır.

Cihaz ilgili tüm CCITT tavsiyelerini karşılamakta, dolayısı ile sayısal iletim sistemlerinin 2-Mbit/s hiyerarşisine uyumlu olmaktadır.

Tek Tümlleşik Devrede Komple Çoklayıcı Devresi

Çok az sayıda devre elemanları (örneğin surge arresterler ve transformatörler) dışında verici ve alıcı bölümlerin komple devreleri tek bir yongada (chip) tümlleştirilmiştir.

Tek bir Kartda (çift Eurocard) iki DSMX Sistemi

İki DSMX sisteminin güç kaynağı da dahil olmak üzere devreleri 234 mm x 160 mm boyutlarında tek bir kartda toplanmıştır.

Küçük Hacim ve Düşük Güç Tüketimi

Optimum devre tasarımı ve büyük ölçekte tümlleştirme, güç tüketimini ve cihaz hacmini en aza indirmiştir. Hata oranları aynı biçimde önemli ölçülerde düşmüştür.

Uyarlanabilirlik

Saat senkronizasyonunda pozitif doğrulama yönteminin uygulanması, çekmecenin plesiochron ve senkron sayısal şebekelerde çalışmasına olanak vermektedir.

Alınan İşaretlerin Dengelenmesi

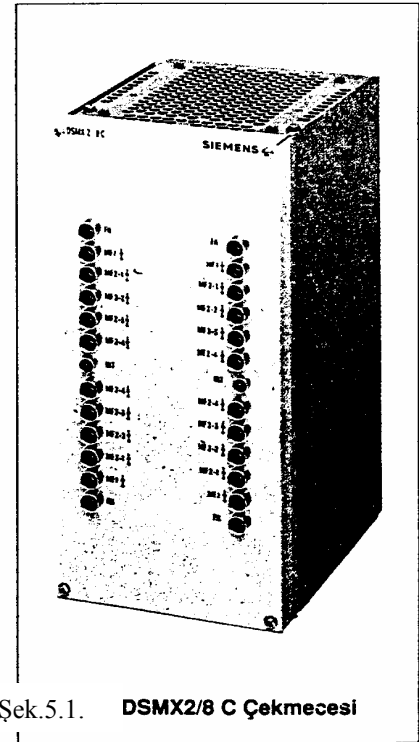
Cihazda mevcut adaptif dengeleyiciler ile F2 tarafında (2 Mbit/s) 300 m'ye ve F1 tarafında (8 Mbit/s) 150 m'ye kadar bağlantı kabloları söz konusu olabilmektedir.

Ek Sayısal Kanallar

Alarm işaretleri yerine, sistem başına max. işaret bozulması % 25 olan, ek bir 2.4- kbit/s'lik işaret yollanabilmektedir.

Aşırı Gerilim Koruması

Tüm HDB3 arabirimlerde mevcut aşırı gerilim koruma elemanları (500 V'luk darbeler kadar), özellikle çekmecenin sayısal R/L- sistemlerinde kullanılması durumunda önemli yararlar sağlamaktadır.



Şek.5.1. DSMX2/8 C Çekmecesini

Uygulama Alanları

DSMX2/8 C multipleks çekmecesinin (4 adet DSMX2/8 Mbit/s sistemini ihtiva etmektedir) sayısal arabirimlerine bağlanabilen cihazlar **şek.2**'de görülmektedir. DSMX2/8 C multipleks çekmecesini, HDB3 kodunda 2-Mbit/s ve 8-Mbit/s işaretler için öngörülen "CCITT G. 703 arabirim tavsiyesi"ne uygundur.

2-Mbit/s HDB3 Arabirimi

PCM30 Sistem Çekmecesini

Bu çekmecedeki 30 analog telefon işareti sayısal kodlara dönüştürülerek, zaman paylaşımı olarak multipleks edilmiş 2-Mbit/s'lik sayısal işaret oluşturulur.

PCM Ses Programı Sistemi MStD'ye ait Multipleks Çekmecesini

Bu çekmece 2-Mbit/s'lik işareti, 5 adet sayısal 15-kHz'lik ses programı

işaretini veya 10 adet 7-kHz'lik ses programı işaretini multipleks ederek oluşturur. Çekmece aynı zamanda 2-Mbit/s'lik işareti; ses programı işaretleri, telefon işaretleri ve/veya 64-kbit/s'lik sayısal işaretlerin bir karışımı olarak da oluşturabilmektedir.

DSMX64K/2F Sayısal Multipleks Çekmecesini

Bu çekmece 2-Mbit/s'lik bir işaret oluşturmak üzere, 30 plesiochron veya senkron sayısal işareti multipleks etmektedir.

DSE64K/2F Sayısal Ekleme/Çıkarma Çekmecesini

Bu çekmece 2-Mbit/s işaret'ten 64-kbit/s'lik sayısal işaretleri çıkartabilmekte ve ekleyebilmektedir.

2-Mbit/s Hat Teçhizatı

Bu birim 2-Mbit/s arabiriminde 2-Mbit/s'lik sayısal işareti 2-Mbit/s iletim hattı tarafına uyumlamaktadır.

