

SONET / SDH PROTOKOLÜ VE TTNET'İN TERCİHİ

Dr. Erol ÜÇDAL¹ - Dr. Turgay KALAYCI² - Dr. İsmail ÖZMEN³

¹Kadir Has Üniversitesi. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Profesör

²İ.Ü. Bilgisayar Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Yardımcı Doçent

³İ.Ü. Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Bilgisayar Programcılığı Programı, Öğretim Görevlisi

ABSTRACT: *The demands on network capacity have grown significantly as the principal uses have expanded from simple character based terminal emulation and occasional file transfer to current efforts to provide real-time video and audio. In response to these demands, optic fiber is used increasingly in preference to copper cable. Optic fiber has the potential to carry considerably more data with less loss than copper cable. However, standards are needed to insure that various networks can communicate. This need is met by the Synchronous Optical Network (SONET) standard. SONET is used by telephone companies to provide both voice and data services, by cable television companies to provide interactive TV and by LANs as a base for high speed Asynchronous Transfer Mode (ATM) networks.*

This paper will explore how SONET works, how it is able to meet such diverse needs, its limitations and future potential and the differences from the highly similar Synchronous Digital Hierarchy (SDH) standard.

As well as this the preference of TT on TTNET project will be commented.

I-GİRİŞ

SONET / SDH en önemli özellikleri belki de onun birçok protokolleri ve hızları bir tek sinyal içine birleştirebilme kabiliyeti ve belki de işletme hızına ve teknolojisine dayanarak onun ölçeklenebilirliğidir. İşte bunlar SONET / SDH protokolünü şimdilere ve geleceğe taşıyacaktır. Standart olarak onun başarısına katkıda bulunan diğer faktörler sonuna dek ayakta durabilme ve ağ yönetim özellikleri sayılabilir. SONET bugün önerilen yeni yüksek-hızlı ağ standartlarının çoğunu destekleyen fiziksel katman standartlarının temelini oluşturmuştur. Bu önemli standart kavramı yarının ağlarının gücü olacak yüksek seviyeli protokollerin anlaşılmasında faydalı olacaktır.

II-SONET'İN GELİŞİMİ

1982'de AT&T'nin dağılması SONET / SDH başlangıcı olmuştur. Bu yaratılan durum neticesi pazarda bulunan ağ işlemleri yapan birkaç büyük şirketler

aralarında bağlantı kurmak istemişlerdir. Kendi yerel sahalarından (LATA) dışarıya sinyal göndermeyen yedi bölge Bell Şirketi kuruldu. Bu bölgeler-Local Access And Transport Areas (LATA) - arasındaki erişim, AT&T, Sprint ve MCI gibi firmalar tarafından sağlanıyordu. Bunun sonucu olarak pazardaki firmalar ve diğerleri arasında birçok arayüz kullanmak gereği ortaya çıkmıştır. Bu firmaların hiçbiri sinyallerinin gönderildiği ortamdaki terimler hakkında AT&T'ye bağımlı olmak istemiyorlardı. Aynı durum İngiltere, Japonya ve Avrupa'da da vardı. [1]

Berthold [1] SONET / SDH'nin gelişimi için gereken ön istekleri sağlanan üç teknoloji den bahseder. Bunların en önemlisi, elbette, son birkaç on yıldır üstel olarak büyüme gösteren optik iletişim başarımının hızlı gelişmesi olmuştur. Yonga düzeyinde önemli işlemleri yapan-çok geniş ölçekli Bütünleme Very Large Scale Integration (VLSI)'daki gelişmeler de önemlidir. Mikroişlemciler denetim dağılımı ve uzak yönetime müsaade ederler.

