

ELEKTRONİK BİLGİ SİSTEMLERİ TEMEL EĞİTİMİ

GİRİŞ	2
KURANPORTÖR (PLC) SİSTEMLERİ	4
FİBER OPTİK SİSTEMLER	15
VAN BÖLGE	25
SCADA/EMS VE RTU SİSTEMLERİ.....	29
PAX HABERLEŞME SİSTEMİ.....	37
KORUMA SİNYALİZASYONU	40
NETWORK SİSTEMLERİ.....	44

GİRİŞ

Elektrik iletim şebekesinin kesintisiz ve kaliteli bir şekilde işletilmesi için, transformatör merkezleri ile Yük Tevzi Merkezleri arasında güvenilir bir iletişim altyapısının kurulması büyük önem taşır. Bu altyapı, sistemin kontrolü için gerekli olan veri ve ses haberleşmesini sağlamanın yanı sıra, enerji hatlarının güvenliği için koruma sinyalizasyon haberleşmesini de gerçekleştirir.

TEİAŞ bünyesinde, İletişim ve Bilgi Sistemleri Dairesi Başkanlığı ve ilgili taşra birimleri tarafından planlanan, kurulan ve işletilen temel elektronik ve bilgi sistemleri şunlardır:

1. Kuranportör (PLC) Sistemleri
2. Fiber Optik Sistemler
3. SCADA/EMS ve RTU Sistemleri
4. PAX Haberleşme Sistemleri
5. Koruma Sinyalizasyonu
6. Network Sistemleri

Bu eğitim notu, yukarıda belirtilen **altı** ana sistemi kapsayacak şekilde düzenlenmiştir. Birinci bölümde PLC sistemleri ve yardımcı elemanları, ikinci bölümde fiber optik kablolar ve terminal teçhizatları (SDH, Sayısal Çoklayıcı), üçüncü bölümde SCADA/EMS ve RTU sistemleri, dördüncü bölümde ses haberleşmesini sağlayan PAX sistemleri, beşinci bölümde koruma sinyalizasyon prensipleri ve altıncı bölümde temel network kavramları anlatılmaktadır. Bu modül, TEİAŞ'ta kullanılan bu sistemler hakkında giriş seviyesinde temel bilgiler içermektedir.

KURANPORTÖR (PLC) SİSTEMLERİ

Kuranportör (İngilizce: Power Line Carrier - PLC), iletişim ortamı olarak yüksek gerilim enerji iletim hatlarını (EİH) kullanan ve genlik modülasyonu tekniğiyle çalışan haberleşme sistemlerinin genel adıdır.

TEİAŞ Akköprü Elektronik ve Kalibrasyon Laboratuvarı İşletme Müdürlüğü (EKLİM) tarafından IEC 60495 standardına uygun olarak üretilen iki ana tip analog PLC cihazı bulunmaktadır:

- Simpleks PLC (T40S): Tek yönlü haberleşme yapar ve sadece ses haberleşmesi için kullanılır.
- Dupleks PLC (T40D): Çift yönlü çalışır; ses haberleşmesinin yanı sıra koruma sinyalizasyonu ve veri (RTU, PAX vb.) iletişimi için de kullanılır.

PLC sistemleri 40-500 kHz frekans bandında çalışır. Bu bandın alt limitini kuplaj elemanlarının teknik ve ekonomik kısıtları, üst limitini ise enerji iletim hattının yüksek frekanslardaki zayıflatması belirler. Bu dar frekans bandının verimli kullanılması ve sistemler arası girişime (enterferans) yol açmaması için frekans planlaması büyük önem taşır. Bir PLC cihazı, 4 kHz'lik verici (Tx) ve 4 kHz'lik alıcı (Rx) olmak üzere toplamda 8 kHz'lik bir frekans bandı kullanır. Bu bandın içinde 300-2000 Hz arası ses iletişimi için, 2000 Hz'nin **üzeri** ise koruma sinyalizasyonu, veri iletişimi ve işaretleşme için ayrılmıştır.

PLC cihazlarının enerji hattına bağlanabilmesi (kuplaj) için bazı yardımcı teçhizatlar gerekir. Bunlar:

- Hat Tıkacı (Line Trap)
- Kaplin Kapasitör (Coupling Capacitor, genellikle Gerilim Trafosunun bir parçasıdır)
- Sızdırma Bobini (Drain Coil)
- Hat Ayar Ünitesi (Tuner)

Kuranportör İletişim Prensip Şeması

- TM1
 - » Hat Tıkacı
 - » Kapasitif Gerilim Trafosu
 - » Hat Ayar Birimi
 - » PLC (Kuranportör)
 - » PAX
 - » MODEM
 - » RTU

- » Teleprotection Ünitesi
- » Koruma Rölesi
- TM2
 - » Hat Tıkacı
 - » Kapasitif Gerilim Trafosu
 - » Hat Ayar Birimi
 - » PLC (Kuranportör)
 - » PAX
 - » MODEM
 - » RTU
 - » Teleprotection Ünitesi
 - » Koruma Rölesi

Kuranportör Cihazlarının EİH'na Kuplaj Bağlantısı

- A Merkezi
 - » Ayırıcı
 - » Hat Tıkacı
 - » Kaplin Kapasitör
 - » Hat Ayar Kutusu
 - » Sızdırma Bobini
 - » Verici Alıcı
- B Merkezi
 - » Ayırıcı
 - » Hat Tıkacı
 - » Kaplin Kapasitör
 - » Hat Ayar Kutusu
 - » Sızdırma Bobini
 - » Verici Alıcı