8-Mbit/s HDB3 Arabirimi

Sayısal Multipleks Çekmecesini DSMX8/34

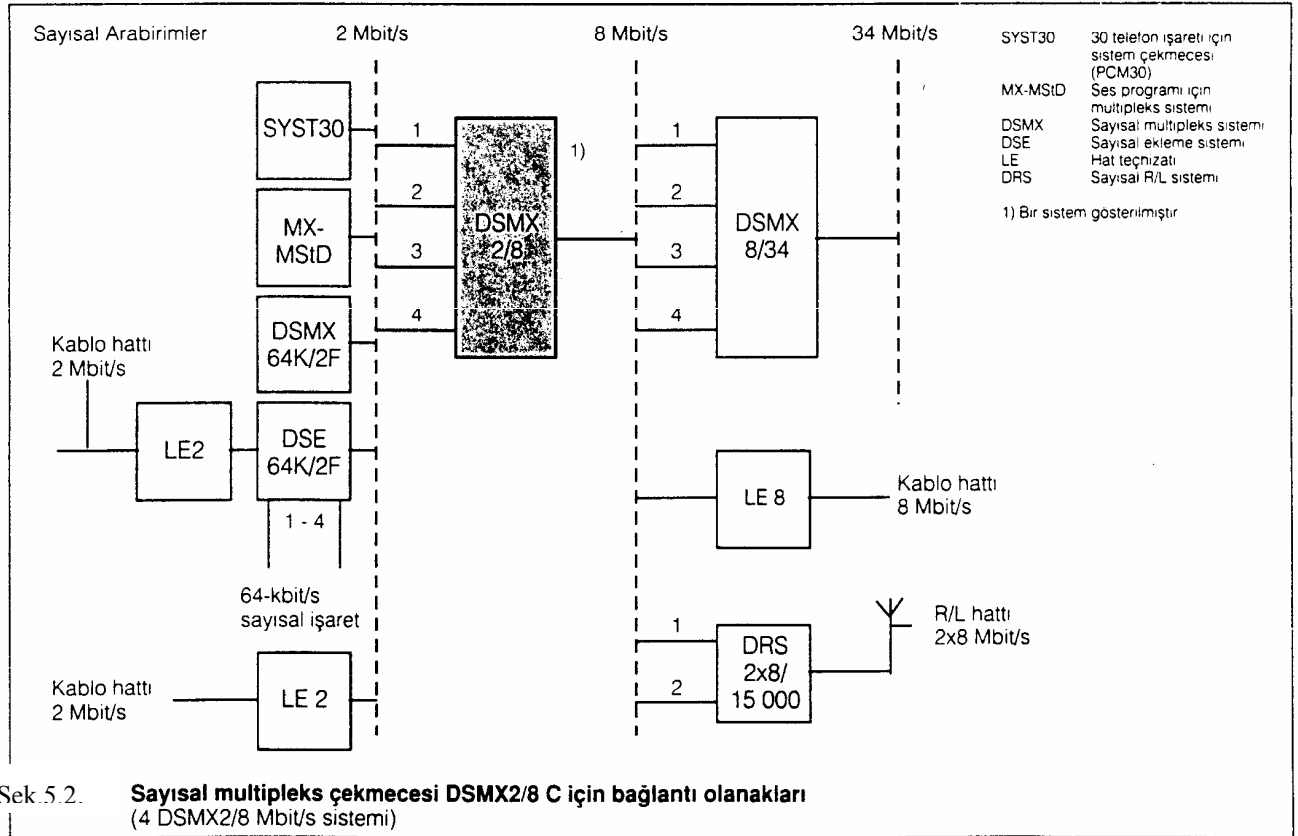
Bir sistem dört adete kadar 8-Mbit/s plesiochron işareti birleştirilerek 34-Mbit/s'lik bir işaret oluşturur. Bir DSMX8/34 C çekmecesinde dört adet DSMX8/34 C sistemi vardır.

8-Mbit/s Hat Teçhizatı

Bu birim 8-Mbit/s iletim hattı tarafının 8-Mbit/s sayısal arabirim ile uyumunu sağlar.

R/L Cihazı DRS2x8/15000

Bu cihaz iki adet 8-Mbit/s'lik işareti sayısal faz modülasyonu ile 15 GHz'lik iletim bandına yükseltir.



5.1

İletim Yöntemi

8-Mbit/s Darbe Çerçevesi

2 Mbit/s'lik işaretlerin zaman paylaşımı için bit hızı 8448 kbit/s olan bir darbe çerçevesi kullanılır. Çerçeve herbiri 212 bit'den oluşan dört sete ayrılmıştır. Çerçeve, kanal bilgi işaretleri dışında ayrıca çerçeve sıralaması, denetim ve saat senkronizasyonu için gerekli bilgileri de içerir. (Şek.3)

Çerçevenin başlangıcında 10-bit'lik çerçeve sıralama işareti (FAS) ve 8-Mbit/s'lik işarete ilişkin servis bitleri yollar. Bunları dört adet 2-Mbit/s işaretlere ilişkin bitler, sırayla her işaretden birer bit olacak biçimde dört set içerisinde izler. Bunlar kanal bilgi bitleri NI, doğrulama denetim bitleri FI ve doğrulama denetim bitlerinin içeriğine bağlı olarak ya doğrulama bitleri veya kanal bilgi bitleri olabilen dört adet FN bitleridir.

Kanal bilgi bitleri I. sette 13'den 212'ye kadar olan konumlarda ve II.,

III. ve IV. setlerde 5'den 212'ye kadar olan konumlarda yer alırlar. Bu şekilde her 2-Mbit/s'lik işaret için çerçeve başına 206 kanal bilgi biti söz konusu olmaktadır. IV. setin kanal bilgi bitleri bölümünün 5'den 8'e kadar olan konumları, her 2-Mbit/s işaret için gerektiğinde kanal bilgi biti yerine bir doğrulama biti yollanmak üzere doğrulama için ayrılmıştır. Bu bitlerin belirtimi için gerekli doğrulama denetim bitleri, çerçeve içerisinde daha önceden II., III. ve IV. setlerin 1'den 4'e kadar olan bit konumlarına yerleştirilir.

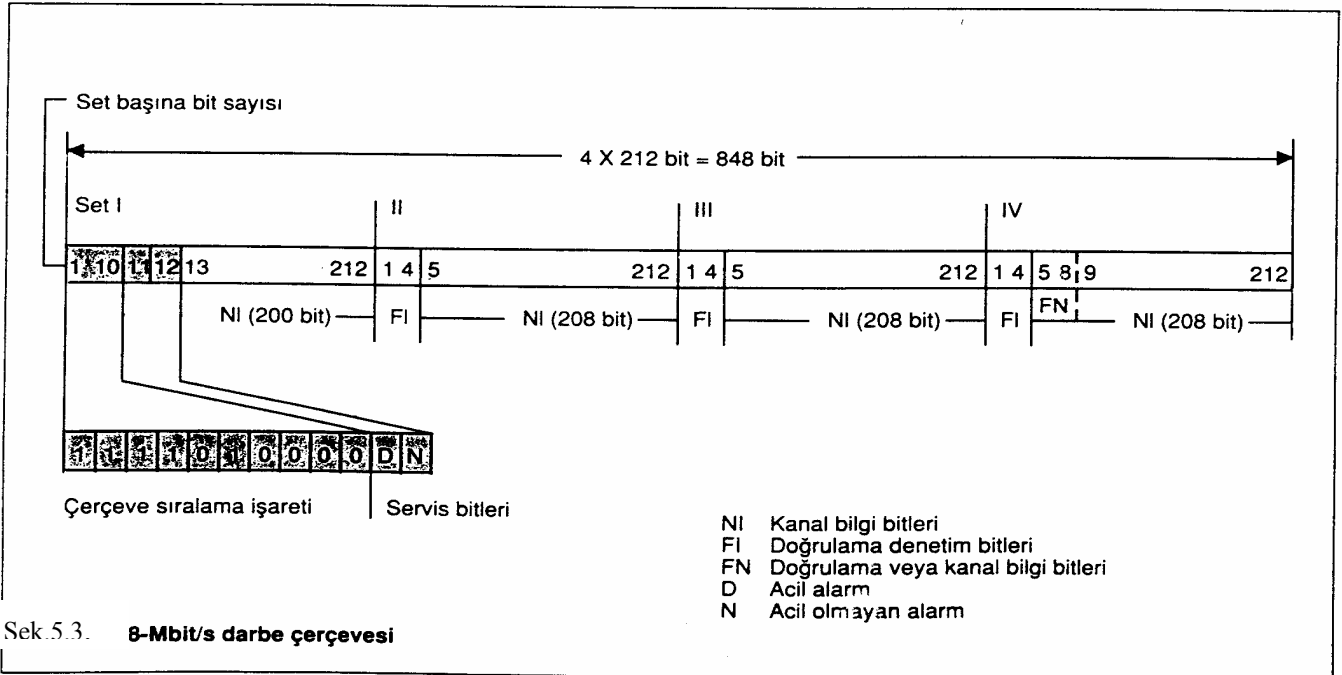
Doğrulama (Justification)

Çerçevenin yapısı, her 2-Mbit/s işaret ve her çerçeve başına 206 veya 205 kanal bilgi biti yollanabilecek biçimdedir. Herhangi bir çerçevede yollanabilecek bitlerin sayısı, gözönüne alınan 2-Mbit/s işaretin gerçek bit hızına (bu bit hızının o an-

daki değerine) ve tolerans sınırları içerisinde serbestçe değişen temel saatin frekansına bağlıdır. Bu parametreler ardışıl darbe çerçevelerinin 206 veya 205 kanal bilgi biti kabul etmesi oranını belirler.

