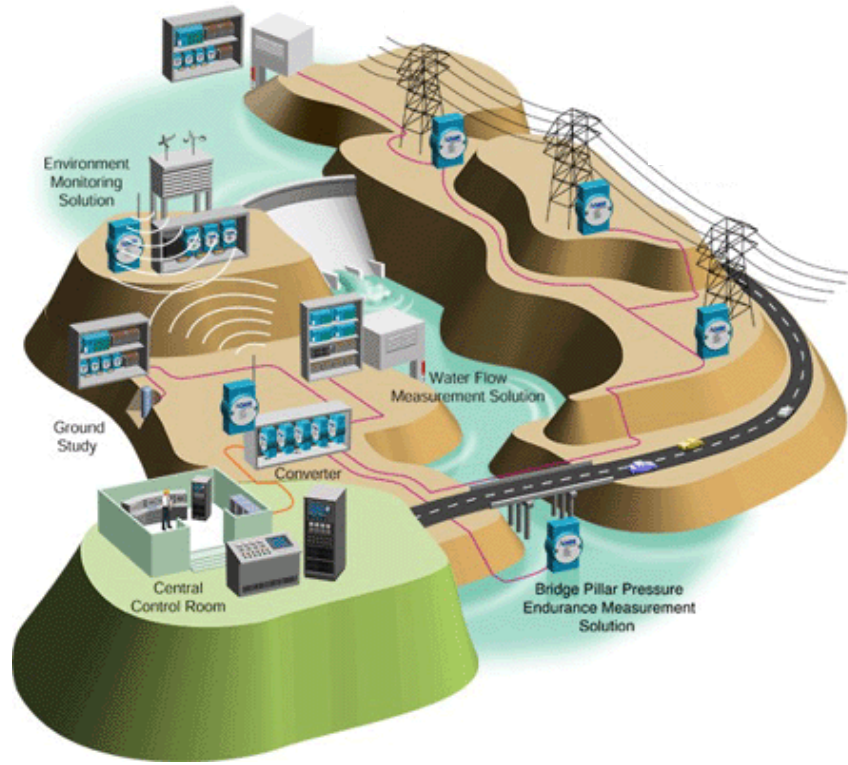


E-KİTAP

Kontrol Sistemleri **SCADA**

SCADA'ya Giriş
SCADA Sistemleri HW-FW
SCADA Sistemleri,
Yerel Kablolama
Yerel Alan Şebeke Sistemi
Modemler



TMMOB
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

EMO YAYIN NO: EK/2012/524
ISBN: 978-605-01-0421-9

Kontrol Sistemleri - SCADA

KONTROL SİSTEMLERİ - SCADA

Kasım 2012

ISBN : 978-605-01-0421-9

EMO YAYIN NO : EK / 2012 / 524

TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI YAYINLARI

İhlamur Sokak No:10 Kat:2 Kızılay Ankara

Tel: (312) 425 32 72 Faks: (312) 417 38 18

Yayına Hazırlayan

Elektrik Mühendisleri Odası

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|----|
| • Önsöz | 8 |
| • SCADA'ya Giriş | 9 |
| SCADA'ya giriş ve kısa tarihçe | 9 |
| Modem SCADA sistemlerinin temel prensipleri | 9 |
| SCADA donanımı | 11 |
| SCADA yazılımı | 12 |
| SCADA için yerel kablolama | 13 |
| SCADA ve yerel alan şebekeleri | 14 |
| SCADA sistemlerinde modem kullanımı | 15 |
| Bilgisayar konumları ve sorun giderme | 15 |
| Sistem kurulumu | 17 |
| • SCADA Sistemleri HW-FW | 18 |
| Giriş | 18 |
| SCADA, DCS, PLC ve akıllı enstrüman | 18 |
| RTU - Uzak terminal birimleri | 24 |
| Uygulama programları | 44 |
| RTU olarak kullanılan PLC'ler | 45 |
| Master istasyon | 52 |
| Sistem güvenilirliği ve ulaşılabilirliği | 56 |
| İletişim mimarileri ve felsefeleri | 57 |
| Bir master istasyonunun tipik konfigürasyon hususları | 62 |
| • SCADA Sistemleri, Yazılım ve Protokoller | 64 |
| Giriş | 64 |
| Bir SCADA sisteminin bileşenleri | 65 |

| | |
|---|------------|
| SCADA yazılım paketi | 69 |
| Özel SCADA protokolleri | 72 |
| Hata tespiti | 81 |
| Dağıtılmış şebeke protokolleri | 86 |
| SCADA sistemlerinde gelişen teknolojiler | 93 |
| 12 Altın kural | 94 |
| • Yerel Kablolama | 95 |
| Giriş | 95 |
| Kablolamaya giriş | 96 |
| Kablolarda etkileşim ve gürültünün tanımı | 96 |
| Kablolarda etkileşim ve gürültü kaynakları | 98 |
| Elektrostatik eşleme | 98 |
| Kablolardaki etkileşim ve gürültüyü azaltmanın pratik yolları | 101 |
| Kablo tipleri | 106 |
| Şahsa özel kablolar | 115 |
| Umumi şebekenin sağladığı servisler | 118 |
| Santral şebekeli telefon servisleri | 118 |
| Analog bağlama hatları | 120 |
| Analog veri servisleri | 124 |
| Dijital veri servisleri | 126 |
| Paket aktarmalı servisler | 128 |
| ISDN | 131 |
| ATM | 132 |
| • Yerel Alan Şebeke Sistemi | 133 |
| Giriş | 133 |
| Şebeke topolojileri | 134 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Medya erişim metotları | 137 |
| IEEE 802.3 Ethernet | 138 |
| MAC çerçeve formatı | 144 |
| Yüksek hızlı Ethernet sistemleri | 144 |
| 100Base-T (100Base-TX, T4, FX, T2) | 145 |
| Hızlı Ethernet tasarım hususları | 149 |
| Gigabit Ethernet 1000Base-T | 150 |
| Şebekeler arası bağlantı bileşenleri | 152 |
| TCP/IP protokolleri | 156 |
| SCADA ve internet | 159 |

• Modemler 162

| | |
|--|-----|
| Giriş | 162 |
| Modem inceleme | 162 |
| RS-232 / RS-422 / RS-485 arayüz standartları | 165 |
| Akış kontrol | 173 |
| Modülasyon teknikleri | 174 |
| Hata tespiti/düzeltilmesi ve veri sıkıştırma | 178 |
| Veri hızına karşılık baud hızı | 182 |
| Modem standartları | 182 |
| Radyo modemler | 183 |
| Sistemde sorun giderme | 186 |
| Seçim hususları | 188 |

• Merkezi Bölge Bilgisayar Özellikleri 190

| | |
|--------------------------|-----|
| Giriş | 190 |
| Önerilen kurulum pratiği | 190 |
| Ergonomik gereklilikler | 192 |

| | |
|------------------------------------|------------|
| Bilgisayar göstergeleri tasarımı | 195 |
| Alarm ve raporlama felsefeleri | 198 |
| • Sorun Giderme ve Bakım | 200 |
| Giriş | 200 |
| Telemetri sisteminde sorun giderme | 200 |
| Bakım işleri | 206 |
| Bakım ünitesi | 207 |
| • Sistemlerin Özellikleri | 209 |
| Giriş | 209 |
| Sık yapılan hatalar | 209 |
| Standartlar | 210 |
| Performans kriteri | 211 |
| Test | 211 |
| Dokümantasyon | 212 |
| Teknolojide yönelimler | 212 |

•Önsöz

SCADA (veya süpervizör kontrol ve veri kazanımı) sistemleri, yazılım ve endüstriyel veri iletişimi üzerine ağırlık vererek, hızla gelişmiş bir alan. SCADA çalıştığınız alana yönelik farklı anlamalara gelebilir. Mesela, eğer, endüstriyel bir tesis veya fabrika için, bir proses kontrol sistemi kuruyorsanız, SCADA'nız PC üstünde çalışan bir yazılım olacaktır. Bu yazılım sayesinde, prosesinizin iç işleyişini gözlemleyebilir ve aynı zamanda tesisinizi bir klavye yardımıyla kontrol edebilirsiniz. Diğer taraftan eğer su tesisi yöneticisiyseniz ve su dağıtım şebekeniz, merkezi bir kontrol odasındaki operatör istasyonlarıyla bir kaç bin km kareye yayılmış bir alanda, çeşitli su rezervlerinin seviyelerini, borulardaki akış debilerini ve çeşitli pompalama istasyonlarındaki aktiviteleri gözlemliyorsanız, SCADA'yı geleneksel temel anlamı olan, düşük miktarda bir kontrol yardımıyla veri kazanımı olarak algılayacaksınız. Bu durum da, veri transferi, belirgin aralıklarla yerleştirilmiş radyo iletişim bağları aracılığıyla çalışacaktır.

Bu notlarda, SCADA sistemlerinin donanım, yazılım ve SCADA operatör istasyonlarını birbirine bağlayan iletişim sistemleriyle (RS-232 ve Eternet gibi) ilgili temel konular yer almaktadır. SCADA'nın temel kavramlarını anlayabilecek düzeyde dokümantasyon bulacaksınız ve böylece bundan sonraki SCADA sisteminizi, daha etkin kılacak biçimde tasarlayacak ve kurabileceksiniz.

Bu notlar:

- SCADA sistemleri hakkında temel bilgiye sahip olmak
- Kullanılan tipik SCADA protokollerini tanımak
- SCADA sistemleri için temel endüstriyel şebekeleri kurmak

SCADA sistem donanımıyla ilgili sorun gidermenin temellerini kavramak konusunda yardımcı olacaktır.

Notların içeriği aşağıdaki gibidir.

Ünite 1: SCADA'ya Giriş. Bu ünite, kitabın içeriğinin genel hatlarıyla bir özetini ve SCADA sistemlerinin dayanaklarını içerir.

Ünite 2:SCADA Sistemleri, Donanım ve Gömülü Yazılım. Bu ünitenin amacı, SCADA sistemlerinin alt yapısını oluşturan tipik donanımını okuyucuya tanıtmaktır. Buna yönelik, özellikle, uzak terminal birimleri (RTUlar) ve programlanabilir mantık kontrolörlerine (PLCler) vurgu yapılmıştır.

Ünite 3:SCADA Sistemleri Yazılım ve Protokolleri. Yazılım ve ilgili protokoller, SCADA sistemlerini anlamada bir kilometre taşıdır ve bunlar bir dereceye kadar bu ünite de incelenmiştir.

Ünite 4:Yer Hatları. Bir çok SCADA sistemi, iletişim altyapısına bağlantılıdır. Bu ünite, bu farklı sistemleri kullanımda, size açık olan farkı opsiyonları değerlendirecek.

Ünite 5:Yerel Alan Şebeke/Ağ Sistemleri. SCADA sistemlerinin küçük bir bölümü, bağımsız olarak çalışır ve yerel bir şebekeyi oluşturan diğer bilgisayarlara bağlı bir bağlantıya bağımlıdır; çoğunlukla Endüstriyel Ethernet'e dayanır. Bu ünite de, bu konu bir dereceye kadar incelenecektir.

Ünite 6:Modemler. Bu ünite de, modemler ve her yerde bulunabilen RS-232/RS-485 standartları yer alır. Doğrudan dijital iletişim ve yerel alan şebekelerinin kullanımından dolayı, ilk yıllarda olduğu kadar popüler olmasalar da, modem ve RS-232'ler hala yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ünite 7:Merkez Alan Bilgisayar Özellikleri. Bu konu derinliğine olmasa da, uygun kurulum uygulamaları ve ergonomik gerekliliklere dayalı olarak incelenmiştir.