KURANPORTÖR CİHAZI (T40D RF PLC)

TEİAŞ sisteminde çoğunlukla yerli üretim olan T40D RF cihazları kullanılmakla birlikte, az sayıda farklı marka PLC'ler de mevcuttur. T40D RF tipi bir PLC cihazı dört ana bölümden oluşur:

- Ses Frekans Bölümü (Taban bant) (T42 00 BBU)
- Radyo Frekans Bölümü (T41 00 RFU)
- Koruma Sinyalizasyon Bölümü (T43 00 PSU / T43 00 PSU-F)
- Güç Kaynakları ve Gözlem Bölümü (T 44 00 PDU)

Ses Frekans (Taban Bant) Bölümü (T42 00 BBU)

Bu bölümün temel görevleri şunlardır:

- Verici kolda: Kullanıcılardan gelen konuşma ve veri gibi farklı bilgileri birleştirerek radyo frekans bölümüne göndermek.
- Alıcı kolda: Radyo frekans bölümünden gelen birleşik sinyali ayrıştırarak ilgili kullanıcılara yönlendirmek.

Tüm konuşma kanalı ve bilgi kanallarına ait ayarlar bu bölümde yapılır.

Radyo Frekans Bölümü (T41 00 RFU)

Bu bölüm bir alıcı-verici (transceiver) olarak çalışır.

- Verici Bölümü: Taban banttan gelen 300-3700 Hz bandındaki birleşik bilgiyi, enerji hattında iletme uygun olan yüksek frekans bandına çıkarır ve sinyali güçlendirir.
- Alıcı Bölümü: Hattan gürültü ile birlikte gelen Radyo Frekans (RF) sinyalini tekrar taban banda (BB) indirir ve işlenebilir duruma getirir.

Koruma Sinyalizasyon Bölümü (T43 00 PSU/T43 00 PSU-F)

Koruma rölelerinden gelen açma/kapama komutlarının karşı merkeze iletilmesini sağlayan modem birimidir. İki temel uygulaması vardır:

- Hat Koruma (LP - Line Protection): Hat koruma, kilitleme, izinli açtırma ve hızlandırma gibi sistemlerde kullanılır. Daha çok güvenilirlik gerektirdiği için tek tonlu çalışır.
- Transfer Açtırma (TT - Transfer Trip): Tek veya çift yönlü uzaktan açtırma amacıyla kullanılır. Daha çok emniyet gerektirdiği için çift tonlu çalışır.

Bu bölümün doğru çalışıp çalışmadığı "Güvenilirlik" ve "Emniyet" testleri ile laboratuvar ortamında kontrol edilir.

- Güvenilirlik (Dependability) Testi: Bir istasyondan gönderilen **5000 adet** komutun, gürültülü bir ortamda (%12 S/N oranı) karşı istasyona eksiksiz (**5000 adet**) olarak ulaşması test edilir. Bir komutun bile kaybolması durumunda cihaz testi geçemez.
- Emniyet (Security) Testi: Alıcı girişine çok gürültülü bir sinyal (%0 S/N oranı) uygulandığında, cihazın bu gürültüyü yanlışlıkla bir komut olarak algılayıp algılamadığı test edilir. İstenmeyen bir görev çıkması durumunda cihaz testi geçemez.

T44 00 Güç Kaynağı ve Gözlem Bölümü (T44 00 PDU)

Bu bölümün üç temel görevi vardır:

- PLC sisteminin ihtiyaç duyduğu DC gücü sağlamak.
- Sistemle ilgili yardımcı büyüklüklerin ölçülmesini sağlamak.
- Sistemin çalışmasıyla ilgili alarmları üretmek.

Üretilen bazı alarmlar şunlardır:

- Genel Alarm: RF Taşıyıcı, kanal (CH), otomatik kazanç kontrolü (OKK/AGC) ve işaret gürültü oranı (SNR) alarmlarını toplayarak genel bir alarm komutu oluşturur.
- AGC (OKK) Alarmı: Alınan sinyal seviyesi 6dB'den fazla düşerse veya sinyal tamamen kaybolursa üretilir.
- İşaret Gürültü Oranı (SNR) Alarmı: Hattan gelen gürültü seviyesi belirli bir eşiği aştığında üretilir.
- DC Besleme Alarmı: Cihazın besleme gerilimlerinde (-48V veya -18V) bir düşme veya artma olduğunda üretilir.

PLC SİSTEMİNDE KULLANILAN HAT AKSESUARLARI

Hat Tıkacı (Line Trap)

- Temel olarak bir bobin (L) ve kondansatörden (C) oluşan paralel rezonans devresidir ve “bant durduran filtre” olarak çalışır.
- Görevi, PLC frekanslarının (40-500 kHz) trafo merkezine girmesini engellemek ve enerji hattı üzerinde kalmasını sağlamaktır. Bu frekanslara karşı yüksek empedans (direnç) gösterirken, 50 Hz’lik şebeke frekansına karşı düşük empedans gösterir.
- Ana bobin, ayar ünitesi ve koruma düzeni (parafudr) gibi birimlerden oluşur. İsteğe bağlı olarak korona halkaları ve kuş bariyerleri de bulunabilir.

Kaplin Kapasitör (Gerilim Trafosu)

- **Asıl** görevi yüksek gerilimi ölçmek olan kapasitif gerilim trafolarıdır.
- Aynı zamanda, yapısındaki kondansatörler aracılığıyla PLC sinyalinin yüksek gerilim hattına kuplajı (bağlanması) için de kullanılırlar.
- Gerilim trafosunun LVT-A ucu, PLC sisteminin Hat Ayar Ünitesi’ne (Tuner) bağlanır. PLC bağlantısı yapılacağı zaman bu uçtaki topraklama köprüsünün sökülmesi gerekir.