Esas SONET standardı bölgesel Bell firmaları ve diğer ilgili firmalar adına Bellcore [2] tarafından 1984 yılında önerilmiştir. [3] Bu öneri aşağıdaki amaçları içeriyordu:

- Çeşitli şirket ürünleri arasında uygunluk
- Eşanlı ağ işlemleri
- Geliştirilmiş ağ işlemleri, Yönetim, Bakım ve Tedarik
- En iyi Ekle / Bırak çoklama
- Standartlar üzerine kurulu ağ döngülerinin sürekliliği
- Yeni hizmetleri (ATM gibi) çalıştırma kabiliyeti[3]

III-SONET VE SDH

Esas SONET tanımlaması Avrupa iletişim firmalarının kabul görmemiştir. Avrupalılar bunun benzeri olan DS-1'i geliştirdiler ve bunun neticesinde teknolojiadaki gelişmeler sonucu daha yüksek iletişimi başardılar. Sonuç olarak, Avrupa bazlı oran (E-1) 32 sayısal ses kanalında 2.048 Mbps buna karşılık Kuzey Amerika Standardı 24 kanalda 1.54 Mbps [3].

Çeşitli bölgesel talepleri sağlamak için , özellikle Kuzey Amerika, Avrupa ve Japonya yerel dönüşümlerle bir şemsiye standardı olarak SDH ortaya çıkarılmıştır. [2] SONET taban oranı 51.84 Mbps'e arttırılmıştır ve SDH taban oranı bunun üç katı olan 155.52 Mbps olarak belirtilmiştir. Ayrıca, SONET için çoklama stratejisi bit-eklemeden bayt-eklemeye dönüştürülmüştür. [3]

SONET ve SDH arasındaki asıl fark her birinin bit oranları ile açıklanabilir. SONET için tanımlanan bit oranı en alt düzey olan 51.84 iken SDH 155.52 Mbps'den başlar. [4] Bu iki standart STS-3 / STM-1 de birleşirler. [3] [4] dan alınan aşağıdaki tablo her bir standardın karşılaştırmalı oranlarını tanımlar.

0	SDH	Bit Oranı-Mbps
STS-1 / OC-1		51.84
STS-3 / OC-3	STM-1	155.52
STS-9 / OC-9		466.56
STS-12 / OC-12	STM-4	622.08
STS-18 / OC-18		933.12
STS-24 / OC-24		1244.16
STS-36 / OC-36		1866.24
STS-48 / OC-48		2488.32

SONET ve SDH bit oranları

Terminolojideki farka dikkat ediniz. SONET iletim oranı STS-n veya OC-n olarak sınıflandırılır. Burada STS (Synchronous Transport Signal) kısaltması, OC (Optical Carrier) kısaltmasıdır. STS, OC sinyalinin elektriksel eştenliğini tanımlar. SDH hızları STM-n olarak sınıflandırılır. Burada STM (Synchronous Transport Module) kısaltmasıdır. Her iki örnekte n, taban oranın (STS-1, OC-1 veya STM-1) n-katını gösterir. [3]

IV-SONET ÇERÇEVE YAPISI

SONET çerçeve yapısı teknolojinin büyük kullanıcıları olan telefon şirketlerinin güçlü baskıları altındadır. Onun uçları sayısal teknoloji, sayısal ses'e kadar dayanmaktadır. Sesin sayısallaşması PCM (Pulse Coded Modulation) adı verilen işlem tarafından yapılır. PCM düzenli aralıklarla alınan kuvvetli örnekler serisinden ibarettir. Örnekleme aralığı, 4 KHz bant genişlikli analog ses ve Nyquist örnekleme teoremi üzerine kurulmuştur. Bu demektir ki, analog sinyalin bant

genişliğinin iki katına eşit veya büyük olan örnek oran, kusursuz bir şekilde tekrar oluşturulacaktır. Her 125 mikrosaniyede 8 bitlik örnek ürettiğinden bir saniyede 8000 örnek olacağı anlamına gelir. Bundan dolayı, 125 mikrosaniye süreli çerçeveleri taban alan sayısal protokol, telefon şirketlerinin yeni gözdesi olması sürpriz olmamalıdır. [4] [5]