Her 2-Mbit/s işaret ve çerçeve başına uygun doğrulama denetim bitleri karşı istasyona yollar. Bu bitler karşı istasyondaki alıcı cihaza, IV. setteki bu iş için ayrılmış bit konumlarının doğrulama veya kanal bilgi bitleri olduğunu bildirirler.

Doğrulama denetim bitleri 3-bitlik bir kod sözcüğü oluştururlar ve karşı istasyonda çoğunluk kararı temelinde değerlendirilirler. 000 kod sözcüğünü bir kanal bilgi biti, 111 kod sözcüğünü bir doğrulama biti izler.



5.2. Çalışma Yöntemi

DSMX2/8 C Çekmecesi

DSMX2/8 C çekmecesi, herbiri iki adet DSMX2/8 C sistemi içeren iki sürgülü kartı (çift Eurocard) ihtiva eder. (Şek.4).

DSMX2/8 C Sistemi

Gönderme Bölümü

HDB3-kodlu 2-Mbit/s'lik işaret bir izolasyon transformatörü üzerinden sistem tümleşik devresine uygulanır. Tümleşik devre; izolasyon transformatörü, surge arrester ve osilatörler gibi çevre elemanlarının dışında sayısal multiplekserin tüm devrelerini ihtiva eder. İşaret önce dengelenir, regene edilir ve kodu çözülür. Daha sonra bir sayısal saat çıkartım devresi ile 2-MHz'lik saat üretilir ve bu saat ile işaret bir tampon belleğe (buffer store) yazılır. İşaret tampondan parça parça okunur; yani okuma işlemi, çerçeve sıralama işareti bitleri, servis bitleri ve doğrulama bitleri konumlarında durdurulur. Bu şekilde bu bitler için veri işaretinde aralıklar oluşturulur. Okuma ve yazma saatleri arasında oluşan faz farkı tampon tarafından ortadan kaldırılır. Bilginin sistematik olarak okuma hızının yazılma hızından fazla olması nedeniyle (pozitif doğrulama) her çerçevede ek bir faz farkı oluşur ve bu farklar çerçeveden çerçeveye birikir. Bu faz farkı bir faz karşılaştırıcısı ile gözlenir. Belli bir sınır aşıldığında, denetim devresi okuma saatini geciktirir ve izleyen ilk çerçeveye bir doğrulama biti yerleştirir. Karşı istasyondaki demultiplekser'in ilgili bit konumunda bir doğrulama biti bulunduğunu saptaması için, çerçevede ilgili konumlarda bulunan doğrulama denetim bitleri set ("1") edilir. Multiplekser önce 2-Mbit/s'lik işaretlere karşı gelen dört adet alt-çerçeve oluşturur. Böyle bir alt-çerçeve, çerçeve sıralama işaretinin 3 bitlik bir kısmı ve servis bitleri ile birlikte kanala ilişkin doğrulama bitleri, doğrulama denetim bitleri ve kanal bilgi bitlerini içerir. Paralel/seri dönüştürücüde bitler, birbiri ardına sıralanmadan önce, uzunluklarının dörtde birine kadar kısaltılır. İkili işaret daha sonra bir kodlayıcı ile HDB3 koduna dönüştürülür. Tümleşik devrede yer alan bir sürücü, işareti arabirim

koşullarına uygun biçime getirir.

Sistem tümleşik devresi, cihaz hatalarını ve alınan sayısal işaretlerdeki bozulmaları saptayan denetim devreleri ile donatılmıştır. Bu devreler ikili-kodlu 5-byte'lık durum işaretlerini (status signals) bir arabirim aracılığı ile alarm veri yoluna (SIBUS) iletirler. Durum işaretleri alarm veri yolu üzerinden bir alarm çekmecesine ulaşır.

Alma Bölümü

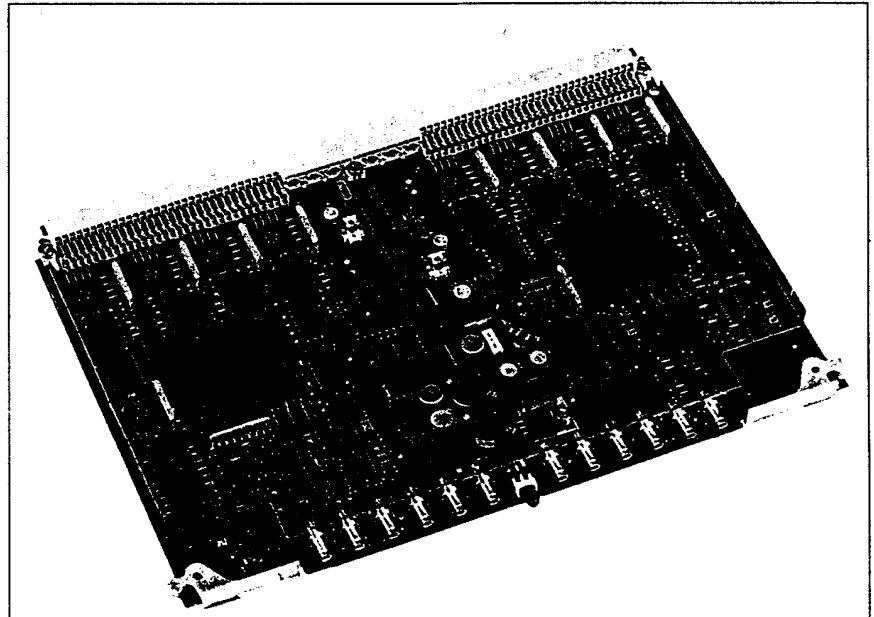
Gelen 8-Mbit/s'lik işaret bir transformatör üzerinden sistem tümleşik devresine uygulanarak regene edilir ve tümleşik devrede bulunan HDB3 kod çözücüsünde kodu çözülür. Ardından sayısal saat çıkartım devresinde 8488 - kHz'lik saat işareti giriş işaretinden üretilir.