Sızdırma Bobini

- Kaplin kapasitörün alt ucu ile toprak arasına bağlanır.
- Görevi, 50 Hz'lik şebeke akımını toprağa akıtarak kaplin kapasitörün alt ucunda tehlikeli bir gerilim birikmesini önlemektir. Bu, özellikle çalışanların can güvenliği için kritik bir elemandır.
- PLC frekanslarına karşı yüksek empedans göstererek RF sinyalinin toprağa akmasını engeller.

Hat Ayar Ünitesi (Tuner)

- İki temel görevi vardır:
 - 1.** PLC cihazının çıkış empedansını (genellikle 75Ω) hattın empedansına uydurarak (empedans adaptasyonu) maksimum güç aktarımını sağlamak.
 - 2.** Kaplin kapasitör ile bir seri rezonans devresi oluşturarak PLC frekansı için hatta doğru düşük kayıplı bir yol sağlamak.
- PLC cihazından gelen koaksiyel kablo bu üniteye bağlanır.

Koaksiyel Kablo

- PLC cihazı ile Hat Ayar Ünitesi arasındaki bağlantıyı sağlar.
- Yüksek frekanslı RF işaretini **en az** zayıflama ve bozulma ile iletmek üzere tasarlanmış özel, çift ekranlı bir kablodur.

Koaksiyel Kablonun Fiziki Görünümü ve Yapısı

- İç İletken
- Yalıtkan
- **1.** Ekran (Bakır)
- **1.** Kılıf
- **2.** Ekran (Çelik)
- Dış Kılıf

FİBER OPTİK SİSTEMLER

FİBER OPTİK KABLOLAR

Fiber optik kablo, ışığı bir noktadan diğerine ileten, merkezinde çok ince bir cam katman bulunan bir kablo çeşididir. Temel olarak üç katmandan oluşur:

- Nüve (Core): Işığın içinde ilerlediği, kablonun merkezindeki çok saf cam kısımdır.
- Kılıf (Cladding): Nüveyi saran ve kırılma indisi nüveden biraz daha düşük olan ikinci cam katmandır. Bu indis farkı sayesinde ışığın tam yansıma yaparak nüve dışına çıkmadan ilerlemesini sağlar.
- Kaplama (Coating): Fiberi darbe, şok ve nem gibi dış etkenlerden koruyan polimer veya plastik dış katmandır.

Fiber Optik Kablo Yapısı

- Core Diameter 8 to 12 μ m
- Cladding Diameter 125 μ m
- Coating Diameter 250 μ m

TEİAŞ İletişim Altyapısında Kullanılan Fiber Optik Kablolar

TEİAŞ, **2024 yılı** itibarıyla toplamda 38.714 km uzunluğunda fiber optik altyapıya sahiptir. Bu altyapıda dört farklı tipte kablo kullanılmaktadır:

- 1. OPGW (Optik Fiberli Koruma Teli):** Enerji iletim hatlarının en tepesindeki koruma (toprak) iletkeninin içine fiber optik liflerin yerleştirilmesiyle oluşturulur. Hem hattı yıldırım ve kısa devre akımlarından korur hem de yüksek kapasiteli iletişim sağlar. TEİAŞ altyapısının büyük çoğunluğunu (38.057 km) bu kablo tipi oluşturur.
- 2. ADSS (Tamamı Yalıtkan Kendinden Destekli):** İçinde metalik bileşen bulunmayan, kendi kendini taşıyabilen ve enerji hatlarına sonradan, enerji kesintisi yapılmadan tesis edilebilen bir kablo tipidir.
- 3. Yeraltı Fiber Optik Kablo (Non-metalik):** OPGW kablolarını direklerden trafo merkezindeki telekom odasına indirmek veya yeraltı güç kabloları ile birlikte kullanmak için tesis edilir.
- 4. Denizaltı Fiber Optik Kablo (Çelik tel zırhlı):** Deniz geçişlerinde kullanılan, dış etkenlere ve basınca karşı çelik tel zırh gibi özel koruma katmanlarına sahip kablolardır.

Enerji İletim Hattına OPGW Tesis, Test ve Ölçümleri

TEİAŞ altyapısının çoğunluğunu OPGW'ler oluşturduğu için bu kablonun tesisi ve testi önemlidir.

- OPGW Tesis ve Testleri: OPGW kabloları sahaya sevk edilmeden önce fabrika kabul testlerinden geçer. Sahaya geldikten sonra ve montajdan sonra optik ölçümleri yapılır. Montajı, özel tel çekme ve fren makinelerinin senkron çalışmasıyla, direklerdeki makaralardan geçirilerek yapılır.
- Ek Kutusu ve Fiber Eklerinin Yapılması: Kabloların birbirine eklendiği noktalarda fiber lifler, "ek kutusu" adı verilen koruyucu muhafazaların içinde, "fusion splicer" (ek cihazı) ile hassas bir şekilde birbirine kaynatılır. Ek kutuları, fiberleri dış etkilerden korur ve belirli standartları (IP67 koruma, kaset yapısı, yedek fiber uzunluğu vb.) sağlamalıdır.
- Fiber Optik Kabloların Test ve Ölçümleri: Fiber hatların kalitesini kontrol etmek için OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) cihazı kullanılır. OTDR, fibere bir ışık darbesi gönderip geri yansımaları analiz ederek hattaki toplam zayıflamayı, kilometre başına düşen zayıflamayı, ek kayıplarını ve olası arıza noktalarını mesafeleriyle birlikte grafiksel olarak gösterir. Ölçüm yapılırken dalga boyu, mesafe aralığı, ölçüm süresi ve darbe genişliği gibi parametreler doğru ayarlanmalıdır.