Ünite 8:Sorun Giderme ve Bakım. En ilginç alanlardan biri de, tipik RTU sorunlarının çözümleriyle birlikte, bu ünite de işlenmiştir.

Ünite 9:Sistem Tanımlama. Bu ünite de, SCADA sistemlerinin kısa bir spesifikasyonu ve pazardaki bazı gelişmeler yer almaktadır.

Toplamı 250 sayfalık bu notlar, IDC'nin hazırladığı SCADA ile ilgili uygulamalı SCADA eğitiminden Kontrol Sistemleri ile ilgili dizideki notlara bir ek olmak üzere düzenlenmiştir.

Notların yayınlanması için katkılarını, desteklerini esirgemeyen sayın Orhan Örüçü, Emre Metin ve Hakkı Ünlü'ye teşekkür ederiz.

Aydın Bodur

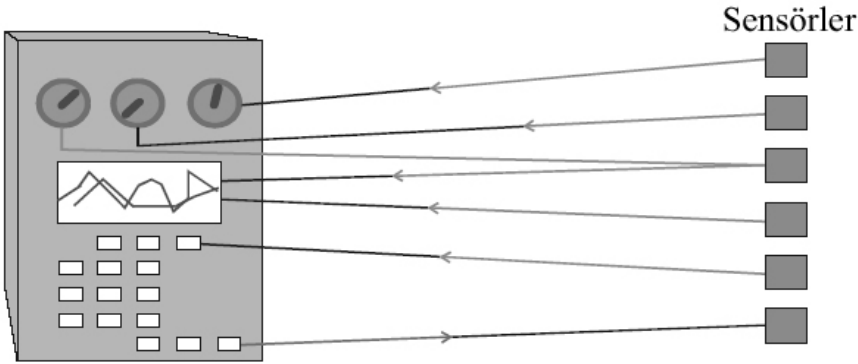
• SCADA'ya Giriş

SCADA'ya giriş ve kısa tarihçe

Bu notlar, SCADA sistemlerinin temel kavramları ve pratik uygulamaları hakkındadır. Günümüze dönük bir çalışma olarak, SCADA sistemlerinin pratik uygulamalarına özellikle önem verilmiştir. Özel üretici kitapçıklarında görülen formül ve detaylar, kavram ve tanımlamaların daha iyi anlaşılabilmesi için çıkarılmıştır.

Bu ünite, SCADA alanında kullanılan terminolojiye ve temel ilkelere bir giriş sunmaktadır. Ayrıca; notlar boyunca ele alınacak temel konuların bir özetidir.

Kontrol sistemleri olduğu müddetçe, SCADA (Süpervizör kontrol ve veri kazanımı) kullanılacaktır. İlk kullanılan SCADA sistemleri; gösterge panelleri, ışık ve şeritsel grafik kaydediciler aracılığıyla veri kazanımı sağlamıştır. Çeşitli kontrol düğmelerini manuel çalıştıran operatör, denetimsel kontrolü sağlıyordu. Bu aygıtlar; makineler, fabrikalar ve güç üreten merkezler üzerinde denetimsel kontrol ve veri kazanımı için kullanıldı ve de kullanılmaktadır. Aşağıdaki figür panel sistemine yöneltilen bir sensörü göstermektedir.



Figür 1.1

4-20 ma veya voltaj kullanarak sensörlerden panele bağlantı

Sensörden panele tipi SCADA sistemi aşağıda belirtilen avantajlara sahiptir

- Basittir ve CPU, RAM, ROM ve yazılım programlama gerektirmez.
- Sensör, doğrudan panel üzerinde bulunan gösterge, ışık ve şaltlere bağlıdır.
- Şalter ve indikatör gibi aletlerin eklenmesi genellikle kolay ve ucuzdur.

Sensörden doğrudan panelden sensöre sisteminin dezavantajları:

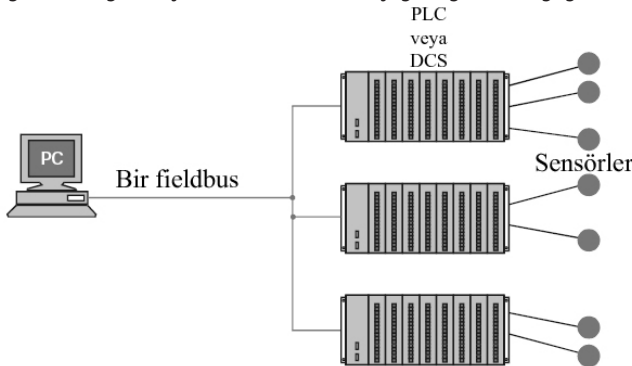
- Yüzlerce sensör kurulumunun ardından kablolanmanın kontrolü imkansız hale gelir.
- Veri kalitesi ve çeşidi; minimum ve gelişmeye açık değildir.
- Sistem büyüdükçe ek sensörlerin kurulumu, işlemsel olarak zorlaşmaktadır.
- Sistemin yeniden biçimlendirilmesi oldukça zordur.
- Gerçek veriyi kullanan bir simülasyon yapmak olası değildir.
- Veri depolaması, minimum düzeydedir ve yönetilmesi zordur.
- Veri ve alarmların uzaktan izlenmesi olası değildir.
- 24 saat boyunca arama ve ölçer altlarının izlenmesi gerekmektedir.

Modem SCADA sistemlerinin temel prensipleri

Telemetri; modern üretimde, endüstriyel işlemlerde, maden endüstrisinde, özel ve genel kullanımlarda, güvenlik endüstrisinde, bir birinden uzak olan sistemlerin ve aletlerin bağlanmasında kullanılır. Bu uzaklık, bir kaç metre ile binlerce kilometre arasında değişebilir. Telemetri, komut ve program göndermede ve bu uzak yerlerdeki monitör bilgilerini almada kullanılır.

SCADA, telemetri ve veri kazanımı anlamına gelir. SCADA, analiz ve kontrol için gerekli bilgileri toplayıp bunları merkeze iletir. Daha sonra bu bilgileri çok fazla ekran ve gösterge operatörü üzerinde gösterir. Gerekli kontrol işlemleri bu süreçten sonra, prosese dahil edilir.

İlk veri kazanımlarında, üretim ve tesis sistemlerinde röle mantık kullanılmıştır. CPU ve diğer elektronik aygıtların geliştirilmesiyle birlikte, üreticiler, dijital elektroniği röle mantık aletleriyle birleştirmiştir. PLC ve programlanabilir mantık kontrolörleri, hala endüstride yaygın olarak kullanılan kontrol sistemleridir. Sistem büyüdükçe daha çok aletin kontrolü ve monitörü gerektiğinden, PLC yaygınlaşmıştır ve sistemler daha akıllı hale gelmiş ve ebatları küçülmüştür. PLCler ve DCS (dağıtım/dağıtılmış kontrol sistemleri) aşağıda gösterildiği gibi kullanılmaktadır.



Figür 1.2
Bir fieldbus ve sensör yardımıyla PC'den PLC'ye veya DCS'e balantı

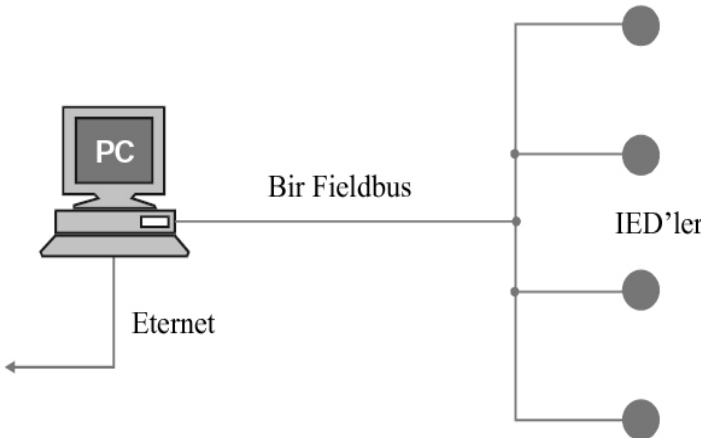
PLC /DCS SCADA sisteminin avantajları:

- Bilgisayar, çok fazla detayı kaydedebilir ve saklayabilir.
- Veri, kullanıcının ihtiyacına yönelik istenilen şekilde görüntülenebilir.
- Çok geniş bir alanda bulunan binlerce sensör sisteme bağlanabilir.
- Operatör, gerçek veri simülasyonlarını sistemle birleştirebilir.
- RTUlardan birçok veri toplanabilir.
- Veri, sadece site üzerinden değil istenilen yerden izlenebilir.

Dezavantajları:

- Sistem, panelden sensöre tipinden daha komplekstir.
- Farklı çalıştırma becerileri gerektirir. Örneğin; sistem analizcisi ve programcı.
- Binlerce sensörle birlikte hala ilgilenilmesi gereken bir çok kablolama mevcuttur.
- Operatör, ancak PLC'nin görebildiğini görebilir.

Daha akıllı ve küçük ebatlı sistemlere ihtiyaç arttıkça, sensörler, PLC ve DCSlerin akıllılık düzeyine göre tasarlanmaktadır. Bu aletler, IED (akıllı elektronik aletler) olarak bilinmektedir. IEDler, profibus, devicenet ya da foundation fieldbustan PC'ye, fieldbuslar üzerine bağlanmaktadır.. Bunlar; veri kazanabilecek, diğer aletlerle bağlantı kuracak ve tüm program içinde kendi görevlerini yerine getirebilecek akıllılıkta kapasiteye sahiptir. Bu süper akıllı sensörlerden her biri, panelde birden fazla sensöre sahip olabilir. Genel olarak bir



Figür 1.3

Bir Fieldbus kullanarak PC'den IED'ye bağlantı

IED; analog girdi sensörünü, analog çıktısını, PID kontrolünü, iletişim sistemini ve program hafızasını bir alette birleştirir. Beklendiği üzere IED analog girdi sensörü, analog çıktısı, PID kontrolü, bağlantı sistemini ve program hafızasını bir alette birleştirebilir.

PC'nin IED fieldbus sistemine göre avantajları:

- Minimum elektrik tesisatı gerektirir.
- Operatör sensör seviyesinin altını görebilir.
- Alet kurulduğunda alınan veri, seri numaraları, model numaraları gibi bilgileri içerir.
- Tüm aletler tak ve kullan özelliğe sahip olduğundan, kurulum ve değişimi kolaydır.
- Küçük veri kazanım sistemi, daha az yer kaplar.

PC'nin IED sistemine göre dezavantajları:

- Daha gelişmiş bir sistem, daha iyi eğitilmiş personel gerektirir.
- Sensör fiyatı daha yüksektir (ama bu PLC yokluğuyla kısmen dengelenir).
- IED, daha çok iletişim sistemine bağımlıdır.

SCADA donanımı

SCADA sistemi, alan verilerini toplayıp bunları ana istasyona iletişim sistemi yoluyla gönderen çok sayıda uzak terminal ünitesi (RTUlar) içerir. Ana istasyon elde edilen verileri gösterir ve operatörün uzak kontrol görevlerini yapmasını sağlar.

Tam ve doğru zamanlı veri sistem operasyon ve işlemlerinin optimizasyonunu sağlar. Diğer yararları ise; daha yeterli, güvenilir ve en önemlisi daha güvenli operasyonlardır. Sonuç olarak; operasyon önceki otomatik olmayan sistemlere göre daha ucuzdur.

Daha kompleks bir SCADA sistemi üzerinde, 5 seviye ya da hiyerarşi vardır.

- Alan seviyesinde enstrümantasyon ve kontrol aygıtları
- Düzenlenmiş terminaller ve RTUlar
- İletişim sistemi
- Ana istasyonlar
- Ticari veri işlem departmanlı bilgisayar sistemi

RTU, alan analogları ve birbirinden uzakta bulunan her bir dijital sensörün bağlanmasını sağlar.