SONET'in asıl STS-1 çerçeve yapısı, herbiri 90 byte olan 9 bölümlü 125 mikro saniyelik çerçevelerden oluşur. Her bölüm 3 byte başlık ve 87 veri byte'ına ayrılır. Ancak verinin ilk baytı ekyük yolu için ayrılır. [6] Asıl SDH çerçeve yapısı 270 baytlık 9 bölüme ayrılan STM-1'dir. Burada 270 baytın 9 baytı başlık, 261 baytı da veri için ayrılır. [4]

SONET'in esnek oluşunun sebebi şudur: Veri bir Sanal Taşıyıcı içinde veri alanına doğru akar. Çerçeve Sanal Taşıyıcı' ya bir gösterge ile bağlıdır. Gösterge artı Sanal Taşıyıcı' ya Yönetmel Birim denilir. [5] SONET/SDH çerçeveleri satır ve kolonlardan oluşan tablo biçimindedir ve her satır bir bölüm olarak alınır ve her bölümün başlangıcını belirten bir başlık verisi bulunmaktadır. Başlık bilgisi tablonun solunda kolon olarak gösterilir. İletişim sırası soldan sağa ve satır satır olur.

SONET STS-1 için asıl bit oranı çerçeve yapısı dikkate alınırsa şöyle bulunur:

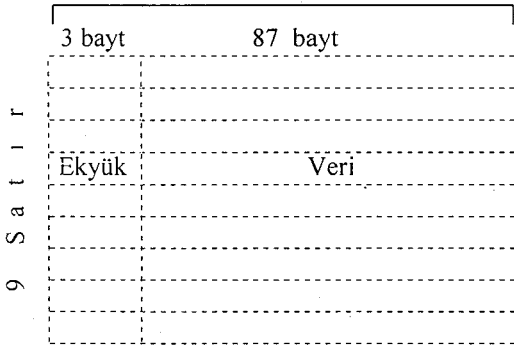
$$9 \text{ bölüm} * 90 \text{ bayt} * 8 \text{ bit} * 8000 \text{ ms} / 1000000 = 51.840 \text{ Mbps} [6]$$

Diğer iletişim oranları asıl STS-1 oranının katlarıdır. Örneğin; STM-1' in eşdeğeri olan STS-3, 155.520 Mbps' dir. Çoklu oranları normal olarak bilgilerin hepsini STS-1 ekyükü içinde tutarlar. Ancak daha fazla veriyi taşıyabilmek ve ekyükü bir tek yolda tutmak için birleştirilen oranların bir ön çalışması vardır. Böyle satırlar bir "C" harfiyle belirtilir. Örneğin; STS-3c gibi. [7]

STS-1 ile iletimler Sanal İrmak yapısı ile iletilirler. DS3, DS1 ve DS0 için önceden tanımlanmış eşlemeler vardır. Diğer sayısal oranlar da desteklenir. DS1 sinyalleri 9 * 87 eşanlı ekyük yapısına (SPE) girilen 9 * 3 Sanal İrmak' ile eşleştirilir. Bu sebepten 28 DS1 sinyali bir tek STS-1 satırı üzerinden iletilebilir. [7]

Sanal İrmak' lar üç seviyede tanımlanır: VT-6, VT-2 ve VT-1.5 sırasıyla D2-2, E-1 ve DS-1'e karşılık gelir. STS SPE Sanal İrmak gruplarına bölünmüştür. Bu gruplar bir VT-6, 3 VT-2 veya 4 VT-1.5 ihtiva edebilir fakat bunların karışımı olamaz. Diğer taraftan STS SPE çeşitli tipte VT grupları içerebilir. [3]

90 bayt



SONET STS – 1 Çerçeve yapısı

SONET’ de bulunan önemli kavramlar Zaman Bölümlü Çoklama (TDM) ve Ekle – Bırak Çoklama (ADM), Sayısal Çapraz-Bağlantı Anahtarlama (DCS) ve Bayt Ekleme’ dir. TDM aynı çerçeve için de fazla sinyal taşıyabilir. ADM, Bayt Ekleme sayesinde var olan çerçeveyi Çoklama / Azaltma yapısından tek tek sinyalleri ekleyebilir veya çıkarabilir. [6]