TEİAŞ şartnamelerine göre montaj sonrası yapılan ölçümlerde kabul edilebilir zayıflama değerleri şöyledir:

- Montaj öncesi kilometrik zayıflama G.652 fiberler için 0,22 dB/km'den büyük olmamalıdır.
- Montaj sonrası (ek kayıpları dahil) kilometrik zayıflama 0,25 dB/km'den büyük olmamalıdır.
- Tek yönlü ek zayıflaması 0,3 dB'den büyük olmamalıdır.
- Çift yönlü ortalama ek zayıflaması 0,1 dB'den büyük olmamalıdır.

FİBER OPTİK TERMİNAL TEÇHİZATI

Fiber optik iletişim sistemlerinde, elektriksel işareti optik işarete (ve tersi) dönüştüren, veriyi işleyip paketleyen alıcı ve verici cihazlara genel olarak "Fiber Optik Terminal Teçhizatı" denir. Optik iletişimin metal bazlı sistemlere göre birçok avantajı vardır:

- Yüksek hız ve yüksek bant genişliği sağlar.
- Elektromanyetik girişimlerden etkilenmez.
- Daha uzun mesafelere sinyal taşıyabilir.
- Daha güvenlidir (bilgi çalınması zordur).
- Daha ince, hafif ve kurulumu kolaydır.

TEİAŞ sisteminde başlıca şu standartlarda çalışan terminal teçhizatları kullanılır:

- PDH (Sayısal Çoklayıcı / Multiplexer) Sistemleri
- SDH (Senkron Dijital Hiyerarşi) Sistemleri
- WDM (Dalgaboyu Bölmeli Çoklama) Sistemleri

Sayısal Çoklayıcı (Multiplexer)

- Bir ses kanalını Darbe Kod Modülasyonu (PCM) tekniği ile 64 kbps hızında sayısal bir işarete dönüştürür.
- Zaman Paylaşımli Çoklama (TDM) tekniği ile **32 adet** 64 kbps kanalı birleştirerek 2 Mbps (E1 olarak bilinir) hızında bir çerçeve yapısı oluşturur.
- Bu 32 kanaldan (time slot) 30'u ses ve veri iletişimi için kullanılırken, 0. kanal senkronizasyon, 16. kanal ise işaretleşme için ayrılmıştır.
- TEİAŞ'ta farklı markalara ait sayısal çoklayıcılar bulunmakta olup bu cihazlarda RTU, koruma ve PAX santral haberleşmesi için çeşitli arayüz kartları (E&M, FXS/FXO vb.) kullanılır.

SDH (Synchronous Digital Hierarchy)

SDH cihazları, fiber optik iletişim ağının ana omurgasını oluşturur ve üç farklı şekilde kullanılabilir:

- 1. Terminal Çoklayıcı:** Farklı protokollerdeki (PDH, Ethernet vb.) sinyalleri tek bir yüksek hızlı optik sinyalde birleştirir.
- 2. ADM (Add-Drop Multiplexer):** Bir merkezden geçen yüksek kapasiteli sinyalin içinden istenilen kanalları o merkezin kullanımı için ayırır (drop) ve o merkezden yeni kanalları ana sinyale ekler (add).
- 3. Repetör/Regenerator:** Uzun mesafelerde zayıflayan optik sinyali alıp, güçlendirip ve yeniden şekillendirip hatta tekrar veren yineleyicidir.

1. SDH Şebeke Topolojileri

- SDH cihazlarının birbirine bağlanma şekilleridir. Başlıca topolojiler şunlardır:
 - » Noktadan Noktaya
 - » Noktadan Çok Noktaya
 - » Zincir Topoloji
 - » Yıldız Topoloji
 - » Ring Topoloji (Halka)
 - » Mesh Topoloji (Örgü)

TEİAŞ'ın ana omurgası, yüksek güvenilirlik ve kesintisiz iletişim için alternatif yollar sunan Mesh topolojisi-
sinde kurulmuştur.

2. SDH Cihazlarında Kapasite/Hız Kavramı

SDH (Senkron Dijital Hiyerarşi) cihazlarının kapasitesi, STM (Senkron Taşıma Modülü) seviyeleri ile sınıflandırılır. SDH hiyerarşisinin en temel seviyesi STM-1 olup 155 Mbps'lik bir kapasiteye karşılık gelir. Diğer STM seviyeleri ve bu seviyelere karşılık gelen kapasiteler aşağıdaki gibidir:

- STM-1: 155 Mbps
- STM-4: 622 Mbps
- STM-16: 2,5 Gbps
- STM-64: 10 Gbps

TEİAŞ'ın fiber optik iletişim altyapısında bu seviyelerin tamamında (STM-1, STM-4, STM-**16** ve STM-64) çalışan SDH cihazları kullanılmaktadır. Sistemin ana omurgası, yüksek güvenilirlik sağlayan mesh topolojide kurulmuş olan STM-64 kapasiteli cihazlardan oluşur. Daha düşük kapasiteli SDH cihazları (STM-1, STM-4, STM-16) ise bu ana omurgaya ring (halka), zincir veya yıldız topolojileriyle bağlanır.