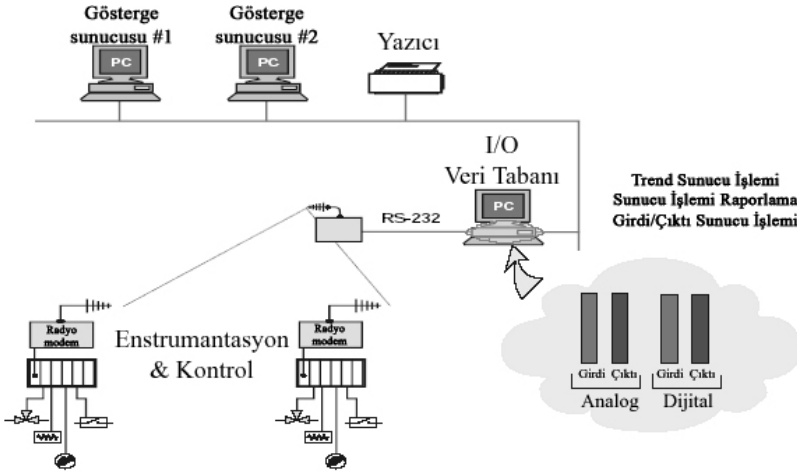
Komünikasyon sistemi, ana istasyonla uzak bileşenler arasında, iletişim için bir yol sağlar. Komünikasyon; kablo, fiber optik, radyo, telefon hattı, mikrodalga, hatta uydu da olabilir. Yeterli ve optimum veri transferi için, özel protokoller ve hata belirleme felsefeleri kullanılır.

Ana istasyonlar (veya submaster), çeşitli RTU'lardan veri toplayabilir ve genellikle uzak alanlardaki bilgilerin gösterimi ve kontrolü için operatör arayüzü sağlar. Geniş telemetri sistemlerinde, sub-master alanları, uzak bölümlerden bilgi toplar ve kontrol ana istasyonuna röle olarak görev yapar.

SCADA yazılımı

SCADA yazılım, patentli ve açık olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Şirketler kendi donanımlarıyla iletişim kurmak için patentli yazılım geliştirmektedir. Bu sistemler anahtar teslim çözümleri olarak satılmaktadır. Sistem sağlayıcısına olan bağımlılık, bu sistemin temel sorunudur. Sisteme getirilen sistemler arası çalışabilirlik özelliği, açık yazılım sistemine popülarite kazandırmıştır. Sistemler arası çalışabilirlik, farklı üreticilerin aletlerinin, aynı sistem üzerinde bir araya getirilebilmesidir.

Citect ve WonderWare, SCADA için piyasada bulunabilen iki açık yazılım paketidir. Bazı paketler, SCADA sistemine entegre edilmiş, nitelik yönetimini de içerir. Aşağıdaki diyagram SCADA sisteminin tipik örnek parçalarını göstermektedir.



Figür 1.4
Tipik SCADA sistemi

SCADA sisteminin temel özellikleri:

- Kullanıcı ara yüzü

- Grafik gösterimi
- Alarm
- Trend
- RTU (ve PLC) arayüzü
- Ölçkelebilirlik
- Veriye erişim
- Veritabanı
- Şebekelendirme
- Hata toleransı ve tekrarlama
- İstemci/server dağıtımlı süreç

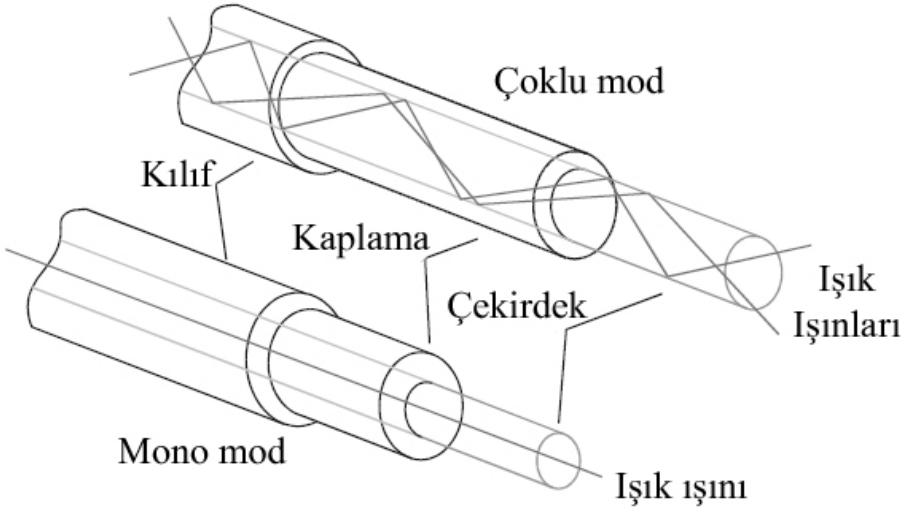
SCADA için yerel kablolama

PC'den IED sistemini kullanırken, elektrik kablosu miktarı düşmesine rağmen, genelde SCADA sisteminde çok fazla sayıda elektrik kablosu vardır. Bu kablolar elektrik gürültüsü ve etkileşimi gibi bazı önemli sorunlara neden olurlar.

Etkileşim ve gürültü, bir iletişim sistemi dizayn edilirken ve kurulurken göze önüne alınması gereken önemli faktörlerdir. Elektriksel etkileşimden kaçınmak için ayrı bir dikkat gerektirir. Gürültü rastgele ortaya çıkan, orjinal (ya da beklenen) sinyali bozan (ya da orjinal sinyalle karışan) istenmeyen sinyallerdir. Bu gürültü, kabloya veya tele bir çok şekilde girebilir. En başından itibaren, minimum gürültüye sahip olacak bir sistem geliştirmek tasarımcıya bağlıdır. SCADA sistemi genellikle düşük voltlar kullandığı için doğal olarak gürültüye karşı hassastır.

Bükmeli çift kılıflandırılmış cat5 telinin kullanımı, birçok sistemde gereklilik haline almıştır. İyi eşlem yoluyla birleştirilen, doğru kurulum tekniklerinin kullanımı, sistemin mümkün olduğunca sessiz çalışmasını sağlar.

Fiber optik kablo, gürültüye karşı dayanıklılığından dolayı popülerite kazanmaktadır. Günümüzde, birçok kurulum cam tel kullanıyor fakat bazı endüstriyel yerlerde, çoğunlukla, plastik tel tercih edilmektedir.



Figür 1.5
Cam fiber optik kablolar

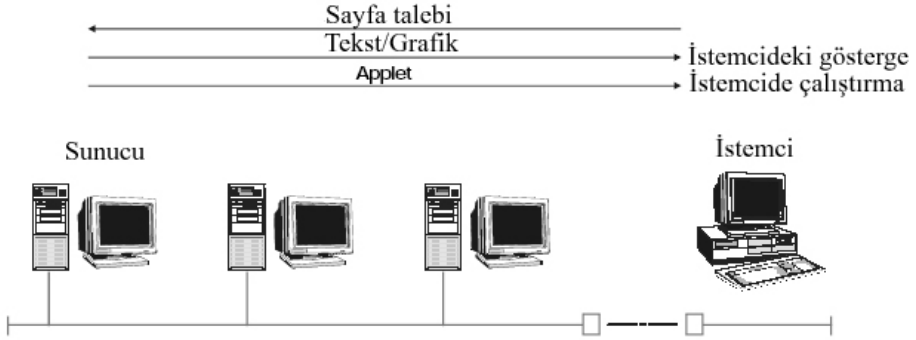
Gelecekteki veri iletişimleri; radyo, fiber optik ve bazı kızıl ötesi sistemler olarak sınıflandırılabilir. Tel, güç sağlamak için kullanılacaktır ve elektroniğin güç gereksinimleri minimum düzeye indiği için güce olan ihtiyaç da azalacaktır.

SCADA ve yerel alan şebekeleri

Yerel alan şebekesinin amacı, bilgi ve kaynakların paylaşımıdır. SCADA şebekesi üzerinde bulunan tüm nodların bilgi paylaşmasını sağlamak için, bunların, bir takım iletim araçlarıyla bağlanması gerekir. Bu bağlantı, şebeke topolojisi olarak bilinir. Nodlar, bu iletim medyasını, kurulmuş bir göndericiyi engellemeden, bütün nodların ortama erişimleri sağlanacak biçimde paylaşmalıdır.

LAN; bilgisayarlar, ağ sunucuları, terminaller, çalışma istasyonları ve genellikle makine ve sunucu olarak adlandırılan diğer çeşitli akıllı çevresel periferik donanımlar arasında bir iletişim yoludur. LAN, çeşitli kullanıcılar tarafından paylaşılacak aygıtlar için, şebeke üzerindeki tüm istasyonlar arasında, tam bir bağlantı ile erişime olanak sağlar. LAN, genellikle özel bir kişi tarafından yönetilir ve belli bir alanda, belirli bir bölgede konumlandırılmış bina grubu etrafında figürlenir.

Ethernet, günümüzde, en yaygın kullanılan LAN'dır. Çünkü kullanımı kolay ve ucuzdur. SCADA şebekesinin LAN'a olan bağlantısı, şirket içinde doğru yazılım ve izne sahip kişilere, sisteme erişim hakkı tanır. Veri, bir veritabanında tutulduğu için, kullanıcının bilgileri okuması kısıtlanabilir. Güvenlik konuları önemli bir sorun teşkil eder ama çözülebilir.



Figür 1.6

Bir SCADA sisteminde veri transferi için Eternet'in kullanımı

SCADA sistemlerinde modem kullanımı



Figür 1.7

Bir modem kullanarak, PC'den RTU'ya bağlantı

SCADA sistemlerinde, genelde, RTU (uzak terminal üniteleri (PLC, DCS veya IED)) uzak noktalara yerleştirilmiştir. Bu mesafe 10 m ile binlerce km arasında değişebilir. RTU ile bağlantı kurmanın en ucuz yollarından biri çevirmeli telefon bağlantısı kurmaktır. Bu sistemde gereken aletler şunlardır; PC, iki çevirmeli modem, ve RTU (RTU'nun COM bölümüne yerleştirildiği varsayılırsa). Modemler, otomatik cevap moduna getirilir ve RTU, PC'ye bağlanabilir veya PC, RTU'ya bağlanabilir. Bunu sağlayacak yazılım, RTU üreticilerinde mevcuttur. Modemler, yerel bilgisayar mağazalarından satın alınabilir.

Hat modemleri; RTU'yu şebekeye bir çift tel üzerinden bağlamada kullanılır. Bu sistemler, genelde, oldukça kısadır ve bağlantı kurmak için FSK (frekans değiştirme anahtarı) kullanılır. Hat modemleri; RTU'larla bağlantı kurmak için, RS-232 ve RS-485 bağlantı sistemlerinin pratik olmadığı zamanlarda kullanılır. Bu tür sistemlerde kullanılan bit hızları, genelde, düşüktür, bu hızlar, 1200 ile 9600 bps arasında değişir.

Bilgisayar konuları ve sorun giderme

Müdahale edilmediği takdirde, bilgisayar ve RTUlar uzun süre sorunsuz çalışabilirler. Bakımı günlük, haftalık, aylık ve yıllık kontrol gerektirir. Bakım gerekli olduğunda, teknisyen ya da mühendisin aşağıdaki aletleri düzenli bir biçimde kontrol etmesi gerekmektedir.