Bir çerçeve sıralama işareti dedektörü, çerçeve sıralama işaretini

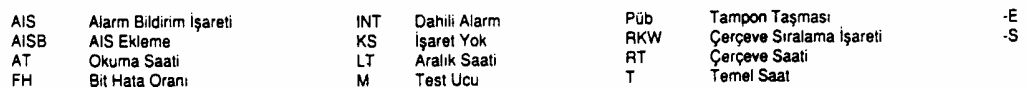
değerlendirerek 8-Mbit/s işareti dört paralel 2-Mbit/s'lik işarete ayırır. Bir senkronizasyon devresi, 8-Mbit/s işaret çerçevesinin başlangıcını saptayarak alıcı saatini senkronize eder.

Bir hata durumunda, ardarda dört adet hatalı çerçeve sıralama işareti alınmadıkça çerçeve sıralamasının kaybolmadığı kabul edilir. Bu şekilde iletimin bir tek hatalı çerçeve sıralama işareti nedeniyle kesilmesi önlenir. Sıralama, ardarda hatasız en az 3 kere çerçeve sıralama işareti alındığında tekrar kurulur.

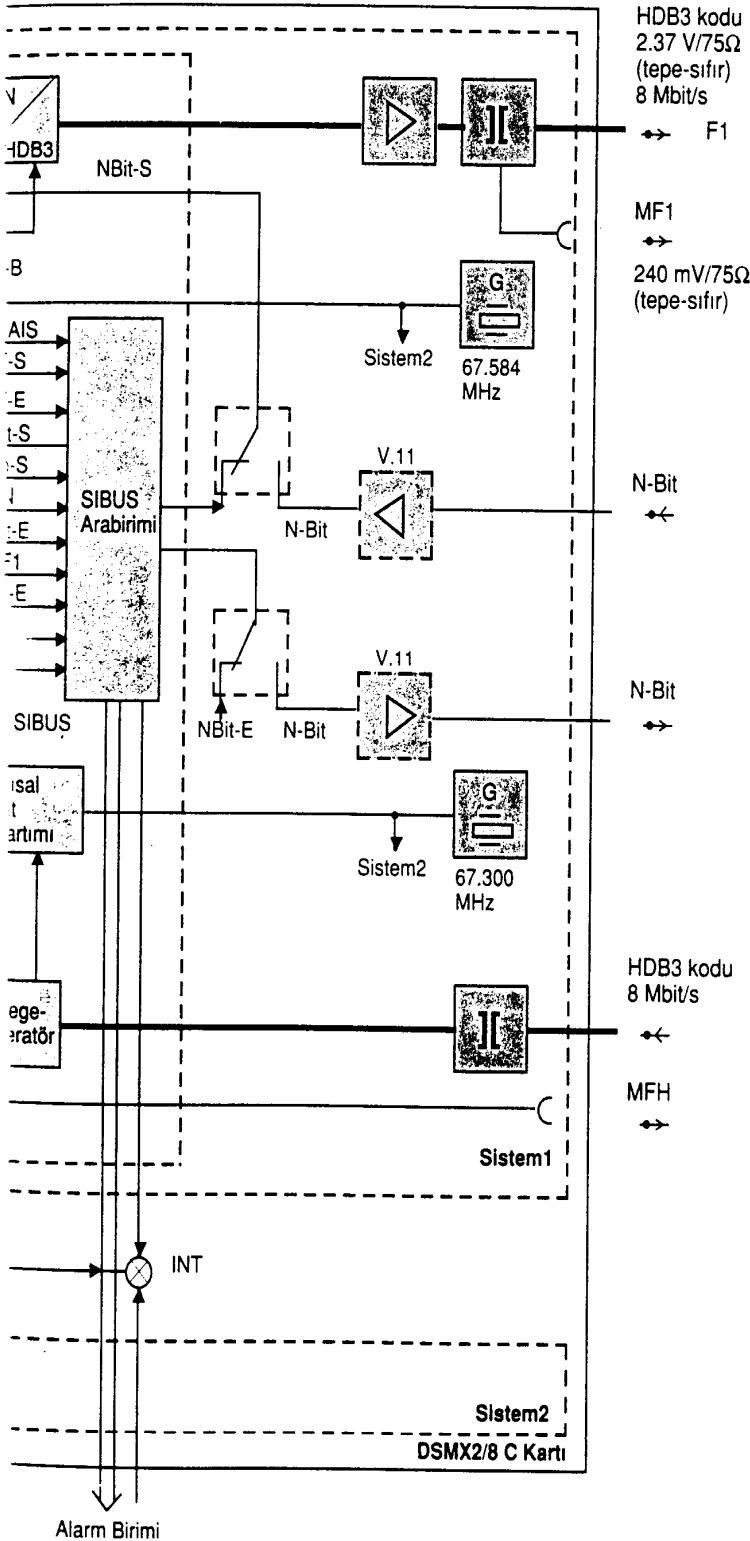
Saat aralıklarının denetimi ile, sadece 2-Mbit/s veri bitleri tampona yazılır. Bir sayısal faz kilitli döngü (PLL), tampon içeriğini okumak ve HDB3 kodlama işlemi için aralık yazma saatinden düzgün bir saat üretir. Çıkış devresi 2-Mbit/s'lik işareti arabirim ile uyumlur.



Şek.5.4. Sürgülü Kart DSMX2/8 C (2 adet DSMX2/8 Mbit/s sistemi)



Sek.5.5. DSMX2/8 C çekmecesinin fonksiyonel diyagramı (Bir sistem için)



Denetlenen Fonksiyonlar

Aşağıdaki hatalar ve işaret bozulmaları denetim devreleri tarafından tespit edilir.

F2 in:

- 2-Mbit/s girişlerde işaret yok.
- 2-Mbit/s girişlerde AIS (Alarm Indication Signal)
- 2-Mbit/s girişlerde tampon bellek taşması (istek halinde)

F1 in:

- 8-Mbit/s girişlerde işaret yok
- 8-Mbit/s girişlerde AIS
- Çerçeve sıralaması kaybı (AIS işareti yok)
- Alınan 8-Mbit/s işaretde bit hataları
- D-biti alınması (bit 11)
- N-biti alınması (bit 12)
- 2-Mbit/s çıkışlarda tampon bellek taşması (istek halinde)

INT:

- Gönderme ve alma saati kaybı
- Güç kaynağı devre dışı

Cihaz arızaları DSMX2/8 C kartlarında bulunan **INT** LED'i ile gösterilmektedir.

Tüm arıza ve işaret bozulması mesajları dahili bir alarm veri yolu (SIBUS) ile batide mevcut bir alarm çekmeceğine gönderilmektedir. Alarmlar çekmece- de LED'lerle gösterilmektedir. Cihaz arızaları ve işaret hataları merkezi bir denetim birimine (7R tipi işaretletme) yollanmakta veya TMN için bir Q-arabiriminden alınabilmektedir.

Bir hata veya işaret bozulmasının sap- tanması durumunda karşı istasyon bil- gilendirilmektedir. Bu bilgilendirme acil bir alarmı bildiren D servis biti ve acil olmayan bir alarmı bildiren N servis biti aracılığı ile yapılmaktadır.