V-SONET AĞ ELEMANLARI

SONET ağları bir grup elemanlardan ibarettir:

Ekle – Bırak Çoklayıcılar (ADM) - ADM istendiğinde ara veya son sitelerde sinyalleri eklemek veya çıkarmak için kullanılabilir. Yalnız site tarafından işlenilmek üzere istenilen sinyaller etkilenir. Diğer sinyaller dokunulmadan geçer.

Broadband Sayısal Çapraz - Bağlantı - Bu eleman STS-1 düzeyinde anahtarlama yapar. Bu karşılıklı – bağlantı ve ekle - bırak çoklayıcı arasındaki fark karşılıklı – bağlantı ile birbirlerine bağlanan STS-1 sinyallerinin sayısının oldukça büyük olmasıdır. Bu anahtarlar SONET hub’larında broadband trafiği yönetimi ve STS-1 sinyallerini düzenlemek için kullanılır. Düzenleme, ağın verimini arttırmak için sinyalleri ayırma ve birleştirme işlemidir.

Wideband Sayısal Çapraz - Bağlantı - Bu eleman, broadband sayısal çapraz bağlantı’ ya benzer Sanal İrmak seviyesi anahtarlama yapar. Bu tip anahtarlar DS-1 seviyesi düzenleme için kullanılır. Yalnızca etkilenen diğer SONET elemanları wideband sayısal çapraz-bağlantı tarafından erişilir ve anahtarlanır.

Sayısal döngü taşıyıcı uç birim - Bu eleman Taşıyıcı Hizmet Alanı (CSA) ve SONET ağı içinde kullanıcılar arasında uzak bağlantıyı sağlar. CSA da bakır kablo kullanılır.

Anahtar Arayüzü - Bu eleman DS-0 düzeyinde anahtarlama sağlar. [3]

VI-SONET AĞ MİMARİLERİ

Berthold’a [1] göre SONET ağları için önemli mimariler; uçtan-uca, zincirler, kendini onaran ringler ve sayısal çapraz-bağlantılı anahtarlardır.

Uçtan-uca bağlantılar - Bu atanmış bir kanal isteyen iki nokta arasında düzgün bir bağlantıdır. Tüm devreye yol denilir ve sinyalleri gönderen ve alan uçlardaki donanıma da yol-sonlama donanımı (PTE) denir. Ağın iki yenileyicisi arasında olan kısma yenileyici bölüm veya sadece bölüm denir. Çoklayıcılar arasındaki kısma çoklama bölümü veya daha ziyade satır denir. [1] Daha önce tanımladığımız ekyük’den gördüğümüz gibi, bu alt bölümlerin her biri çerçeve yapısı içinde kendi kontrol bilgilerine sahiptir.

Uçtan-uca topolojiler SONET verisinin bitimini ya sonuna geldiğinde yada çoğunlukla tek sistem / tek yol çözümü kullanılarak sağlanır. Uçtan-uca ortamlar coğrafi olarak çeşitli koruma yolu eklenerek daha sağlıklı yapılabilir. Uçtan-uca bir sistemin etkisi optik büyütülerle veya yenileyicilerin kullanımıyla genişletilebilir. [8]

Zincir mimarisi : Bu uçtan-uca sisteme benzer, fakat ara ekle / bırak çoklayıcıların eklenmesiyle hatlar üzerinde ara düğümler oluşur. [1] O anda geçen trafiği çoklamak/azaltmak gerekmeksizin ilave trafiği ekler veya çıkarır. Bu ortam coğrafi olarak çeşitli koruma yollarının kullanımıyla daha sağlıklı olmayı başarabilir.