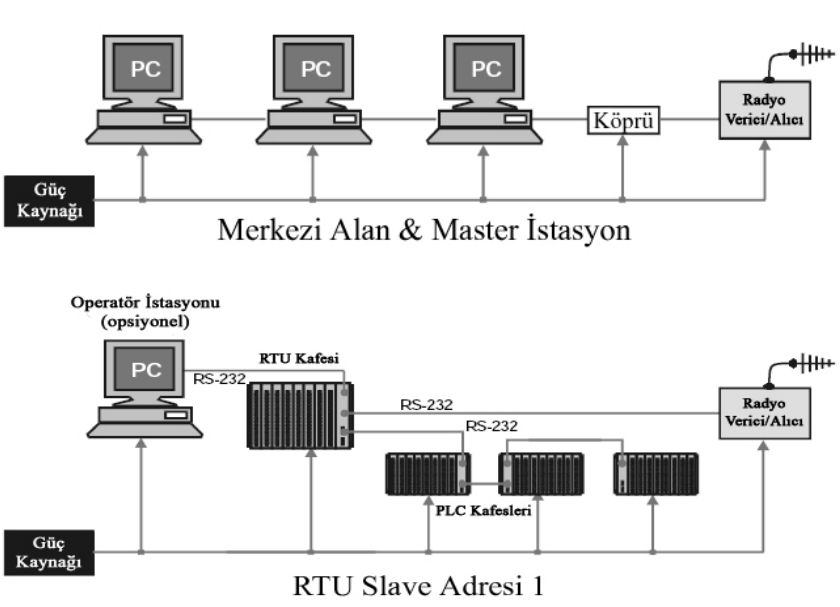
- RTU ve parça modülü
- Analog girdi modülü
- Dijital girdi modülü
- RTUdan PLCye bağlantı yeri(RS-232/RS-485)
- Kişiyeye ait kablo
- Değiştirilmiş telefon hattı
- Analog veya dijital veri bağlantıları
- Ana bölümler
- Merkez bölüm

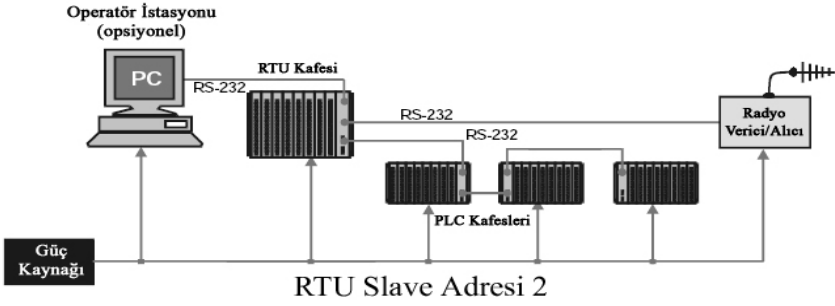
Operatör istasyonu ve yazılım

Elektrik sistemlerinin tamirinde ve dayanıklılığında her zaman iki temel kural uygulanır.

- Eğer bozuk değilse tamir etmeyin.
- Zarar vermeyin.

Teknisyenler ve mühendisler zaten orijinalinde biraz toz bulunan aletleri temizlemek gibi yanlış uygulamalarla, aletin daha çok bozulmasına neden olabilirler ya da radyodan .01 dB ekstra güç çıkarılmaya çalışıldığında, kullanılan yükseltici patlayabilir.

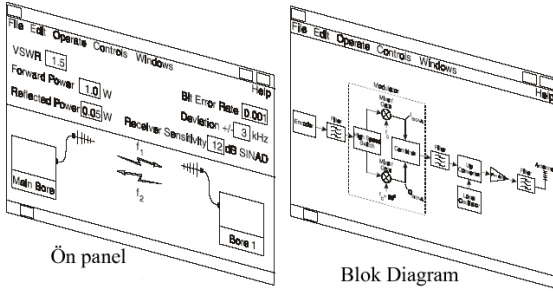




Figür 1.8
Bir SCADA sisteminde bakım isteyebilecek bileşenler

Sistem kurulumu

SCADA sistemini planlarken ve tasarlarken, öncelikle, yeni SCADA sisteminin varolan iletişim şebekesi ile uyumu göz önüne alınmalıdır. Yeni bir altyapı kurmak ve yeni iletişim araçları satın almak, masrafa yol açacağından, bu konuya ayrı bir önem verilmelidir. Bu, varolan LAN'lar, özel telefon sistemleri veya mobil araç iletişim sistemleri için kullanılan radyo sistemleri üzerinden yapılabilir. Varolan iletişim şebekesi üzerine SCADA sistemine yerleştirmek, varolan aletleri bozmayacak ve karıştırmayacak şekilde ciddi bir mühendislik işini gerektirmektedir.



Figür 1.9
SCADA yazılımının ön panel göstergesi ve blok diagramı

Eğer yeni bir sistem uygulamaya konulacaksa, kurulacak sistemin kalitesi göz önünde bulundurulmalıdır. Hiçbir şirket sonsuz bir bütçeye sahip değildir. Ekonomisiyle, performansını ve güvenilirlik gerekliliklerini karşılaştırmak, proje sonunda iyi çalışan bir sistemden emin olmak açısından çok önemlidir. Sistemin performans beklentilerini planlarken; ulaşım bağlantılarının ulaşılabilirliği ve aletlerin güvenilirliğinin dikkate alınması önemlidir.

Tüm adı geçen faktörler bu notlard detaylı bir biçimde incelenecektir. Bunlar sistematik bir yaklaşımla birbiriyle birleşince, okuyucunun, sistemi tasarlamasına, nitelendirmesine, etkili bir telemetri ve veri kazanım sistemi kurmasına ve korumasına olanak sağlar. Ayrıca sistemin kurulacağı endüstriyel çevreye uyumlu olmasına da katkı sağlar.

• SCADA Sistemleri HW-FW

Giriş

Bu bölüm telemetri sistemini anlatır ve telemetri sisteminin temellerini inceler. SCADA, dağıtılmış/dağılım kontrol sistemi (DCS), programlanabilir mantık kontrolörü (PLC), akıllı araç terimlerine, bu notlar içinde kullanılan içerik bağlamında yer verilmiş ve açıklama getirilmiştir.

Bu bölüm aşağıdaki kısımlara ayrılmıştır.

- SCADA , DCS, PLC ve akıllı araç terimlerinin tanımları
- Uzak terminal ünitesi (RTU) yapısı
- Sistem güvenilirliği ve bulunabilirliği
- Komünikasyon mimarisi ve felsefesi
- Ana istasyon biçimlenmesinde düşünülmesi gereken hususlar

Ana istasyon yazılımı, komünikasyon protokolü ve bu maddeler üzerine kurulacak diğer özel konular gibi SCADA'nın spesifik detaylarına yoğunlaşmış olan bir sonraki bölüm, bu bölümde işlenen materyalin üzerinde geliştirilecektir. Bir önceki bölümde açıklandığı üzere, telemetri kelimesi; uzak ölçüm verilerinin merkez kontrol istasyonlarına komünikasyon bağlantıları üzerinden ulaşımını ifade eder. Bu ölçüm verisi, normalde, doğru zamanda toplanır (ama transferinin doğru zamanda olması gerekmez). SCADA, DCS, PLC ve akıllı araç terimlerinin hepsi telemetri kavramının uygulamalarıdır.

SCADA, DCS, PLC ve akıllı enstrüman

SCADA sistemi

SCADA (süpervizör kontrol ve veri kazanımı) birçok uzak terminal birimlerinden (veya RTU'lar) oluşan bir sistemdir. Bu birimler, iletişim sistemi yolu ile, ana istasyona bağlı olan bilgiyi toplar. Ana istasyon elde edilen veriyi gösterir ve ayrıca operatörün uzak kontrol işlemlerini yapmasını sağlar.

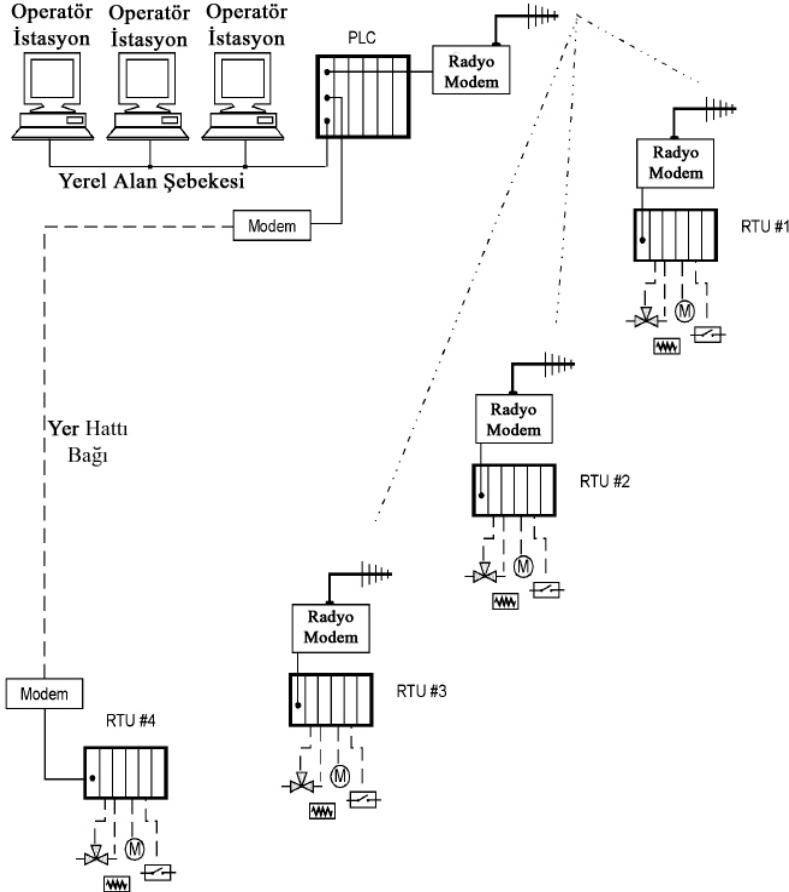
Doğru ve zamanlı veri (normalde doğru-zaman) tesis ve işlem operasyonlarının optimizasyonuna olanak sağlar. Bunun dışındaki yararları, daha etkili, güvenilir ve en önemlisi daha güvenli operasyonlardır. Bu da, daha önce kullanılan, otomatik olmayan sistemlere göre çok daha ucuz operasyonlar sağlar.

SCADA sistemlerinin ve işlem kontrol sisteminin tanımı arasında ileri derecede bir karışıklık söz konusudur. SCADA uzaktan ve uzak operasyonun yan anlamına sahiptir. Kaçınılmaz soru "uzak" ne kadar uzaktır – genel olarak bu kontrol eden yer ile kontrol edilen yer arasındaki uzaklığın üstündeki bir uzaklıktır. Öyleki doğrudan tel kontrolü pratik bir çözüm değildir (yani komünikasyon ağı

sistemin önemli bir bölümüdür).

Başarılı bir SCADA kurulumu kanıtlanmış ve güvenilir teknolojiyi kullanmaya bağlıdır. Ayrıca sistemin çalışmasında, tüm personelin yeterli ve kapsamlı Figürde eğitilmesine de bağlıdır.