DSMX2/8 C multipleks çekmececi aynı zamanda alarm bildirim işareti (AIS) denetimi için de donatılmıştır. Sayısal arabirimler tüm gelen AIS'leri algılamakta ve iletmektedir. Batı üzerindeki bir çekmece- de hata oluşması veya gelen bir sayısal işaretde bozulma olması halinde bir AIS işareti gönderilir.

SIG-DSMX Alarm Çekmecesi

Alarm çekmecesi (Şek.6), uygun olarak teçhiz edildiğinde, normal olarak 7R stili teçhizatda kullanılan işaretleşme tipine ve/veya bir iletişim yönetim ağına (TMN) Q-arabirim aracılığı ile bilgi aktarımına (G.77*) uygundur. 7R tipi işaretleşmede, SIBUS'den gelen mesajlar bir alarm tablosu ile işlendikten sonra LED'lerle gösterilir ve alarm çekmecesinde bulunan röle kontaktları ile acil alarmlar (A-alarm) veya acil olmayan alarmlar (B-alarm) biçiminde iletilebilirler.

Q-arabiriminden aşağıdaki mesajlar alınabilmektedir:

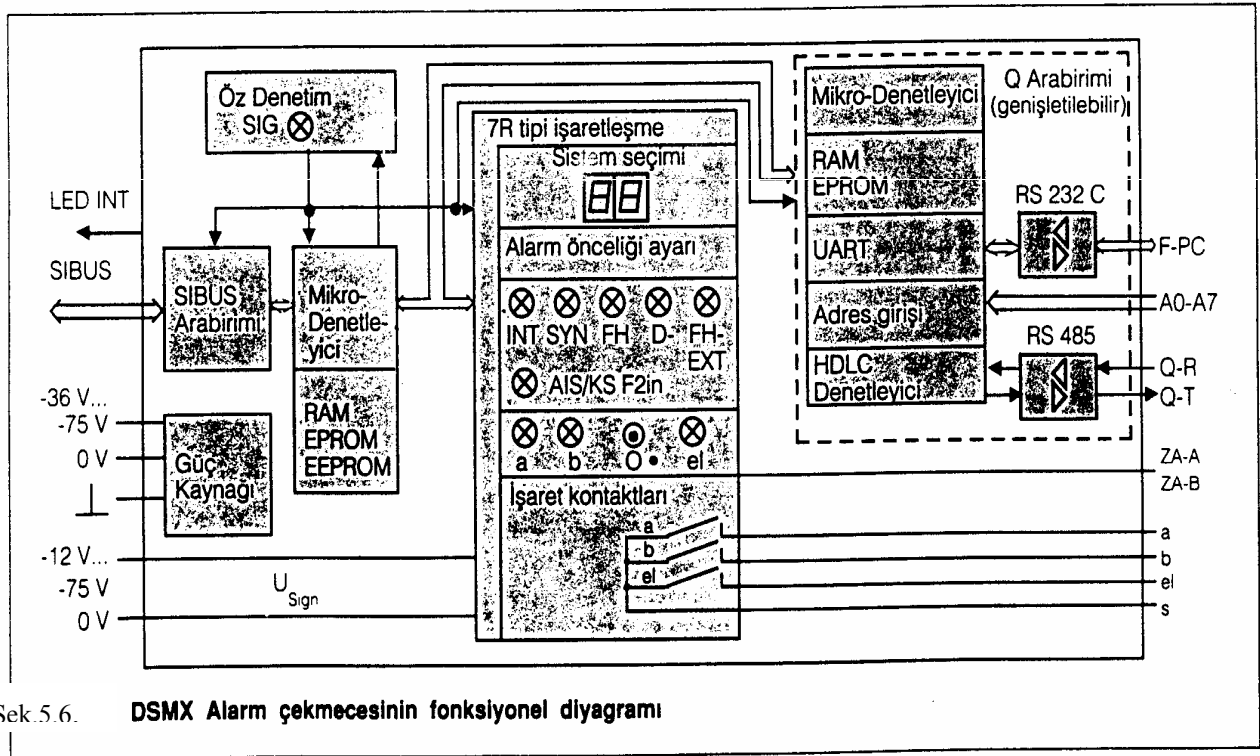
- **Alarm Bilgisi**
SIBUS aracılığı ile bildirilen hata ve işaret bozulması algıları
- **İletim Kalitesi**
CCITT G.821'e göre ölçümler (ayarlanabilir eşiklerle bit hata oranı ölçmeleri)
- **İşletme ile ilgili Bilgiler**
Örneğin cihaz cinslerinin saptanması

• Kullanıcı Bilgileri

Hertürlü amaç için kullanıcıya sunulan bilgiler

Q-arabirimi ek bir sürgülü kartda yer almaktadır. Kartda ayrıca endüstri standardı bir PC kullanımına olanak veren RS232 arabirimi bulunmaktadır.

Ek kart ve PC yardımı ile işletmeye alma, bakım ve arıza bulma işlemleri yapılabilmektedir.