Kendini - Onaran Ringler - SONET ringleri ağ trafiğini tekrar yönlendirmeyle düğüm hatalarına ve kesikliklere yanıt verebilirler. [1] Bu kabiliyet SONET için büyük bir satış avantajıdır fakat SONET için sınır değildir. [9] SONET’in üç temel tip ringi vardır: Tek yönlü yol anahtarlı ring, iki-fiber iki-yönlü hat anahtarlı ring ve dört-fiber iki-yönlü hat anahtarlı ring. [8]

Tek-yönlü yol anahtarlı ringler çoğunlukla erişim ağlarında kullanılan yakın-döngü iletişim mimarisidir. Her düğüm yanındaki düğümlere bir çift fiber optik kabloyla bağlanır. Bir fiber üzerinde çalışma sinyalleri ring etrafında saat yönünde iletilirken, diğerinde koruyucu yol sinyali saat yönünün tersinde iletilir. Bunun için çalışma trafiği tek yönlüdür. Eğer bir hat veya düğümde hata bulunursa ring iki-yönlü düzgün ekle-bırak topolojiye döner. [8]

Tek yönlü yol anahtarlı ringler çoğunlukla uyumlu düğüm geçitleri kullanılarak diğer ringlere bağlanırlar. Bu ringler diğer ring tiplerini düğüm gibi gören sanal ring ortamlarını da destekler. [8]

İki-fiber çift-yönlü hat anahtarlı ringler : iki-yönlü iki fiber zincirinin kapalı döngüsü içinde bağlı ağ elemanlarından oluşur. Her fiber üzerindeki çalışan bant

genişliğinin yarısı geçen trafik için, diğer yarısı koruma için kullanılır. Herhangi bir düğümden giren trafik ring etrafında her iki yönde gidebilir. Trafik gönderildiğinde, kanal tekrar kullanılabilir. Eğer bir düğüm veya hatta başarısızlık bulunursa, otomatik döngü koruyucu anahtarlama koruma yolu üzerinde sinyali geri çevirir. Eğer hizmet düzeltilirse yönlendirme normale döner. [8]

Çift-yönlü hat anahtarlı ringlerin tekrar kullanılabilen bant genişliği imkanı tek yönlü yol anahtarlı ringler üzerinde kapasite avantajlarına sebep olur. Ring ortamına bağımlı olarak, kapasite aynı hat oranı için %300 den büyük olabilir. [8]

Dört-fiber çift-yönlü hat anahtarlı ringler iki-fiber çift-yönlü hat anahtarlı ringlere benzer, fakat dört fiber kullanımı bitişik düğümleri bağlayabilir. Ek fiber iki avantaj sağlar : Çift kapasite ve ek koruma anahtarlama durumları bir çift fiber sinyal iletir. Diğerini korumayı sağlar. Her çift çift-yönlüdür. Bu donanımın sonucu olarak, bir hat çöküşüne yanıt bir bağlantı anahtarı olabilir. Uçtan-uca bağlantıda yapıldığı gibi veya daha ciddi durumlarda iki-fiber çift-yönlü hat anahtarlı ringde olduğu gibi geri-döngü olabilir. [8]

Birbirine bağlanan ringler ırmak düğümü tarafından beslenen ikincil ring olan dual ring biçimidir. Bu ringler yukarıda tanımlanan anahtarlama topolojileri ile çalışabilir. [8]

Katlı ringler, var olan coğrafi farklılığı desteklemeyen fiber'li çift-yönlü hat anahtarlı ringlerin ve tek yönlü yol anahtarlı ringlerin fonksiyonuna sahiptir. Onlar ringin her iki tarafı aynı kanal içinde olan bir seri ringlerden oluşur. Katlı ringler önceden tüm gerekli fiber yerinde olduğu benimsenilen bir ring yapısına ihtiyaç duyar. [8]

Birleştirilmiş düğüm geçitleri bitişik ringler arasında sağlıklı bağlantılar kurar. Bu biçim, birincil ve artık dolaştırmalı ikincil geçitlerden oluşur. [8]