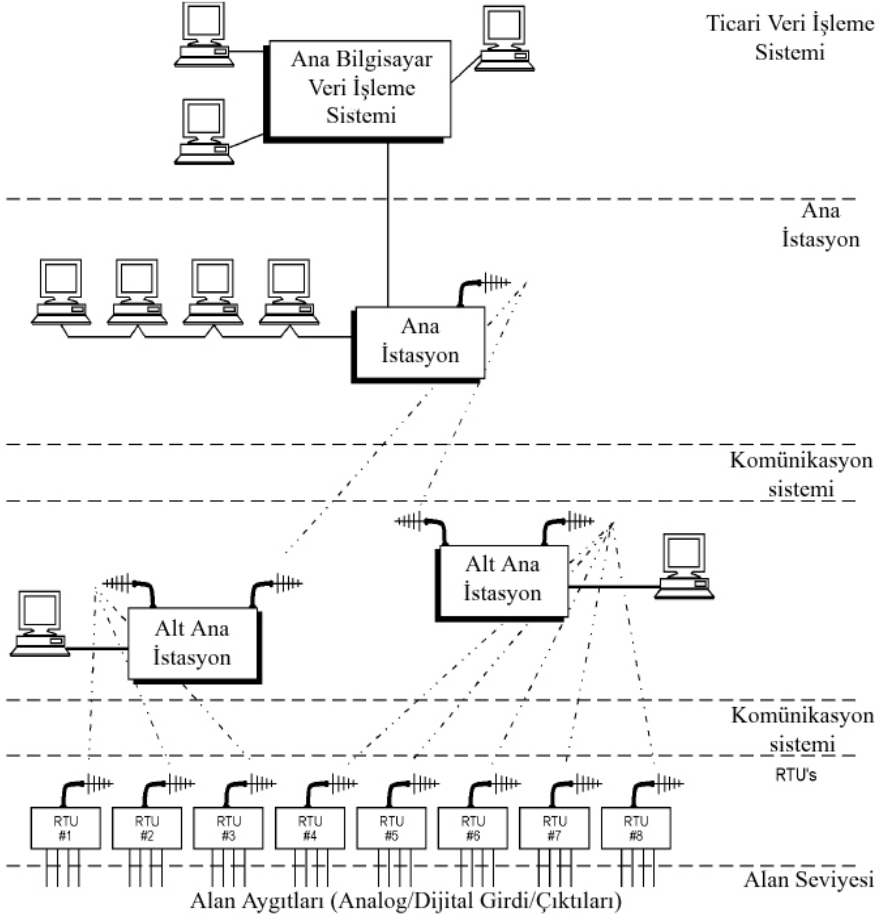
Başarısız bir SCADA sistemlerine ait bir tarihçe vardır. Bu sistemlerde şu özellikler vardır; sistemin çeşitli bölümlerinin yetersiz entegrasyonu, sistemdeki gereksiz karışıklık, güvenilir olmayan donanım ve ispatlanmamış yazılım. Günümüzde donanım güvenilirliği büyük bir problem değildir. Fakat artan yazılım karışıklığı yeni zorluklar çıkartmaktadır. Bir çok operatör, SCADA sistemini sadece RTU'ların uyumlu performans iletişim ağları ve ana istasyon (hepsi SCADA sistemi başlığı altındadır) ile değil, alan aletleri ile de değerlendirir. Fakat alan aletleri, bu kitapçıkta SCADA konusu dışındadır ve bunlardan bahsedilmeyecektir. Bir sonraki figürde, tipik bir SCADA sisteminin diyagramı verilmiştir.



Figür 2.1
Tipik bir SCADA sistem diyagramı

Daha kompleks bir SCADA sistemi üzerinde 5 önemli seviye veya hiyerarşi vardır.

- Alan seviyesinde donanım ve kontrol aletleri



Figür 2.2
SCADA sistemi

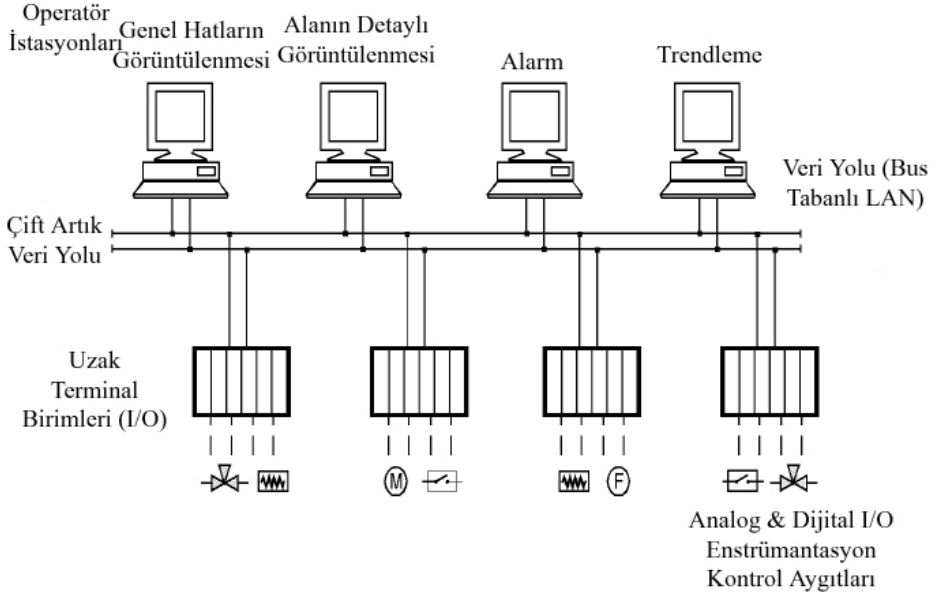
- Düzenleyici terminaller ve RTUlar
- Komünikasyon sistemi
- Ana istasyonlar
- Ticari veri işlem bölümü bilgisayar sistemi

RTU, her uzak bölgeye yerleştirilmiş, alan analog ve dijital sinyalleri için bir arayüz sağlar.

Komünikasyon sistemi; ana istasyon ve uzak bölgeler için ulaşım yolu sağlar. Komünikasyon sistemi; radyo, telefon hattı, mikrodalga, hatta uydu olabilir. Özel protokoller ve hata belirleme bilgileri; yeterli ve optimum veri transferi için kullanılmaktadır.

Ana istasyon (alt ana) farklı RTU'lardan veri toplar ve genellikle bilgi gösterimi ve uzak bölge kontrolü için operatör bağlantısı sağlar. Geniş telemetri sistemlerinde; alt ana bölgeler, uzak bölgelerden bilgi toplar ve kontrol ana istasyona bir aktarıcıymış gibi davranır.

SCADA teknolojisi, 60'ların başlarından beri mevcuttur ve günümüzde iki yaklaşım arasında rekabet söz konusudur – dağıtılmış/dağılmış kontrol sistemi (DCS) ve programlanabilir mantık kontrolörü (PLC). Bunun yanında, akıllı araçların bütün sistemlerde, anahtar bir bileşen olarak kullanılmasına yönelik bir eğilim vardır. Tabiki gerçek dünyadaki tasarımcılar, şahsi uygulamalarına yönelik etkili bir sistem üretmek için, 4 yaklaşımı birleştirecek ve uyarlayacaktır.



Figür 2.3
Dağıtılmış kontrol sistemleri (DCS)

Dağıtılmış kontrol sistemleri (DCS)

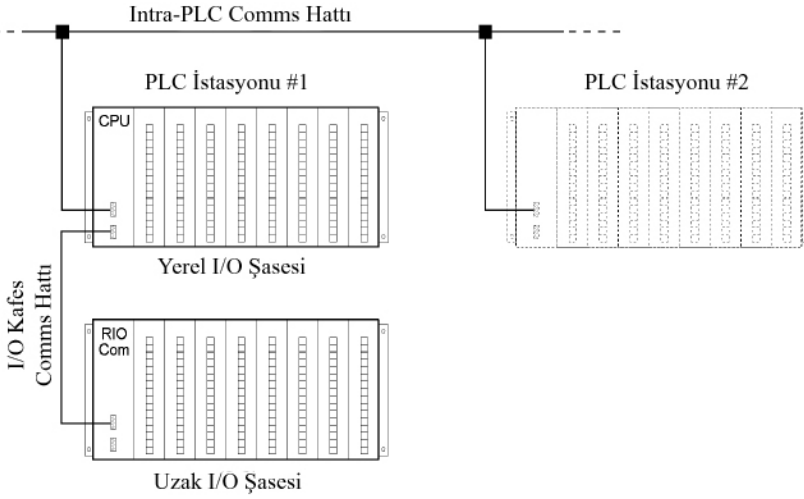
DCS'de veri kazanımı (veri edinimi) ve kontrol fonksiyonları; kontrol edilen aletlerin yanına yerleştirilmiş çok sayıda dağıtılmış mikroişlemci temelli üniteler veya verilerin toplandığı araçlar yardımıyla yapılır. DCS sistemi, çok gelişmiş analog (MESELA, döngü) kontrol yeteneği sağlayan sistemlere dönüşmüşlerdir. Yakın olarak birleştirilmiş operatör arayüz setleri (veya insan makine arayüzü) kolay sistem konfigürasyonuna ve operatör kontrolüne olanak sağlar. Veri ağı, genelde

oldukça yüksek hıza sahiptir (örneğin bir mbps'den 10 mbps'ye kadar).

Programlanabilir mantık kontrolörü (PLC)

1970'lerin sonlarından itibaren, PLC'ler sert telli röleleri, merdiven-mantık yazılımı ve katı hal elektronik girdi ve çıktı modüllerinin kombinasyonlarıyla değiştirmişlerdir. Standart donanım çözümü sundukları ve ekonomik oldukları için, SCADA RTU uygulamalarında sık sık kullanılırlar.

Bu bölümü tamamlamak adına, burda belirtilmesi gereken bir diğer cihaz da, hem PLC, hem de DCS sistemlerinin arayüz kurabildiği akıllı enstrümandır.



Figür 2.4
Programlanabilir mantık kontrolör (PLC) sistemi

Akıllı enstrüman

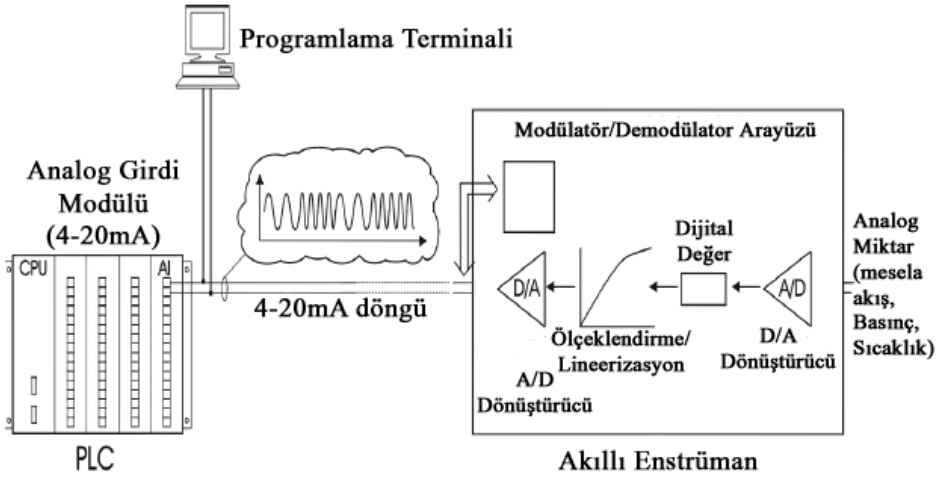
Bu terim bazen yanlış kullanılmasına rağmen; akıllı enstrüman dijital veri ulaşımı ile bazı diagnostik panel ve bilgisayar bazlı sistemlere sağlanan bir akıllı (mikroişlemci bazlı) dijital ölçüm sensörü (akış-metre gibi) anlamına gelmektedir.

Bu notlarda, ayrıca, DCS, PLC ve akıllı enstrümanı, SCADA kavramının temel veya değişen parçaları kısaca incelenecektir. Daha detaylı olarak Kontrol sistemleri ve Kontrol Sistemlerinde DCS ve PLC'lere yönelik bilgiler, EMO (<http://kitap.emo.org.tr>) web sitesinden ilgili Kontrol Sistemi Notları serisinden DCS 1 ve DCS 2, Programlanabilir Denetleyiciler PLC-1 ve PLC-2 ve Kontrol Sistemleri-Güç Sistemi Otomasyonu ile ilgili e.kitaplardan yararlanmak mümkündür.