Sek.5.6. DSMX Alarm çekmecesinin fonksiyonel diyagramı

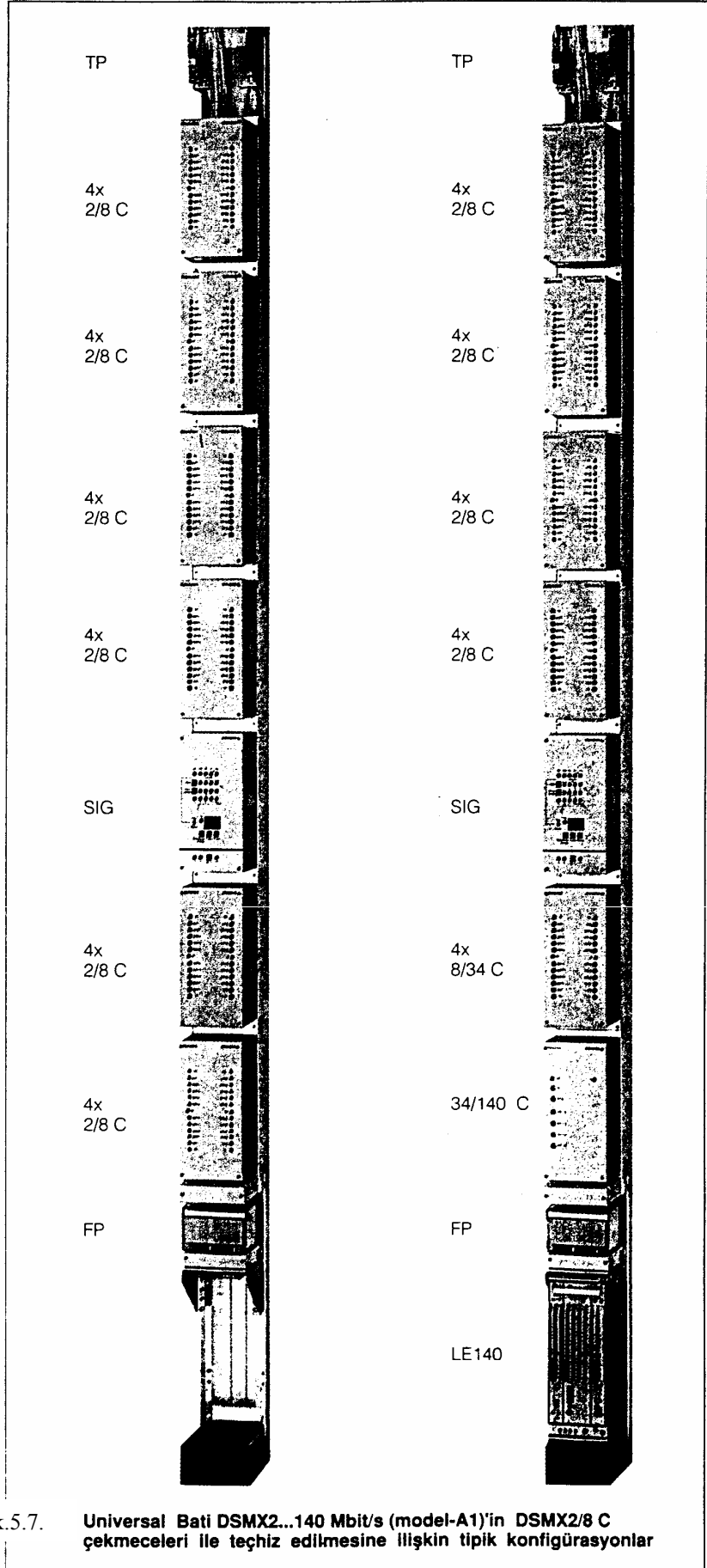
Universal Bati DSMX 2...140 Mbit/s

2.6 m yüksekliğindeki **Universal Bati DSMX 2...140 Mbit/s (Şek.7)** örneğin altı adete kadar DSMX2/8 C çekmecesesi ve bir adet alarm çekmecesesi ile teçhiz edilebilir.

245 mm yüksekliğindeki DSMX2/8 C çekmecesinde herbiri iki adet DSMX2/8 C sisteminden oluşan iki kart yer alabilmektedir.

Batiye DSMX2/8 C tipi çekmece yerine, DSMX8/34 C, DSMX2/34 C veya DSMX34/140 C tipi multipleks çekmeceleri de yerleştirilebilmektedir. Bu özellik çok değişik konfigürasyon olanakları sağlamaktadır. Ayrıca lokal fiber-optik şebekeler için LE34LWLON veya 140LWLON hat teçhizatı çekmeceleri batının alt gözlerine yerleştirilebilmektedir.

DSMX 2...140 Mbit/s batısına keza yerleştirilebilen alarm çekmecesesi, 7R tipi veya TMN tipi işaretleşme için donatılabilmektedir.



Şek.5.7.

Universal Bati DSMX2...140 Mbit/s (model-A1)'in DSMX2/8 C çekmeceleri ile teçhiz edilmesine ilişkin tipik konfigürasyonlar

FP	Sigorta Paneli
LE140	140LWLON hat teçhizatı
SIG	Alarm çekmecesesi
TP	Terminal paneli
4x2/8 C	DSMX2/8 C çekmecesesi (4 sistem)
4x8/34 C	DSMX8/34 C çekmecesesi (4 sistem)
34/140 C	DSMX34/140 C çekmecesesi (1 sistem)

5.3.

Teknik Özellikler

DSMX2/8 C Çekmecesi

DSMX2/8 C çekmecesi ilgili CCITT tavsiyelerine uygun yapıdadır.
Referanslar CCITT Kırmızı Kitap III.3'e ilişkindir.

8-Mbit/s Darbe Çerçevesi (G.742)

Darbe çerçevesi yapısı ve saat senkronizasyonu.....	G.742/Tablo 1
Nominal darbe çerçevesi periyodu	100.38 µs
Darbe çerçevesi başına bit sayısı.....	848
Darbe çerçevesi başına set sayısı.....	4
Set başına bit sayısı.....	212
2-Mbit/s işaretde darbe çerçevesi başına kanal bilgi biti sayısı.....	206 veya 205
Saat senkronizasyonu için işaretler.....	G.742/5

2-Mbit/s HDB3 Arabirimi (G.703/6)

Bit hızı.....	2048 kbit/s $\pm 5 \cdot 10^{-5}$
F2 out işaretinin darbe biçimi.....	yaklaşık dikdörtgen
F2 out işareti genliği (tepe-sıfır)	
simetrik.....	3 V $\pm$ %10
koaksiyel.....	2.37 V $\pm$ %10
F2 in işareti genliği (tepe-sıfır).....	F2 out gibi, 1MHz'de 0 dB'den max.6 dB'ye kadar zayıflama ¹⁾
F2 out ve F2 in empedansları	
simetrik.....	120 Ω rezistif, topraklanmamış
koaksiyel.....	75 Ω rezistif, dengersiz, topraklı
F2 in'de geri dönüş zayıflaması 120 veya 75 Ω 'a göre	
50 kHz-100 kHz.....	≥ 12 dB
100 kHz-2 MHz.....	≥ 18 dB
2 MHz-3 MHz.....	≥ 14 dB
F2 out'da geri dönüş zayıflaması 120 veya 75 Ω 'a göre	
50 kHz-100 kHz.....	≥ 8 dB
100 kHz- 2 MHz.....	≥ 14 dB
2 MHz-3 MHz.....	≥ 10 dB

8-Mbit/s HDB3 Arabirimi (G.703/7)

Bit hızı.....	8448 kbit/s $\pm 3 \cdot 10^{-5}$
F1 out işaretinin darbe biçimi.....	yaklaşık dikdörtgen
F1out işareti genliği (tepe-sıfır).....	2.37 V $\pm$ %10
F1 in işareti genliği.....	F1 out gibi, 4.2 MHz'de 0 dB'den max. 6 dB'ye kadar zayıflama ²⁾
F1 out ve F1 in empedansları.....	75 Ω rezistif, dengersiz, topraklı

F1 in'de geri dönüş zayıflaması 75 Ω 'a göre

210 kHz-420 kHz	≥ 12 dB
420 kHz-8.5 MHz.....	≥ 18 dB
8.5 MHz-12.5 MHz.....	≥ 14 dB

F2 out'da geri dönüş zayıflaması 75 Ω 'a göre

210 kHz-420 kHz.....	≥ 8 dB
420 kHz-8.5 MHz.....	≥ 14 dB
8.5 MHz-12.5 MHz.....	≥ 10 dB

Test Çıkışı FH

Alınan her hatalı çerçeve sıralama işareti için bir darbe çıktısı vermektedir.
Sukunet potansiyeli.....0.1 V-0.3 V
Aktif potansiyel.....yaklaşık 1 V
Darbe genişliği.....yaklaşık 2.3 µs

Güç Kaynağı (DSMX2/8 C kartındadır)

Giriş gerilimi.....	-36 V... -75 V
Anma gerilimi.....	-48 V veya -60 V
Bataryadan güç harcaması (Çekmece tam donatılmış durumda) tipik olarak.....	3.8W

Çevre Koşulları

Çevre sıcaklığı.....	-5°C...+55°C
Bağıl nem.....	30°C'de % 95

EMC/ESD

Elektrostatik deşarj.....	Çekmece kabına aşağıdaki değerler uygulandığında bit hataları oluşmamaktadır: max 8 kV/150 pF/330 Ω
Hasar mukavemeti.....	Çekmece kabına max 15 kV'a kadar
EMC.....	5 V/m alan şiddetinde tüm frekanslar için enterferans oluşmamaktadır.