TEİAŞ STM-64 SDH Sistemlerinin Sadeleştirilmiş Bağlantı Yapısı

- EDİRNE BÖL.
- İSTANBUL BÖL.
- BURSA BÖL.
- İZMİR BÖL.
- DENİZLİ BÖL.
- ANTALYA BÖL.
- ISPARTA BÖL.
- KÜTAHYA BÖL.
- ADAPAZARI BÖL.
- ANKARA BÖL.
- KONYA BÖL.
- ADANA BÖL.
- KASTAMONU BÖL.

- SAMSUN BÖL.
- KAYSERİ BÖL.
- GAZİANTEP BÖL.
- TRABZON BÖL.
- ELAZIĞ BÖL.
- ERZURUM BÖL.

VAN BÖLGE

- BATMAN BÖL.

3. Senkron Transport Modülün (STM) Çerçeve Yapısı

SDH sisteminin temel kapasitesi STM-1 olarak tanımlanır. Ancak 155 Mbps'lik bu kapasitenin tamamı doğrudan veri taşımak için kullanılmaz. Kapasitenin bir kısmı, sistemin yönetimi ve denetimi için ayrılmış olan başlık (overhead) bilgilerine harcanır.

STM-1 çerçeve yapısı, 9 satır ve 270 sütundan oluşan bir matris olarak düşünülebilir. Her bir hücre 1 byte'lık veri içerir. Bu çerçevenin iletimi 125 mikrosaniyede tamamlanır, yani saniyede **8000 adet** çerçeve iletilir. Bu yapıya göre toplam brüt kapasite şu şekilde hesaplanır: $270 \text{ sütun} \times 9 \text{ satır} \times 8 \text{ bit/byte} \times 8000 \text{ çerçeve/saniye} = 155,520 \text{ Mbps}$

Bu çerçevenin ana kısımları şunlardır:

- Payload (Yük): Bilginin (ses, veri vb.) taşındığı ana kısımdır.
- Section Overhead (SOH): Çerçevenin yönetimsel ve denetimsel işlevleri için kullanılan başlık bölümüdür. Kendi içinde ikiye ayrılır:
 - » RSOH (Regenerator Section Overhead): Sinyal yenileyiciler (repetörler) arasındaki iletişim için kullanılır.

- » MSOH (Multiplexer Section Overhead): Çoklayıcılar (multiplexer) arasındaki iletişim için kullanılır.
- AU Pointer (Administrative Unit Pointer): Payload'ın çerçeve içindeki başlangıç noktasını gösteren işaretçidir. Bu sayede farklı hızlardaki sinyaller senkron bir yapı içinde taşınabilir.

Veri iletimi, Payload kısmının içinde yer alan Sanal Taşıyıcılar (Virtual Container - VC) üzerinden sağlanır. Farklı kapasitelerdeki verileri taşımak için farklı VC seviyeleri tanımlanmıştır:

- VC-4: Yaklaşık 140 Mbps kapasiteye sahiptir.
- VC-3: Yaklaşık 34 Mbps kapasiteye sahiptir.
- VC-12: Yaklaşık 2 Mbps (bir E1 kanalına eşdeğer) kapasiteye sahiptir.

Bir STM-1 çerçevesi içerisinde, bu sanal taşıyıcılardan;

- **1 adet** VC-4, veya
- **3 adet** VC-3, veya
- **63 adet** VC-12 taşınabilir.

STM-n ve VC Arasındaki Hiyerarşik Yapı

- Haritalama
- Hizalama
- Multiplexing (Çoklama)
- Pointer İşlemi
- STM-64 -> AUG-64
- STM-16 -> AUG-16
- STM-4 -> AUG-4
- STM-1 -> AUG-1
- AUG-1 -> AU-4 -> VC-4 -> C-4 (139264 kbit/s)
- VC-4 -> TUG-3 -> TU-3 -> VC-3 -> C-3 (34368 kbit/s)
- TUG-3 -> TUG-2 -> TU-12 -> VC-12 -> C-12 (2048 kbit/s)

4. TEİAŞ'ta Kullanılan SDH Cihazları

TEİAŞ iletişim altyapısında Alcatel, Nortel-Netaş, TEJAS, Sagem, Raisecom ve Huawei gibi çeşitli markaların SDH cihazları kullanılmaktadır.

Bir SDH cihazı genel olarak şu kartlardan oluşur:

- Kontrol, Yönetim ve Matrix Kartları: Cihaz üzerindeki tüm kartların durumunu kontrol eden, trafik atamalarının (cross connection) yapıldığı ve ağ yönetim sistemi (NMS) ile bağlantıyı sağlayan ana kartlardır.
- Optik Arabirim Kartları: Elektriksel sinyali optik sinyale ve optik sinyali tekrar elektriksel sinyale dönüştüren kartlardır. Fiber optik kablo bağlantıları bu kartlar üzerindeki SFP modülleri aracılığıyla yapılır.
- 2 Mbps (E1) Arayüz Kartları: Yüksek kapasiteli STM sinyalinin içinden ayrıştırılan 2 Mbps'lik E1 kanallarının fiziki olarak sonlandırıldığı ve kullanıma sunulduğu kartlardır.
- Ethernet Arayüz Kartları: STM sinyali içinden istenilen kapasitede (2 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps vb.) oluşturulan Ethernet kanallarının fiziki olarak sonlandırıldığı kartlardır.
- Power Supply Kartları: Cihazın enerji beslemesini sağlayan güç kaynağı kartlarıdır.