SCADA sistemi hususları ve yararları

- Tüm kontrol gerekenleri
- Seri mantık

- Analog döngü kontrolü
- Analogun dijital noktaya oranı ve sayısı
- Kontrol hızı ve veri kazanımı
- Ana/operatör kontrol istasyonları
- Gösterge çeşidi gereklidir
- Tarihsel arşivleme gereklilikleri
- Sistem incelemesi
- Güvenebilirlik/Bulunabilirlik
- Ulaşım hızı/güncelleme zamanı/sistem inceleme hızları
- Sistem fazlalığı
- Genişletme kapasitesi
- Yazılım ve modelleme uygulamaları



Figür 2.5
Tipik bir akıllı enstrüman

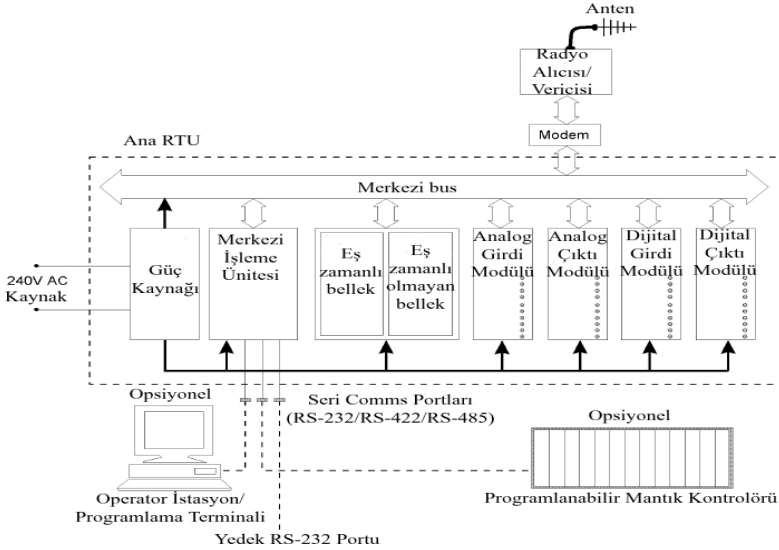
Açıkça görüldüğü gibi, SCADA sisteminin ilk maliyeti karşılanmalıdır. SCADA sisteminin uygulaması için birkaç genel sebep:

- Gelişmiş tesis ve işlem operasyonları, sistem optimizasyonundan dolayı tasarruf sağlar.

- Personelin üretimini artırır.
- Daha iyi bilgi ve gelişmiş kontrolden dolayı, sistem güvenilirliğini artırır.
- Tesis donanımı güvenliği
- Sistem yanlışlarından çevreyi koruma
- Tesisin optimizasyonundan dolayı enerji tasarrufunda artma
- Gelişmiş ve çabuk veri çıktısı alındığı için müşteriler daha çabuk ve doğru şekilde faturalandırılır.
- Gaz güvenliği ve ölçümü için yönetim düzenlemesi

RTU - Uzak terminal birimleri

RTU (bazen uzak telemetri ünitesi olarak adlandırılır) başlıktan da anlaşıldığı gibi; monitör ve kontrol aletleri merkez istasyondan uzakta bulunan, genellikle, mikroişlemci bazlı, kendi başına veri kazanımı ve kontrol ünitesidir. En önemli görevi; uzak noktalardaki işlem aletleriyle veri kazanımı ve kontrol sağlamak ve de bu verileri merkez istasyona transfer etmektir. Konfigurasyonunu ve kontrol programlarını, bazı merkez istasyonlardan etkin bir şekilde yükleyebilme olanağına sahiptir. Bunun dışında bazı RTU programlama ünitelerini, yerinde düzenleyebilme imkanı vardır. Genel olarak RTU bazı merkez istasyonlarla, geri iletişim kurmasına rağmen, diğer RTU'larla karşılıklı iletişim kurması da mümkündür. RTU, merkez istasyonlardan ulaşılamayan diğer RTU'lara, röle istasyon (bazen depolayıcı ve ileri istasyon olarak belirtilir) olarak da görev yapar.



Figür 2.6
Tipik RTU donanım yapısı

Küçük boyutlu RTU'lar genelde 10-20'den küçük analog ve dijital sinyale sahiptir, orta boyutlu olanlar ise 100 dijital ve 30-40 analog girdiye sahiptir. Kapasiteleri büyük olanlardan daha fazladır.

Figür 2.6'da tipik bir RTU konfigürasyonu gösterilmektedir. Özel donanım parçalarına yönelik kısa açıklamalar, aşağıda yer almaktadır.

Tipik RTU donanım modülü şunları içerir.

- Kontrol işlemcisi ve birleştirilmiş hafıza
- Analog girdileri
- Analog çıktıları
- Sayaç girdileri
- Dijital girdiler
- Dijital çıktılar
- Komünikasyon bağlantıları
- Güç kaynağı
- RTU askısı ve kabı

CPU veya Kontrol prosesörü

Bunlar, genellikle, mikro işlemci bazlıdır (16 veya 32 bit) ör: 68302 veya 80386. 256 kByte (4 mByte kadar uzanabilir) toplam hafıza kapasitesi üç türe ayrılır.

| | |
|--|-----------|
| 1. EPROM (veya batarya destekli RAM) | 256 kbyte |
| 2. RAM | 640 kbyte |
| 3. Elektronik açıdan silinebilir hafıza (flaş veya EEPROM) | 128 kbyte |

Kompleks matematiksel işlemler için; matematiksel işlemci kullanışlı bir ilavedir. Bu, bazen co-prosesör olarak adlandırılır.

Komünikasyon portları, genelde, 2 ya da 3 porttur; RS-232 /RS-422 /RS-485.

- Diagnostik terminale arayüzü
- Operatör istasyona arayüzü
- Merkez bölüme ulaşım bağlantıları

Kontrol ünitesi üzerinde bulunan diagnostik LED'ler, tamiratı ve problemin tanısını kolaylaştırır (örneğin; CPU aksaklıkları / I / O modül aksaklıkları vb).

- Örnekle ve sakla elektrik devresi
- A/D dönüştürücüsü
- Bus arayüzü ve pano zamanlama sistemi

Tipik analog girdi modülünün blok diyagramı, Figür 2.7 de gösterilmiştir.

Özel parçaların herbiri, ilerki bölümlerde ele alınacaktır.

• Çoklayıcı – Multiplekser

Çoklayıcı; birkaç (genellikle 16) analog girdisini, sırayla örnekleyen ve herbirini sıralı çıktıya dönüştüren bir alettir. Çıktı, genellikle, A/D dönüştürücüsüne gider ve her bir girdi kanalındaki, dönüştürücü ihtiyacını kaldırır. Bu önemli bir tasarruf sağlar. Çoklayıcı ile ilgili birkaç parametre ise;

Konuşma kesintisi

Girdi sinyallerinin yüzdesi olarak, çıktıyla birleştirilen sinyal miktarı, tüm kapalı kanallarına birlikte uygulanır.

Girdi sızma akımı

Kapalı kanal girdi terminalinin içine ve dışına giren maksimum akım, şalter sızıntısına neden olur.

Kurulum zamanı

Çoklayıcı çıktısını belli bir yüzdeye ayarlamak için geçen zaman (bazen 90% veya girdi değerinin ± 1 LSB'si) tek girdinin $-FS$ (tam ölçek)den $+FS$ 'ye ya da $+FS$ 'den $-FS$ 'ye geçmesidir. Önemli olan A/D dönüştürücüsü, analog girdi voltajından, doğru değişimi elde edene kadar, çıktı, yaklaşık girdi aralığının yaklaşık $\pm \frac{1}{2}$ LBS'sinin içinde olacak biçimde ayarlanmalıdır.

Dönüştürme zamanı

Denge zamanına benzer bir parametredir. Çoklayıcı bir kanaldan diğerine geçtiği zaman, çoklayıcının girdi voltajını denge noktasına getirene kadar geçen süredir.

Malzeme miktar çıkışı

Bu çoklayıcının bir kanaldan diğerine geçtiği en yüksek hızla orantılıdır; bu, denge zamanı veya dönüştürme zamanının hangisi daha uzunsa, onunla orantılıdır.

Transfer doğruluğu

Girdi- çıktı hatasının, girdiye oranı olarak belirtir.

Yükseltici

Düşük seviyedeki voltajın sayısallaştırılmasının gerektiği yerlerde, baskılı devre boardların A/D dö-

nüştürücüsünün, girdi aralığına uygun Figürde yükseltilmelidir. Eğer düşük seviyeli sinyal yükseltilmeden baskılı devre boarda verilirse, doğrulukta kayba neden olur. PGA'lı baskılı devre boardlar yazılım seçimiyle, farklı kanallardan farklı kazançlar ve seviye değişimini mümkün kılarken, bazı baskılı devre boardlar baskılı devre board üstü yükseltme (veya kazanç) sağlar.

İdeal girdi yükselticileri; ortak referans voltajları ne olursa olsun, iki girdi terminalinin potansiyel farkına tepki verir. Malesef; yaygın mod voltajları gerçek dünyada, yükselticilerde hataya sebep olur. Genel mod ret oranının önemli özelliklerinden biri, CMMRdir ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{CMMR} = 20 \log(V_{cm} / V_{diff}) \text{ (dB)}$$

V_{cm} : iki girdinin ortak voltajı

V_{diff} : V_{cm} iki girdiye de uygulandığında elde edilen çıktı (hata) voltajı

CMMR için ideal değer 80 dB ve fazlasıdır.

Sıçrama, bir diğer yükseltici tanımlamasıdır, zamana ve sıcaklığa bağlıdır. Eğer yükseltici belli bir sıcaklıkta 0 girdi için 0 çıktı verecek Figürde kalibre edilirse; çıktı (hala 0 girdideyse), zaman geçtikçe ve sıcaklık değiştikçe değişir.

Zaman ve sıcaklık sıçraması genellikle sırasıyla PPM/birim zaman ve PPM/ °C ile ölçülür. 12-bit baskılı devre board için bir LSB, 4096'da veya 244PPM'de bir sayıdır. İşlem oranının, 0 °C – 50 °C den fazla olduğu durumlarda; 1 LSB sıçrama;

$$244\text{PPM}/50 \text{ °C} = 4.88\text{PPM}/ \text{ °C}$$

Bir parça seçerken dikkat edilmesi gereken husus; tüm işlem sıcaklığı aralığında, baskılı devre boardun zaman ve sıcaklık sıçrama belirtileri, istenilen kesinlikte olmalıdır ve unutulmamalıdır ki, bu parça, RTU'lar içinde ısınabilir.

Örnekle ve sakla devresi

Girdi sinyallerinin sabit kaldığı zamanlarda (aralık zamanı), çoğu A/D dönüştürücü, A/D dönüşümünü yapabilmek için, belirli bir zamana gerek duyar. Bu, A/D dönüştürücü tarafından ihtiyaç duyulan bir dönüşüm algoritmasıdır. Eğer, bu anda, girdi değişirse, A/D yanlış okuma yapmaya başlayabilir. Bu yüzden; örnekle ve sakla aygıtı, A/D dönüştürücüsünün girişinde kullanılır. Bu çoklayıcının, çıktı sinyallerini veya yükselticinin kazanımının hızlandırılmasını kolaylaştırır ve A/D'ler için aralık zamanını sabit tutar.