1) 1MHz'de 6dB değeri, 300 m uzunluğunda 02XSC (mS) C6Y 0.45/2.0 tıpi FDM koaksiyel kablunun zayıflamasına karşılık gelmektedir.
2) 4.2 MHz'de 6dB değeri, 150 m uzunluğunda 02XSC (mS) C6Y 0.45/2.0 tıpi FDM koaksiyel kablunun zayıflamasına karşılık gelmektedir.

Alarm Çekmecesi SIG-DSMX

Güç Kaynağı

Giriş gerilimi.....-36 V ... - 75 V
Anma gerilimi.....- 48 V veya - 60 V
Tipik güç tüketimi..... 1.1 W

Hata İşareti Arabirimleri (7R tipi)

Hata işareti devamınca alarm verilir.

Acil alarm (A alarm).....normalde kapalı kontakt
Acil olmayan alarm (B alarm)normalde açık kontakt
Hatırlatma alarmı, EL İndikatör.....normalde açık kontakt
Röle kontakt anma değeri.....60 V max., 100 mA max.

Bozulma İşareti Arabirimleri (7R tipi)

Çıkışlar
ZA (A).....normalde açık kontakt
ZA (B).....normalde açık kontakt

Bozulma işareti (kapalı kontakt)

Min. akım.....1 mA
Max. sürekli akım.....60 mA
60 mA sürekli akımda
gerilim düşümü.....-2 V max.

Bozulma işareti olmadığında (açık kontakt)

Uygulanan gerilimin toleransı.....-8 V ... - 30 V
Kaçak akım.....20 µA max.

CCITT G.77*'a göre Q-Arabirimi (TMN)

Genel Özellikler

- Seri veri yolu sistemi
- Master - Slave yöntemi
- Polling
- 30 adete kadar veri yolu kullanıcısı
- Simetrik ekranlı 4-telli kablo
(bağlantı uzunluğu 500 m.'ye kadar)

ISO/OSI Referans Modelin 1. Katmanı (Fiziksel Katman)

Elektriksel özellikler.....EIA RS485'e göre
İşletme şekli.....çift yönlü, dubleks
İletim yöntemi.....plesiochron
İletim hızı.....64 kbit/s

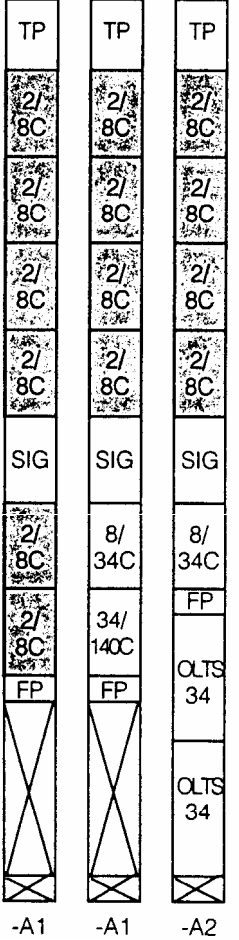
ISO/OSI Referans Modelin 2. Katmanı (Data Link Katmanı)

İletim yöntemi.....HDLC

F-PC Arabirimi

Elektriksel özellikler.....CCITT V.28'e göre
Arabirim hatları.....CCITT V.24'e göre
İşletme şekli.....çift yönlü, yarı
dubleks
İletim yöntemi.....asenchron
İletim hızı.....9.6 kbit/s

5.4. Cihaz Tipleri

Cihaz Tipi	Sipariş Kodu	Boyutlar mm ExBxD	Ağırlık kg	Mekanik yapı
DSMX2/8 C çekmecesı	S42023-C3007-A1	115x245x160	0.6 ⁶⁾	 Şek. 8 DSMX2/8 C çekmecesı
Cihaz versiyonu	-A... ¹⁾	115x245x160	1.6	
Sürgülü Kartlar				
2 DSMX2/8 C sürgülü kartı ²⁾	S42024-C3011-A1	233x28x160	0.5/adet	
DSMX2...140 Mbit/s Universal Bati... (24 adet DSMX2/8 Mbit/s sistemi için)	S42023-C3006-A1,-A2	121x2600x260	12 ⁶⁾	
Tam donatıldığında aşağıdakileri ihtiva eder				
6(5) DSMX2/8 C çekmecesı.....	S42023-C3007-A... ¹⁾	115x245x160	1.6/adet	
1 Alarm çekmecesı	-C3202-A... ¹⁾	115x245x160	1.6	
istendiğinde				
1 LE34LWLON çekmecesı ³⁾	-L3077-A... ¹⁾	115x300x160	5	
1 LE140LWLON çekmecesı ³⁾	-L3098-A... ¹⁾	115x300x160	5	
veya				
2 OLTS34 hat sonlandırma teçhizatı ^{3) 5)}	LGW:AA09-E001A-A	110x320x197	5/adet	
veya				
1 LE140LWLOH ^{3) 5)}	S42023-L3098-A... ¹⁾	110x295x197	5	
ve	-L3112-A... ¹⁾			
1 Servis Erişim ^{3) 5)}		115x300x160	7.5	
1 ZA Kontrolör ⁴⁾	S42024-C3214-A1	100x20x160	0.2	

1) Cihaz versiyonları talep üzerine

2) Güç kaynağı dahil olmak üzere 2 adet DSMX2/8 Mbit/s sistemini ihtiva etmektedir.

3) Bu cihazlar için daha fazla bilgi ilgili broşürlerde mevcuttur.

4) İkiden fazla sistem ile

5) Sadece -A2 modeli için söz konusudur

6) Cihazsız ağırlık

FP	Sigorta paneli	TP	Terminal paneli
LE	Hat sonlandırma teçhizatı	2/8 C	DSMX2/8 C çekmecesı (4 sistem)
OLTS34	Hat sonlandırma teçhizatı OLTS34	8/34 C	DSMX8/34 C çekmecesı (4 sistem)
SIG	Alarm çekmecesı	34/140 C	DSMX34/140 C çekmecesı (1 sistem)

Şek.5.8.

Universal Bati
-A1 ve -A2'nin Tipik
Konfigürasyonları

KAYNAKLAR:

SİMKO TİCARET ve SANAYİ A.Ş.