Sayısal Çapraz-Bağlantı Anahtarı : Bu bir takım SONET sinyalleri ile desteklenen keyfi anahtarlar şablonudur. [1]

İşlemler, Yönetim, Bakım & Tedarik

SONET' in önemli olanaklarından biri ağ yönetimini destekleyen çerçeve ek yük yapısı içinde bant genişliği sağlamasıdır. Bu özelliği standartların hepsi kabul etmemesine rağmen, SONET sinyallerinin geçirildiği, ek yük iletişiminin olduğu eşzamansız ağların üzerinde bir avantajı vardır. [3]

Ek yük iletişimleri uzaktan devreleri kontrol etmeye imkan verir. Ağlar dinamik olarak tekrar

yapılandırılabilirliğinden, devreler daha hızlı kurulabilir ve devreler kişilere dağıtılmaksızın tedarik edilebilir. [3]

Zamanlama

SONET sadece yüksek duyarlılık Asıl Referans Kaynağı (PROS) Saati kullanır. Şu anda, A.B.D.' de ağların çoğu BITS 64 / 8 bileşik saat biçiminde bayt saati ve bit saati sağlar. Her iki saat eğer sinyal doğru okunulursa eş zamanlı olmalıdır. [6]

SONET ağında bir ucun iç saat zamanı BITS' den alır. Bu aynı zamanda anahtarlama sistemleri ve diğer cihazlarda da kullanılır. Giden OC-n sinyali diğer uçlara zamanlama imkanı verir. Buna "Döngü Zamanlaması" denir. [3]

ATM üzerinde SONET

ATM ve SONET' in her ikisi de birbirlerini tamamlayıcı ve rekabet eden protokollerdir. ATM olağanüstü anahtarlama kabiliyeti ve SONET' e geniş ölçekli kalıcı devre tipi bağlantı sağlar. [1] Çoğu işletme, ATM' nin esnekliği ve zekası ile SONET' in hızı ve sağlıklı oluşunun birleşimini; veri, ses ve görüntü bilgilerinin geniş alan ağlarında bir araya getirerek en iyi sonucu vereceğini bilmektedirler. [10] SONET çift-yönlü hat anahtarlama ringlerinin tekrar kullanılabilen bant genişliği olanağı ATM' in hücre yapısı ve anahtarlama özelliği avantajını ağlara verir. [8]

Federal Computer Week' e göre A.B.D. Savunma Bakanlığı "dünyanın en geniş özel SONET ağı" nı inşa etme projesi içindedir. Bu Savunma Bilgi Sistemleri Ağı var olan ağ üzerinde veriyi, sesi ve görüntüyü birleştirmek için ATM' i kullanacaktır. SONET' e özgü avantajlar : Bantgenişliği, ölçeklenebilirlik, güvenilirlik ve hızlı hata onarımıdır. ATM' e özgü avantajlar : Dinamik Bant genişliği ataması ve tüm ağın görünürlüğü. [11]

Daha küçük bir şirket olan Time Warner Cable-Florida, Tüm Hizmet Ağı (FSN) dedikleri bir kavramı denemektedirler. Bu hizmet muntazam kablo hizmetlerine ek olarak görüntü, alış-veriş ve isteğe bağlı haberleri kapsamaktadır. Bu sistem komşu düğümlere fiber optik üzerinden SONET ve üyelerinin evlerine koaksiyel kablo bağlantısı kullanır. Bu ağın içinde ise ATM kullanılır. [12]

VII-IP üzerinde SONET

Asıl amacı veri iletişimi olan işletmelerden biri olan Cisco System, Inc.'in yeni Gigabit Switch Router'ı ATM katmanını atlayarak IP üstünde SONET'i destekler. Bu yaklaşım ATM ek yükünden kurtulur fakat ATM' in esnekliğini kaybeder. [13]