Standart tasarım yaklaşımı ise basit örnekle ve sakla çipini, çoklayıcı ve A/D dönüştürücü arasına yerleştirmektir.

A/D dönüştürücü

A/D dönüştürücü, modülün kalbidir. Görevi girdi voltajına uygun olarak girdi analog voltajını ölçmek ve dijital kod üretimi yapmaktır.

Kullanılan iki çeşit ana A/D dönüştürücü vardır.

Birleştirici (veya çift eğim) A/Dler

Bunlar düşük frekanslı uygulamalar için kullanılır (maksimum birkaç yüz hertz) ve çok yüksek doğruluk ve kesinliğe sahip olabilirler (ör: 22bit). Isılçift ve RTD modülleri içinde bulunurlar.

Diğer avantajları; düşük fiyat, gürültü ve ana alımı, birleştirme ve A/D dönüştürücüsünü karakteristlik çift eğimi yardımıyla azalmaya eğilimlidir. A/D prosedürü asıl olarak; girdi sinyalleriyle belirli bir zamanda şarj edilmiş bir kapasitör gerektirir ve kapasitörün boşalmasını ne kadar sürdüğünü hesaplamak için bir sayaç kullanır. Bu zamanın uzunluğu girdi voltajıyla orantılıdır.

Ardışık yaklaşım A/Dleri

Ardışık yaklaşım A/Dleri çok daha hızlı bir örnekleme hızına sahiptir (12 bitle bir kaç yüz khz ye kadar mümkündür) ve fiyatları uygundur. Tam ölçek aralığına uygun olarak A/D'nin girdi voltajıyla (integral D/A dönüştürücüsü tarafından üretilen) karşılaştırdığı yerlerde, dönüştürme algoritması, ikili bir araştırmaya benzer. Eğer girdi alt yarısında, ilk rakam 0'dır ve A/D bu karşılaştırmayı girdi aralığının alt yarısında tekrarlar. Eğer voltaj üst yarımdaydı, ilk rakam 1 olabilir. girdi aralığının ikiye bölünmesinden kalanı alma ve girdi aralığıyla karşılaştırma, doğru bitlerde belirlenmiş numaranın elde edilmesine kadar sürer. Dönüştürme işleminin sürdüğü müddetçe, girdi sinyalinin değişmemesi çok önemlidir.

A/D dönüştürücülerinin özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

Tam doğruluk

Bu sayı maksimum analog hatayı belirtir, bu ulusal büro standartları standart voltajını referans alır.

Diferansiyel lineerlik

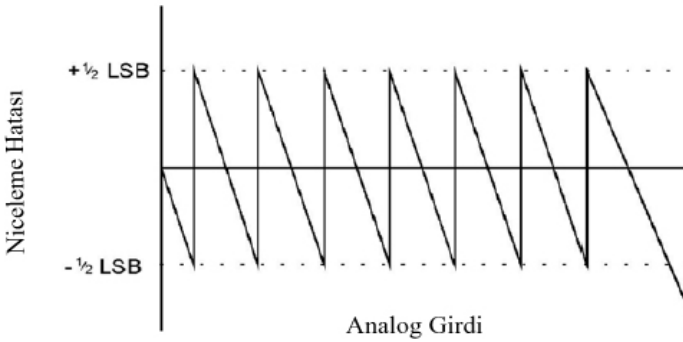
Dönüştürücünün ful aralığının üzerindeki her bit için teorik değerinden, gerçek bit büyüklüğünün maksimum sapmasıdır.

Kazanç hata (ölçek faktör hatası)

Gerçek transfer fonksiyonu ve yüzde oranı içindeki ideal fonksiyon arasındaki eğim farkıdır.

Tek kutuplu Ofset

İlk geçiş, genel analogun $\frac{1}{2}$ LSB üzerinde olmalıdır. Tek kutuplu ofset hatası; gerçek geçiş noktası-



Figür 2.8

Nicelleme hatasıyla bir A/D dönüştürücünün ideal transfer fonksiyonu

Kayıp kod

Bu durum, yeni çıktının, önceki koddan bir ya da daha fazla rakamının eksik olduğunda oluşur.

Monotonluk

Bu dönüştürücünün tam aralığının üzerindeki, sürekli artan girdi için sürekli artan çıktı gerektirir.

Sayısal belirsizlik

A/D, sadece girdi voltajını 1 LSB'lik sınırlı bir çözünürlüğe çözebilir. Bu nedenle asıl gerçek dünya voltajı, çıktı koda uygun olan voltajın $\frac{1}{2}$ LSB altında olabilir ya da $\frac{1}{2}$ LSB üstünde olabilir. Bu nedenle bir A/D'nin sayısal belirsizliği her zaman $\pm 1/2$ LSB'dir.

Göreceli doğruluk

Bu, kazanç ve ofsetin sifıra ayarlandığı, tam ölçeğin bir kesri olarak, girdinin çıktı hatasına oranıdır.

Bus arayüzü, baskılı devre boarddan, sunucu PC'lerin hafızasına veri transferi mekanizmasını sağlar. Ayrıca baskılı devre boarda her tür konfigürasyon bilgisi (örneğin; kazanç/kanal bilgisi) veya diğer komutları gönderme mekanizmasını da sağlar. Arayüz 8-, 16- veya 32-bit olabilir.

Analog girdi konfigürasyonu

Dış transduserlere veya benzer aletlere (sinyal kaynağı) bağlarken, dikkatli olmak gerekir. Aksi takdirde; hata oluşur ve veri kazanım sisteminde doğru olmayan sonuçlar elde edilir.

Bağlantı metotları

Sinyal kaynaklarını, veri kazanım baskılı devre boardına bağlamanın iki metodu vardır: tek uçlu ve diferansiyel metodu aşağıda gösterilmiştir. Genelde, diferansiyel girdiler maksimum dokunulmazlık olacak biçimde. Tek uçlu girdiler sadece diğer iki metodun da kullanılmayacağı yerlerde

kullanılmalıdır.

Aşağıdaki tanımlamada, bu noktalar:

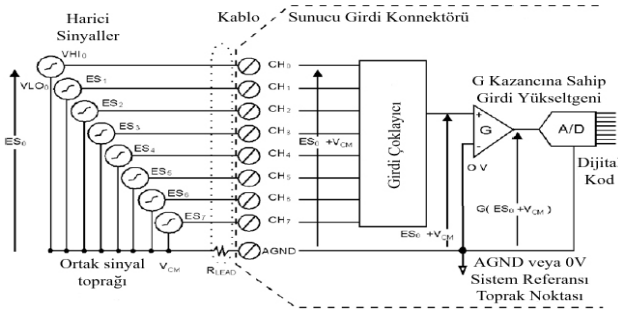
- Tüm sinyaller, baskılı devre boardların analog toprak noktasına (AGND 0 volt) göre ölçülür.
- HI ve LO, sinyal kaynağının çıktıları olarak belirtilir, LO (bazen sinyal dönüşümü olarak adlandırılır) kaynağın referans noktası ve HI sinyal değeridir. E_{sn} , diyagram içindeki sinyal değerlerini (bu, VHIn-VLOn) belirtir. "n", sinyallerin kanal numarasıdır.
- AMP LO; baskılı devre boardların diferansiyel yükselticisinin referans girdisidir. AGND ile aynı değildir. Ama ana referans olarak gösterilebilir.
- Kurşunun resistansından dolayı, uzak sinyal referans noktası (veya toprak) AGND'den farklı bir potansiyededir. Bu genel mod voltajı, V_{cm} olarak adlandırılır. İdeal durumlarda, V_{cm} 'nin 0 V olması beklenirken; gerçek dünya sistemlerinde V_{cm} 0 değildir. Baskılı devre board girdilerindeki girdi değeri, sonuç olarak $E_{sn} + V_{cm}$ 'dir.

Tek uçlu girdiler

Tek uçlu girdileri kabul eden baskılı devre boardlar, her bir sinyal için, kaynağın HI tarafında bir tek girdi teline sahiptir. Kaynakların tüm LO tarafları, analog yer AGND pinine topraklanır ve bağlanır. Bu girdi tipleri, genel mod reddi kaybına uğrar ve gürültüye karşı çok hassastır. Bu uzun kurşunlar (1/2 m'den uzun) ya da yüksek kazançlar (5x'den büyük) için geçerli değildir.

Bu metodun avantajları: maksimum sayıda girdiye izin vermesi, bağlantının (sadece bir toprak ve bir kurşun gereklidir) basit olması ve daha basit ön devre kurulumuna izin vermesidir. Figür 2.9 da görüldüğü gibi, yükselticinin LO (negatif) ucu AGND'ye bağlanır, $E_{sn} + V_{cm}$ ve AGND arasındaki fark yükseltilir ve bu ortak mod ofsetini, kayıtlara hata olarak kaydeder. Bazı baskılı devre boardların yükselticisi yoktur ve çoklayıcı çıktısı A/D'ye doğrudan beslenir. Tek uçlu girdiler, bu tip baskılı devre boardlarla kullanılmalıdır.

Diferansiyel girdiler



Figür 2.9
Sekiz tek uçlu girdi

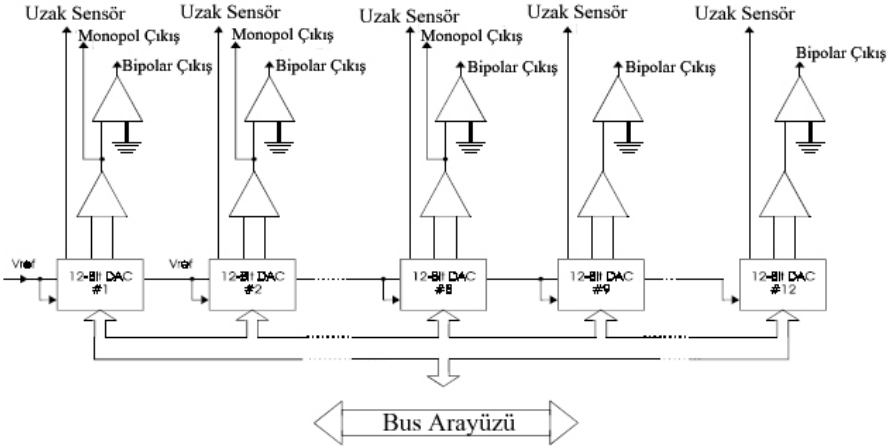
- 8 veya 12 bit çözünürlük
- 4-20 mA arası (diğer olasılıklar: 0-20 mA/1 10 volt/0-10 volt)
- Girdi resistansı genellikle 240kΩ ile 1MΩ arasındadır.
- Değişim hızı genellikle 10 mikrosaniye ile 30 milisaniye arasında değişir.
- Girdiler genellikle tek uçludur (Ayrıca diferansiyel mod sağlanabilir).

Bir radyo bağlantısı üzerinde transfer edilen verinin maliyeti ve minimizasyonu için; genel bir konfigürasyon, 8 tek uçlu 8-bitlik noktadır. Bu noktalar, her analog noktası için 30 milisaniyelik değişim hızına sahip 0-10 voltu okur.

Analog girdi baskılı devre boardlarıyla ilgili, önemli fakat ihmal edilen bir konu da doğru frekans-taki bir sinyalin örneklendirilmesi ihtiyacıdır. Nyquist ilkesi; bir sinyalin en yüksek bölüm frekansında en az iki kez örneklendirilmesi gerektiğini savunur. Böylece dijital sisteme yöneltilen analog, oldukça yüksek bir oranda örneklendirilebilir; bu sayede, girdi sinyalinin maksimum frekansının dışında kalır. Aksi takdirde girdi frekans bölümlerinde, kabul edilebilir bir seviyeye düşürebilmek için filtrasyon yapılması gerekebilir. Ölçülen değerlerdeki hatalı sonuçlara dayalı filtreleme kurmanın yüksek maliyetinden dolayı, bu göz ardı edilebilir. Yazılım filtrelemesi, yetersiz bir donanım filtrelemesini veya örnekleme hızını telafi edemez. Bu sinyali düzenleyebilir fakat dijital formattaki analog sinyali, olması gerektiği gibi, tekrar üretmez.