Siemens AG Türkiye Genel Mümessili
Türk Siemens Mamulleri Yetkili Satıcısı

İSTANBUL Meclisi Mebusan Cad. No: 125 Fındıklı 80040 İstanbul Tel : (0212) 251 09 00 Tlx : 24 233 Tlx : 93 019 Fax : (0212) 252 41 34 P.K. : 1001 Karaköy	ANKARA Büyükdere Sok. No: 21 06660 Küçüksu/Ankara Tel : (0312) 417 33 11 Tlx : 42 352 Fax : (0312) 418 22 04 P.K. : 388 Yenışehir	İZMİR 1379. Sok. No: 59 Güven İş Hanı, Kat: 4 35210 İzmir Tel : (0232) 483 86 19 Fax : (0232) 484 14 78 Tlx : 52 376 Tlx : 953 237 P.K. : 481 İzmir	ADANA Fuzuli Cad. Gülek Sitesi B. Blok No: 127 01120 Adana Tel : (0322) 454 78 88 Tlx : 62 679 Tlx : 963 004 Fax : (0322) 453 29 71 P.K. : 500 Adana	BURSA Çekirge Cad. İntam İş Merkezi No: 101/502 16070 Bursa Tel : (0224) 236 38 66 (0224) 236 77 68 Fax : (0224) 235 39 78	SAMSUN Cumhuriyet Cad. No: 26 Açmak İş Hanı Kat: 6 55030 Samsun Tel : (0362) 431 29 70 Fax : (0362) 431 55 74
--	--	--	---	--	---

İçindekiler

1.GİRİŞ.....	1
1.1.Analog şebekelerden sayısal şebekelere geçiş.....	2
Şekil 1.1. Transmisyonun gelişimi	3
1.2.Telekomünikasyon alanında uluslar arası standartlar.....	4
1.3. 2 Mbit/s işaretin çerçeve yapısı (CCITT G. 704)	5
Şekil 1.2. 2 Mbit/s çerçeve yapısı	6
1.4. 8-Mbit/s işaretin çerçeve yapısı (CCITT G.742).....	7
Şekil 1.3. 2. ve 3. dereceden çerçeve yapıları.....	8
1.5. DSMX C kuşağı sistemlerin teknolojisi	8
1.6.Alarm sisteminin yapısı	9
1.7.Transmisyon kodları	10
1.7.1. AMI kodu (Alternative mark inversion).....	11
1.7.2. HDBn kodu (High density bipolar of order n).....	11
1.7.3.Bn ZS kodu (Bipolar with n zeros substitution)	11
1.7.4.CMI kodu (Coded mark inversion).....	12
1.7.5. 4B3T kodu	12
1.7.6. SB/6B kodu.....	12
2.Giriş	13
2.1. Işık dalgaları ile iletişim için optik fiberler	13
2.1.1.Optik transmisyonun ilkeleri	13
2.1.2.Zayıflama	14
2.1.3.Dispersiyon ve darbe genişlemesi	14
2.1.4.Bant genişliği	16
2.1.5.Işık kaynakları ve dedektörler	17
2.1.6.Yarıiletkenlerde optik geçişler.....	17
2.1.7.LED'ler.....	18
2.1.8.Laser Diyotlar	19
2.1.9.Dedektör diyotları	20
2.1.10.Optik bağlaçlar (joints)	21
2.2.Fiber-Optik Transmisyon Sistemleri	21
2.2.1.Sistem öğeleri	22
2.3.Transmisyon sistemlerinin yerleştirilmesi.....	24
2.3.1.Güç kaynağı	24
2.3.2.Denetim (süpervizyon) ve arıza lokalizasyonu.....	24
Şekil 2.1.Optik iletim prensibi ve dalga kırınmaları	27
Şekil 2.2. Transmisyon kod şekilleri	28
Şekil 3. SDH Çoklayıcısı	29
Şekil 4 2 Mb/s PDH Erişimi	30
Şekil 5. SDH ve PDH Çoklayıcılarının karakteristikleri	31
Şekil 6. SDH Çoklayıcısının yapısı	32
KAYNAKLAR:	49
ŞEKİLLER	51

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Transmisyonun gelişimi	3
Şekil 1.2. 2 Mbit/s çerçeve yapısı	6
Şekil 1.3. 2. ve 3. dereceden çerçeve yapıları.....	8
Şekil 2.1. Optik iletim prensibi ve dalga kırınımları	27
Şekil 2.2. Transmisyon kod şekilleri	28
Şekil 3. SDH Çoklayıcısı	29
Şekil 4. 2 Mb/s PDH Erişimi	30
Şekil 6. SDH Çoklayıcısının yapısı	32
Şekil 4.1. İki adet PCM30GII-E+M sayısal çoklayıcı ile donatılmış PCM30GII-E+M sistem batisinin bir bölümü.....	35
Şekil 4.2. Sayısal Çoklayıcı PCM30GII-E+M sisteminin uygulamaları.....	36
Şekil 5.1. DSMX2/8 C çekmecesini.....	38
Şekil 5.2. Sayısal multipleks çekmecesini DSMX2/8C için bağlantı olanakları.....	39
Şekil 5.3. 8Mbit/s Darbe çerçevesini.....	40
Şekil 5.4. Sürgülü kart DSMX2/8C.....	41
Şekil 5.5. DSMX2/8C çekmecesinin fonksiyonel diyagramı.....	42
Şekil 5.6. DSMX alarm çekmesinin fonksiyonel diyagramı.....	44
Şekil 5.7. Universal batı DSMX2...140Mbit/s nin DSMX2/8C Çekmeceleri ile techiz edilmesine ilişkin tipik konfigürasyonlar.....	45
Şekil 5.8. Universal batı -A1 ve -A2 nin tipik konfigürasyonları.....	48

ÖNSÖZ

Bu kitap sayısal transmisyon sırasında kullanılan bazı yöntemler ve ekipmanlar hakkında teknik bilgi içermektedir. Kitapta olan bilgiler günümüz teknolojisinin kullandığı transmisyon teknikleridir.

Fırat Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Öğrencilerinin 8.nci yarı yılda gördüğü sayısal haberleşme dersinin konularını kısmen içermektedir. Kitapta ayrıca neden sayısal telefon santrallerine geçişin olduğu, 2Mbit/s-8Mbit/s çerçeve yapıları, hat kottlama yöntemleri, optik iletişim ve son olarakta Siemens'in kullandığı son teknolojik elemanlar hakkında detaylı teknik bilgi verilecektir.

Sinan KIRCALI

Nebi GEDİK

TEŞEKKÜR

Sayısal transmisyon sistemlerinin incelendiği bu bitirme ödevini hazırlamamızda yardımcı olan Yrd.Doç.Dr.H.Hasan BALIK'a, bizi yetiştirmemizde emeği geçen tüm bölüm hocalarımıza, teknik bilgi edinmemizde bize yardımcı olan SİMKO Tic. A.Ş./Ankara çalışanlarına, arkadaşlarımıza ve bu tezi hazırlamada bize yardımcı olan Muhammet BULUT'a teşekkür etmeyi bir borç biliriz.