SCADA/EMS VE RTU SİSTEMLERİ

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition - Gözetimsel Denetim ve Veri Toplama), geniş bir coğrafi alana yayılmış elektrik şebekesinin, merkezi bir kontrol noktasından gerçek zamanlı olarak izlenmesi, kontrol edilmesi ve yönetilmesi imkanını sunan sistemdir.

Sistem işletimi için kurulan SCADA/EMS Sistemi, TEİAŞ iletim şebekesine bağlı yaklaşık 1417 merkezdeki Uzak Terminal Birimi (RTU) vasıtasıyla anlık olarak veri toplamaktadır. Toplanan bu veriler; analog ölçümleri (aktif güç, reaktif güç, gerilim, frekans vb.), anahtarlama teçhizatlarının (kesici, ayırıcı) durum bilgilerini ve alarm bilgilerini içerir.

SCADA sistemine ek olarak EMS (Enerji Yönetim Sistemi) fonksiyonları ile daha gelişmiş analizler yapılır. Bunlar arasında durum kestirimi, statik ve dinamik analiz, rüzgar enerjisi üretim tahmini ve yük tahmini gibi işlevler bulunur. Ayrıca AGC (Otomatik Üretim Kontrolü) fonksiyonu sayesinde Türkiye Ulusal Enterkonnekte Elektrik Şebekesinin anlık yük ve frekans kontrolü SCADA/EMS sistemi üzerinden gerçekleştirilir.

SCADA/EMS Sisteminin Genel Görünümü

TEİAŞ'ın Milli Yük Tevzi Sistemi, hiyerarşik bir yapıya sahiptir. Bu yapının en üstünde Milli Yük Tevzi Merkezi (MYTM) bulunur. Sistemde toplamda 1 MYTM, 1 Acil Durum Kontrol Merkezi (ADKM) ve **9 adet** Bölgesel Yük Tevzi Merkezi (BYTM) olmak üzere 11 kontrol merkezi vardır.

- BYTM'ler sadece SCADA fonksiyonlarına sahipken, MYTM hem SCADA hem de gelişmiş EMS fonksiyonlarına sahiptir.
- ADKM, acil durumlarda MYTM'nin görevini üstlenmek üzere tasarlanmış yedek bir merkezdir.
- Tüm kontrol merkezleri yedekli bir yapıya sahiptir.
- Sahadaki RTU'lar, bağlı oldukları BYTM'lere yedekli iletişim kanalları ile bağlanır. Her BYTM ise MYTM'ye yedekli, ADKM'ye ise tek bir iletişim kanalı ile bağlıdır.

TEİAŞ MİLLİ YÜK TEVZİ SİSTEMİ GENEL GÖRÜNÜMÜ

- MİLLİ KONTROL MERKEZİ
- ACİL DURUM KONTROL MERKEZİ
- MPLS VPN
- ADANA BKM
- ANTALYA BKM
- İZMİR BKM
- İKİTELLİ BKM
- ADAPAZARI BKM
- GÖLBAŞI BKM
- SAMSUN BKM
- ERZURUM BKM
- ELAZIĞ BKM

İletişim Sistemi

Yük Tevzi Merkezleri arasındaki iletişim; telekomünikasyon şirketlerinden kiralanan kanallar, Metro Ethernet, MPLS VPN altyapısı ve TEİAŞ'ın kendi fiber optik kanalları üzerinden sağlanır. RTU'lar ile merkezler arasında IEC 60870-5-**101 ve** IEC 60870-5-104 gibi standart veri iletişim protokolleri kullanılırken, kontrol merkezleri arasında ICCP gibi daha gelişmiş protokoller kullanılır.

SCADA Fonksiyonları

SCADA sisteminin temel fonksiyonu, sahadaki RTU'lerden gerçek zamanlı bilgileri toplamaktır. Bu veriler merkezde şebeke diyagramları, raporlar ve alarm listeleri şeklinde operatörlere sunulur ve EMS hesaplamaları için temel oluşturur. Ayrıca, Yük Frekans Kontrol (LFC) programı tarafından hesaplanan üretim ayar değerleri (set-point), santrallere bu sistem üzerinden gönderilir.

EMS Fonksiyonları

MYTM ve ADKM'de bulunan gelişmiş EMS fonksiyonlarından bazıları şunlardır:

- **Durum Kestirim Programı:** Şebekeden toplanan verilerdeki olası hataları tespit edip düzelterek ve eksik verileri hesaplayarak şebekenin en doğru anlık modelini oluşturur.
- **Kısıtlılık Analizi:** Önceden tanımlanmış olası arıza senaryolarının (örneğin bir hattın veya trafonun devre dışı kalması) şebekede aşırı yüklenmelere veya anormal gerilimlere sebep olup olmayacağını periyodik olarak analiz eder.
- **Yük Akışı Programı:** Operatörlerin etüt yapabilmesi için, belirli işletme koşulları altında şebekenin nasıl davranacağını (hatlardaki güç akışları, baralardaki gerilimler vb.) hesaplar.
- **Otomatik Üretim Kontrolü (AGC):** Sistem frekansını ve komşu ülkelerle olan enerji alışverişini belirlenen değerlerde tutmak için kontrolü altındaki santrallerin üretimini her 4 saniyede bir otomatik olarak ayarlar.
- **Kısa Dönem Yük Tahmini:** Geçmiş yük verileri ve hava tahmin verilerini kullanarak gelecekteki saatlik yük talebini tahmin eder.
- **Yük Tevzici Eğitim Simülatörü (DTS):** Operatörlerin normal ve acil durum senaryoları üzerinde eğitim yapabilmeleri için gerçek sistemin bir kopyası üzerinde çalışan simülasyon ortamı sağlar.