Byte Magazine, Media One isimli şirketin ileri kablo hizmetlerini desteklemek için omurga ağı olarak kullanmak üzere IP üstünde SONET kullanmayı planladığını yazmıştır. Bir ISS olan Best Internet ATM'yi bırakarak Border Gateway Protocol ve TCP / IP yönlendirme protokolü lehinde tercihini kullanmıştır. Ancak Best'in SONET bağlantısı uçtan-ucadır ve ATM'in anahtarlama kabiliyetinin avantajını kullanması mümkün değildir. [3]

RFC 1619 [15] SONET / SDH üzerinde uçtan-uca protokolü (PPP) çalıştırmak için bir yöntem tanımlar. Bir ölçü olarak, PPP üstünde SONET veri için uygun bant genişliği 149.760 Mbps olan STS-3c hattı üzerinde ilerlemektedir. Daha düşük bit oranları Sanal İrmak eşlemesini kullanmak için istenilir. Daha yüksek bit oranları çoklama ve bütünleşmeyi basitleştirmek için SDH STM oranlarını kullanması gerekir.

VIII-GELECEKTE NE OLACAK ?

Optik iletişimlerde umut verici bir gelişme Wavelength-division Multiplexing (WDM)'dir. Çeşitli sinyal gruplarına farklı dalga boyları ataması ile her dalgaboyu bir tek SONET sinyalinde olduğu gibi aynı veri kapasitesine sahip olacaktır. Diğer bir deyişle, Üç dalga boylu bir STM-1 Sinyali 466.560 Mbps bant genişliğinde olacaktır. [16]

WDM, bir tek fiber üzerinde her iki yönde sinyallerin gittiği tek-yönlü veya çift-yönlü olabilir. Ve genişband WDM, darband WDM ve yoğun WDM'lerde vardır. Genişband ve darband WDM kanal kapasitesini iki kat artırırken yoğun WDM sekiz kata kadar arttırabilir. [8]

IX-SONUÇ

SONET geniş ve yüksek performanslı ağlarda yaygın olarak kullanılan güçlü bir protokoldür. Maliyeti gücüyle uyur. Yerel sigorta acentesinde veya doktorların muayenehanelerinde göreceğimiz bir şey değildir. O, A.B.D' nin Savunma Bakanlığı tarafından DISN çalıştırmak, veri, ses ve görüntüye kapsamlı bir geniş alan ağı için seçilen bir çözümdür.

Daha küçük ölçekli kuruluşlarda Time Warner Şirketi' nde olduğu gibi "Tüm Hizmet Ağı" (FSN) yürütmek için kullanılan bir ağ çözümüdür. SONET' in ATM ile olan uyumluluğu, onun ağ yönetim kabiliyetleri ve onun sağlam topolojileri destekleme yeteneği gelecekte belki de SONET' i bir veri iletişim aracı yapacaktır.

Bu sebeplerdir ki, ağ hizmeti veren kuruluşlar (bizim ülkemizdeki Türk Telekom gibi) artan bu veri trafiğini hızlı ve güvenilir şekilde yönlendirebilmek için daha etkin ve hızlı protokollere gerek duymaktadırlar. Bunun sonucu olarak SONET / SDH' yı önermektedirler.

Ülkemizdeki yöneliş TTNET projesi ile dikkat çekmektedir. Artan IP trafiğini yönlendirmek için SDH / SONET altında ATM ve onun altında IP yapısı söz konusudur. TTNET' in bu tercihi doğru gibi görülmektedir. A.B.D'nde Savunma Bakanlığı ve diğer önemli kuruluşların da tercihi aynı yöndedir. Eğer bu yapıdan ek yük oluşturuyor diye ATM kısmı atılırsa o zaman anahtarlama esnekliğinden yararlanılamayacaktır.