Uzak Uç Birimi (RTU)

RTU (Remote Terminal Unit), trafo merkezleri ve santrallerde bulunan, sahadaki fiziksel ekipmanlar ile merkezi SCADA sistemi arasında köprü görevi gören elektronik bir cihazdır. Görevleri:

- Sahadan gelen sinyal ve bilgileri toplamak.
- Bu bilgileri merkezi kontrol sistemine iletmek.
- Merkezi kontrol sisteminden gelen komutları (aç/kapa vb.) sahaya uygulamak.

RTU'lar, çeşitli haberleşme protokollerini (IEC 60870, Modbus, DNP3 vb.) destekler. Modüler bir yapıya sahiptirler ve yedekli güç kaynakları ile merkezi işlem birimlerinden oluşurlar.

- RTU'lar Tarafından Toplanan Bilgiler:
 - » Hatların ve trafoların aktif/reaktif güçleri.
 - » Bara gerilimleri.
 - » Kesici ve ayırıcıların konum bilgileri (açık/kapalı).
 - » Trafoların kademe pozisyonları ve alarmları.
 - » Hidrolik santraller için su seviyeleri ve debi bilgileri.

- » Rüzgar santralleri için rüzgar hızı ve yönü.
- RTU Giriş/Çıkış (I/O) Modülleri:
 - » Sayısal Girişler (Digital Input): Ekipmanların açık/kapalı veya arıza gibi iki durumlu bilgilerini (kuru kontak) almak için kullanılır.
 - » Analog Girişler (Analog Input): Güç, gerilim, akım gibi sürekli değişen analog bilgileri (genellikle 4-20 mA veya 0-10 V gibi) almak için kullanılır.
 - » Sayısal Çıkışlar (Digital Output): Sahadaki ekipmanlara aç/kapa gibi komutları göndermek için kullanılır.
 - » Analog Çıkışlar (Analog Output): Santrallerin üretim seviyelerini ayarlamak gibi oransal komutları göndermek için kullanılır.
- Senkronizasyon: RTU'lar, topladıkları verileri doğru zaman damgası ile gönderebilmek için Yük Tevzi Merkezi'nden veya GPS uydularından aldıkları saat bilgisi ile senkronize olurlar.

PAX HABERLEŞME SİSTEMİ

PAX Haberleşme Sistemi ve Donanımsal Yapısı

PAX (Private Automatic eXchange - Özel Otomatik Telefon Santrali) haberleşme sistemi, TEİAŞ'ın kendi iletişim altyapısını (PLC, Fiber Optik, Kiralık Kanallar) kullanarak ses haberleşmesini sağladığı sistemin genel adıdır. Temel amacı, Yük Tevzi Merkezlerinin, transformatör merkezleri ve üretim santralleri ile telekomünikasyon şirketlerine bağımlı olmadan kesintisiz ve güvenilir bir sesli iletişim kurmasını sağlamaktır.

- TRUNK: PAX santrallerinin birbirleriyle olan bağlantı hatlarına "TRUNK" denir. İki çeşit trunk bağlantısı bulunur:
 - » E&M Trunk: Genellikle PLC cihazları veya sayısal çoklayıcılar üzerinden sağlanır ve tek bir görüşme kanalına izin verir.
 - » PRI Trunk: SDH cihazlarının 2 Mbps (E1) kanalları üzerinden sağlanır ve aynı anda 30 görüşme yapılmasına imkan tanır.

2024 yılı itibarıyla TEİAŞ sisteminde toplam 729 lokasyonda PAX santrali bulunmaktadır. Bu santrallerin büyük çoğunluğu Karel markadır. Kullanıcı sayısına göre duvara monte edilen tek rack'li (DS200S/M) veya kabinet tipi çok rack'li (DS200) santraller kullanılır.

- PAX Santral Kartları:
 - » Güç ve Besleme Kartları: Santralin enerjisini sağlar.
 - » Yönetim ve Kontrol Kartları: Santralin programlanması ve konfigürasyonlarının yapıldığı beyin kartlarıdır.
 - » Abone Kartları: Telefon makinelerinin santrale fiziksel olarak bağlandığı kartlardır.
 - » Dış Hat Kartları (Trunk Kartları): Santralin diğer santrallerle iletişim kurmasını sağlayan PLC veya Fiber Optik cihazlara bağlantının yapıldığı kartlardır.

PAX Haberleşme Sisteminde Numara Planı

TEİAŞ PAX sisteminde 4 haneli bir numara planı kullanılır ve numaralar 1000 ile 8999 arasındadır. Bu numaralar, Yük Tevzi Merkezi (YTM) bölgelerine göre tahsis edilmiştir. Örneğin:

- Trakya YTM (İstanbul): 1000 - 1999 arası
- Kuzey Batı Anadolu YTM (Adapazarı): 2000 - 2999 arası
- Orta Anadolu YTM (Ankara): 8000 - 8999 arası

Arayan ve aranan aboneler arasında bağlantının kurulabilmesi için, santrallerin bu numara planına göre doğru yönlendirmeleri yapacak şekilde programlanması gerekmektedir.

KORUMA SİNYALİZASYONU

Enterkonnekte sistem, tüm santralleri, trafo merkezlerini ve tüketicileri birbirine bağlayan büyük bir şebekedir. Bu sistemde bir arıza meydana geldiğinde, arızanın tüm sisteme yayılmasını önlemek için sadece arızalı bölümün hızla devre dışı bırakılması esastır.

Koruma sinyalizasyonu, bir hattın iki ucundaki koruma rölelerinin birbiriyle haberleşerek arızanın nerede olduğunu doğru bir şekilde tespit etmesini ve sadece gerekli kesicilere "aç" veya "açma" komutlarını iletmesini sağlar.

İletim Sistemi Korumaları

Röleler, sistemde arıza, aşırı yük, aşırı gerilim gibi anormal durumları algılayarak kesicilere açma/kapama komutu gönderen cihazlardır. Koruma felsefesi, arıza anında sistemin en küçük parçasını devre dışı bırakarak seçiciliği sağlamaktır.

Bu nedenle, yüksek güvenilirlik için koruma sistemi tamamen yedekli olarak tasarlanır. Bir hat için genellikle iki ayrı ana koruma rölesi (Ana Koruma **1 ve** Ana Koruma 2) bulunur. Bu röleler, farklı DC besleme kaynaklarından beslenir, akım ve gerilim bilgilerini farklı trafo sargılarından alır ve kesicilerin farklı açtırma bobinlerine kumanda ederler. Bu iki sistem birbirinin yedeği değil, aynı amaç için çalışan farklı mantıklara sahip bağımsız sistemlerdir.

Koruma İletişimi

Enterkonnekte şebekedeki bir arızanın, yönetmeliklerde belirtilen çok kısa süreler içinde (örneğin 140 ms) temizlenebilmesi için koruma sinyalizasyonu olmazsa olmazdır. Röleler, arızayı kendi başlarına belirli bir bölge için tespit edebilirler, ancak hattın tamamını en hızlı şekilde açabilmek için karşı merkezdeki röle ile haberleşmeleri gerekir.

İletim sistemimizde başlıca koruma haberleşme uygulamaları şunlardır:

- Mesafe Koruma (LP1, LP2): Hattaki arızanın uzaklığına göre çalışan koruma sisteminin haberleşmesidir.
- Transfer Trip (TT, Doğrudan Açtırma): Trafo merkezindeki bir kesici arızası veya bara arızası gibi durumlarda, karşı merkezdeki kesicinin de koşulsuz olarak açtırılması için gönderilen sinyaldir.

Hattın OPGW'li olup olmamasına göre koruma haberleşmesi farklı şekillerde yapılır:

- 154 kV Hat Fiderlerinde:
 - » OPGW'li Hatlar: Röleler, "Teleprotection" cihazları üzerinden veya doğrudan fiber optik kablo ile haberleşir.
 - » OPGW'siz Hatlar: Haberleşme kuranportör (PLC) cihazları üzerinden sağlanır.
- 400 kV Hat Fiderlerinde:

- » OPGW'siz Hatlar: İki ayrı haberleşme seti (Set-**1 ve** Set-2) bulunur. Her ikisi de PLC üzerinden çalışır ve hem LP hem de TT sinyallerini taşır.
- » OPGW'li Hatlar: Genellikle Set-1 PLC üzerinden, Set-2 ise fiber optik altyapı (SDH&MUX veya direkt fiber) üzerinden çalışarak yedeklilik sağlanır. Eğer alternatif ikinci bir fiber optik hat varsa, her iki set de fiber üzerinden çalıştırılabilir.

NETWORK SİSTEMLERİ

Cat6 Kablo Nedir?

Cat6, ethernet tabanlı bilgisayar ağlarında kullanılan, gigabit (1000 Mbps) **ve üzeri** hızlarda veri taşıma kapasitesine sahip standart bir UTP (Unshielded Twisted Pair - Korumasız Bükümlü Çift) kablodur. 250 MHz frekans aralığında çalışır ve 100 metreye kadar mesafelerde 10 Gbps hıza ulaşabilir. İçerisinde 4 çift (**8 adet**) bükümlü bakır tel bulunur ve RJ45 konektör ile sonlandırılır.

Switch Nedir, Ne İşe Yarar?

Ağ anahtarı (switch), bilgisayarları, sunucuları ve diğer ağ cihazlarını birbirine bağlayarak yerel bir ağ (LAN) oluşturan ağ donanımıdır. OSI modelinin 2. katmanında (Veri Bağı Katmanı) çalışır.

Switch, kendisine bağlı cihazların MAC adreslerini öğrenerek bir MAC adresi tablosu oluşturur. Bir veri paketi geldiğinde, paketin hedef MAC adresine bakarak paketi sadece ilgili porta yönlendirir. Bu sayede gereksiz ağ trafiğini önler ve ağ performansını artırır. Yeni nesil "Layer 3 Switch"ler ise IP yönlendirme (routing) yapabildikleri için OSI modelinin 3. katmanında da çalışabilirler.

Router Nedir, Ne İşe Yarar?

Router (yönlendirici), iki veya **daha fazla** farklı bilgisayar ağını (örneğin ofis ağıınız ile interneti) birbirine bağlayan ve bu ağlar arasında veri paketlerinin iletimini sağlayan ağ donanımdır. OSI modelinin 3. katmanında (Ağ Katmanı) çalışır.

Router'lar, switch'lerden farklı olarak MAC adreslerine göre değil, mantıksal adreslere (IP adresleri) göre çalışır. Gelen bir IP paketinin hedef IP adresine bakar ve kendi yönlendirme tablosunu kullanarak paketi hedefe ulaştıracak en uygun yola yönlendirir. Eğer hedef kendi ağlarından birinde değilse, paketi bir sonraki router'a gönderir. Bu şekilde paketler, internet gibi büyük ağlarda hedeflerine ulaşır.