Ayrıca yeni ağ altyapısı oluşturacak kuruluşlar için fiber kablo uygulamalarının kullanılması gelecek için iyi bir yatırım olacaktır. Fiyatları da giderek düşmektedir. Gelecekte SONET / SDH üzerinden ağ trafiğinin geçeceğini şimdiden söylemek yanlış olmayacaktır. WDM' in atakları da göz ardı edilmemesi gerekir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- [1] Berthold, Joseph E. "SONET and ATM" in Optical Fiber Telecommunications IIIA. San Diego: Academic Press.1997.
- [2] Ching, Yau- Chau and Say, H. Sabit. "SONET Implementation: Does the status of SONET deployment meet the original expectations of the systems's developers?" IEEE Communications Magazine. 31:9 (34-40). September 1993.
- [3] NORTEL. "SONET 101: An Introduction to Synchronous Optical Networks." October 1997.
- [4] Halsall, Fred. Data Communications, Computer Networks and Open Systems. Harlow, England: Addison-Wesley.1996.
- [5] Omidyar, Cambyse Guy and Aldridge, Anne. "Introduction to SDH/SONET." IEEE Communications Magazine 31:9 (30-33). September 1993.
- [6] Black, Uyles and Waters, Sharleen. SONET & T1: Architectures for Digital Transport Networks. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.1997.
- [7] Minoli, Daniel. Enterprise Networking: Fractional T1 to SONET, Frame Relay to BISDN. Boston: Artech House.1993.
- [8] NORTEL. "Introduction to SONET Networking," October 1996.
- [9] Wu, Tsong- Ho. "A Passive Protected Self Healing Mesh Network Architecture and Applications." IEEE/ACM Transactions on Networking. 2:1 (40-52). February 1994.
- [10] Kalaycı, Turgay. "Neden ATM?" TBD 13. Ulusal Bilişim Kurultayı. Bildiriler kitabı. sayfa 215-220 Eylül 1996

- [11] Morrissey, Jane. "ATM rides high a top Sonet" in A Supplement to Federal Computer Week. November 1997.
- [12] Blank, Christine. "The FSN challenge: Large-scale interactive television." Computer. 28:5 (9-12), May 1995.
- [13] Kalaycı, Turgay ve Özmen, İsmail. "Anahtarlama Devrimi" Öneri, C.2 S.11. ss 119-125 Ocak 1999
- [14] Kalaycı, Turgay ve Özmen, İsmail. "ATM Ağının Ölçeklenebilme Yeteneği" Öneri, C.2 S.11. ss 113-117 Ocak 1999
- [15] Simpson, W. "PPP over SONET/SDH." RFC 1619. Network Working Group. May 1994.
- [16] Willner, Alan Eli. "Mining the optical bandwidth for a terabit per second." IEEE Spectrum, 34:15 (32-41). April 1997.
- Carpenter, Tamra J., Steven Cosares and Iraj Saniee. "Demand Routing and Slotting on Ring Networks." DIMACS Technical Report 97-02. January 1997.
- Cypher, David and Shukri Wakid. "Standardization for ATM and Related B-ISDN Technologies." StandardView.1:1 (40-47). September 1993.
- Furht, Borko, Deven Kalra, Fredrick L. Kitson, Arturo A. Rodriguez and William E. Wall. "Design Issues for Interactive Television Systems." Computer. 28:5 (25-39), May 1995.
- Mace, Scott. "ATM's shrinking role." Byte. 22:10 (59-62). October 1997.
- Okamoto, Satoru, Kimio Oguchi and Ken-ichi Sato. "Network Architecture for Optical Path Transport Networks." IEEE Transactions on Communications 45:8 (968-977). August 1977.
- Vetter, Ronald J. "ATM Concepts, Architectures, and Protocols." Communications of the ACM 38:2 (30-38,109). February 1995.
- Wang, Chong-kuang and Po-Chiun Huang. "An Automatic Gain Control Architecture for SONET OC-3 VLSI." IEEE Transactions on Circuits and Systems-II: Analog and Digital Signal Processing. 44:9 (779-783), September 1997.
- Worsley, Debra J. and Tokunbo Ogunfunmi. "Isochronous Ethernet - An ATM Bridge for Multimedia Networking." IEEE Multimedia. January-March 1997.