Analog çıktılar

Tipik analog çıktı modülü



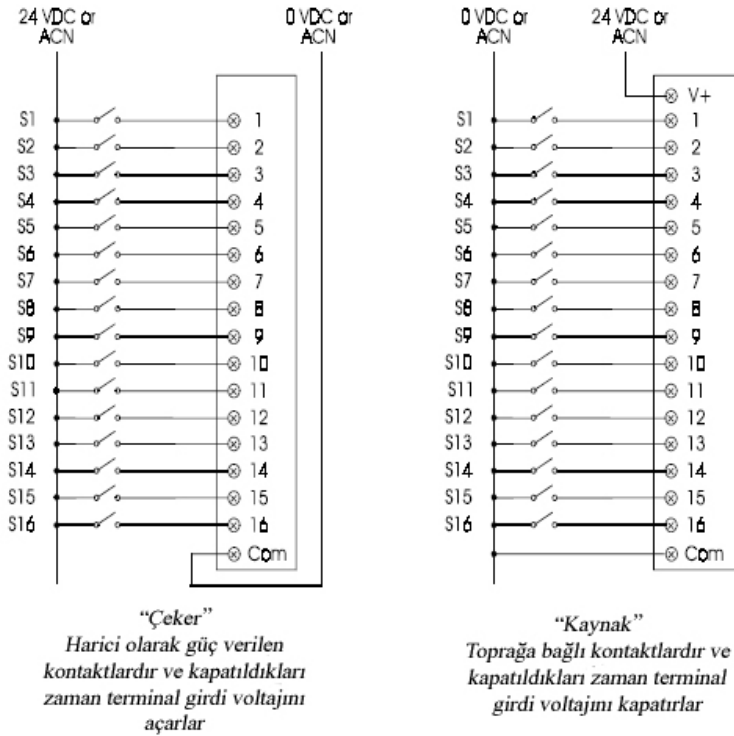
Figür 2.11
Tipik analog çıktı modülü

Normalde açık veya normalde kapalı standart dönüştürücüler, alarm için kullanılabilir. Genellikle, normalde kapalı alarm dijital girdileri, devrenin bir alarm durumunu göstereceği yerlerde kullanılmalıdır.

Girdi güç kaynağı, kullanılan dönüşüm için uygun olarak hızlandırılır: normalde açık ve normalde kapalı. Normalde açık konum için, dijital girdi güç kaynağı kısımlabilir.

Optik izolasyon, alan elektrik tesisatı içinde meydana gelen dalgalanmalardan etkilenmeyeceği için, iyi bir yöntemdir. Tipik bir devre ve operasyonu, Figür 2.12'de gösterilmiştir.

Girdi modülü; Figür 2.13'te gösterildiği gibi, çeker veya kaynak modülü olarak iki temel şekilde kurulabilir.



Figür 2.13

Girdi modülünü kaynak veya çeker olarak konfigüre etme

Tipik dijital girdi modülü

Genellikle bir dijital girdi modülünden aşağıdakiler beklenir.

- Her modül için 16 dijital girdi

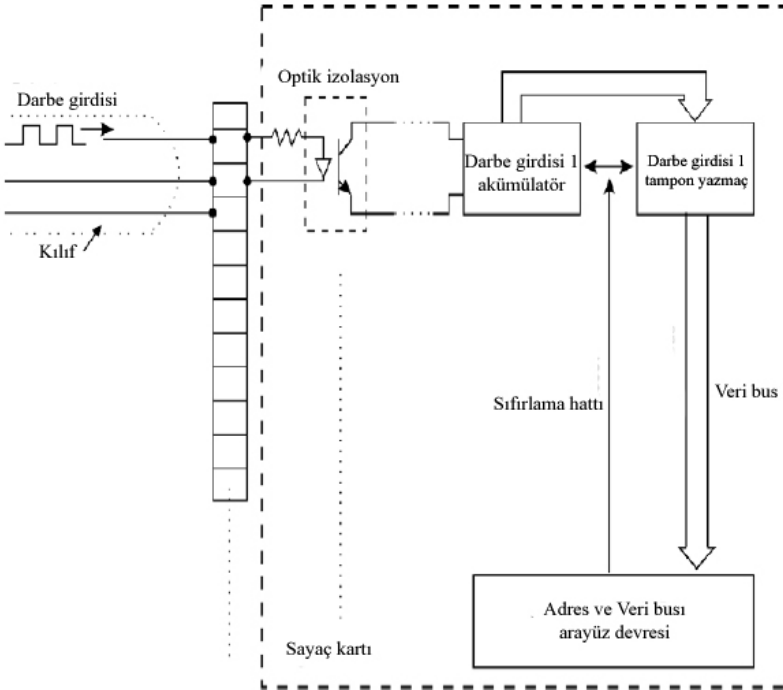
- Her bir girdinin akım konumunu göstermek için birleştirilmiş LED indikatörü
- Dijital girdi voltajı 110/240 VAC ve 12/24/48 LDC'dan değişir.
- Optik izolasyon, her dijital girdiden sağlanır.

Sayaç veya akümülatör dijital girdileri

Darbe-girdi modülünü gerektiren, bir çok uygulama vardır, mesela, ölçme paneli. Bu, bir kontak kapama sinyali veya eğer darbe frekansı yeterince yüksekse, katı hal röle sinyali olabilir.

Darbe-girdi sinyalleri, normalde kuru kontaklardır (ör:güç; gerçek darbe, kaynağından çok, RTU güç kaynağından sağlanır).

Aşağıdaki Figür, dijital girdi sayaç sisteminin bir diyagramını vermektedir. Üretilen gürültünün etkisini en aza indirmek için optik izolasyon uygundur. Akümülatörün ebatı, veriyi bir diğer hafıza birimine aktarmadan önce, sayılması gereken darbe sayısı düşünüldüğü zaman önem kazanır, örneğin; 12 bitlik yazmaç, 4096 sayma kapasitesine sahiptir. 16 bit 65536 darbe sağlar, bu da, 48 dakika @ 2000 barel /hour'a karşılık gelir. Eğer bu limitler ihmal edilirse, akümülatörün sayaç tamamlandığında klasik sıfıra geçme problemi yaşanabilir.



Figür 2.14
Darbe girdi modülü

İki yaklaşım mevcuttur.

- Akümülatör içeriği, belli aralıklarla RAM hafızasına aktarılarak, eski ve yeni akım değer farkı bir yazmaçta depolanabilir.
- İkinci yaklaşımda ise, bir sıvıların, özel bir alana girip çıktığı yerler için düşünülen kesin ve detaylı hesaplamaların yapılması gerektiği yerlerde kullanılır. Bir dondurucu akümülatör komutu, uygun tüm RTU'lara iletilir. O anda darbe akümülatörü, o andaki değerleri dondurur ve bir hafıza konumuna gönderir ve akümülatörü sıfırlar, bu sayede, sayma işlemi tekrar başlatılabilir.

Tipik sayaç özellikleri

Tipik özellikleri ise şunlardır:

- Dört sayaç girdisi
- Dört-16 bit sayacı (her sayaç girdisi için 65536 sayım)
- 20 khz aralığına kadar sayma frekansı
- Sayım frekans üst limiti için, görev döngüsü, tercihen %50'dir (bu orana dikkat edin)

Sayaç girdileri (şalteri açmak ve kapamak için), belirli bir zamana ihtiyaç duyduklarından görev hızı önemlidir. Eğer açık darbe çok kısa ise, sayım frekansı belirlenmiş limit içinde olsa bile, bir darbe kaybolabilir.

Sayaç girdisi üzerindeki bir resistör ve kapasitör kombinasyonu darbelerin iletilmesi için daha ucuz bir yol olmasına rağmen, Schmitt tetikleyicisi, gerekli girdi koşulunu sağlar.

Dijital çıktı modülleri

Dijital çıktı modülü, her uygun çıktı kanalındaki çıktı voltajını sürer. Mümkün olan üç yaklaşım.

- Triyak aktarma
- Reed röle aktarma
- TTL voltaj çıktıları

TRİYAK genellikle AC aktarmak için kullanılır; Varistor çoğunlukla triyak girdisi üzerinden bağlanır. Kısa ömürlü elektiriğin, zararlı etkilerini azaltır.

Dikkat edilmesi gereken üç pratik konu vardır:

- TRİYAK çıktı aktarma aleti tamamen kapatılıp açılmaz ama düşük ve yüksek resistans değerlerine sahiptir. Bu yüzden triyak kapatıldığında bile çıktıda bir miktar artık akım bulunur.
- Dalgalanma akımlarının kısa aralığı (bir döngünün yarısı) olmalıdır. Herhangi birinin uzun

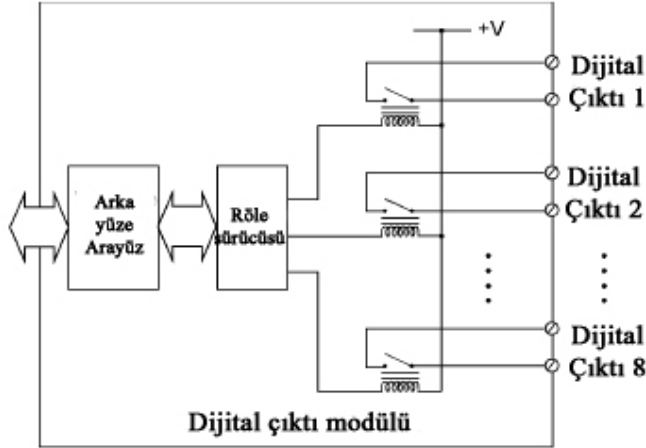
olması modüle zarar verir.

- Üreticinin vermiş olduğu, sürekli akım değerine bağlı kalınmalıdır. Bu, çoğunlukla, özel kanallara ve bu kanalların sayısına karşılık gelir. Modülün tüm çıktı kanallarının tam hızlandırılmış akım kapasitesinde kullanıldığı yerlerde, bazı özel durumlar vardır. Bu, tüm modül için, izin verilmiş maksimum güç dağılımını aşabilir

2.3.7.1 Tipik dijital çıktı modülleri

- 8 dijital çıktı
- 240V AC/ 24V DC (0,5 amperden 2 ampere kadar) çıktılar
- Akım durumunu göstermesi için, her bir çıktıya birleştirilmiş LED
- Optik izolasyon ve her çıktı için kuru röle kontakt

Kuru röle kontaktlar (mesela, kontaktlara çıktı modülü ile voltaj uygulanmamış), çoğunlukla sağlanır. Örneğin, bunlar reed röle çıktısı olabilir. Bu aletler için, akım değerinin çalışma değerlerini geçmediğinden emin olun (özellikle; indaktif akım). Her dijital çıktı 2 ampere ayarlanmasına rağmen, modül bütün olarak 16 amperi (her 2 amper ile 8 amper) sağlayamaz. Genelde, bir modülün, maksimum çalışma akım değeri, bir çıktının maksimum akımı ile, çıktı sayısı çarpıldığında elde edilen değerin, genel olarak %60'ı kadardır. Eğer bu toplam akım aşılsa, modülde aşırı ısınma oluşur ve modül, zarar görebilir.



Figür 2.15
Dijital çıktı modülü

I/O modülündeki kaçak ve kaynak akımındaki farka da dikkat edilmelidir. Eğer bir modül belli bir

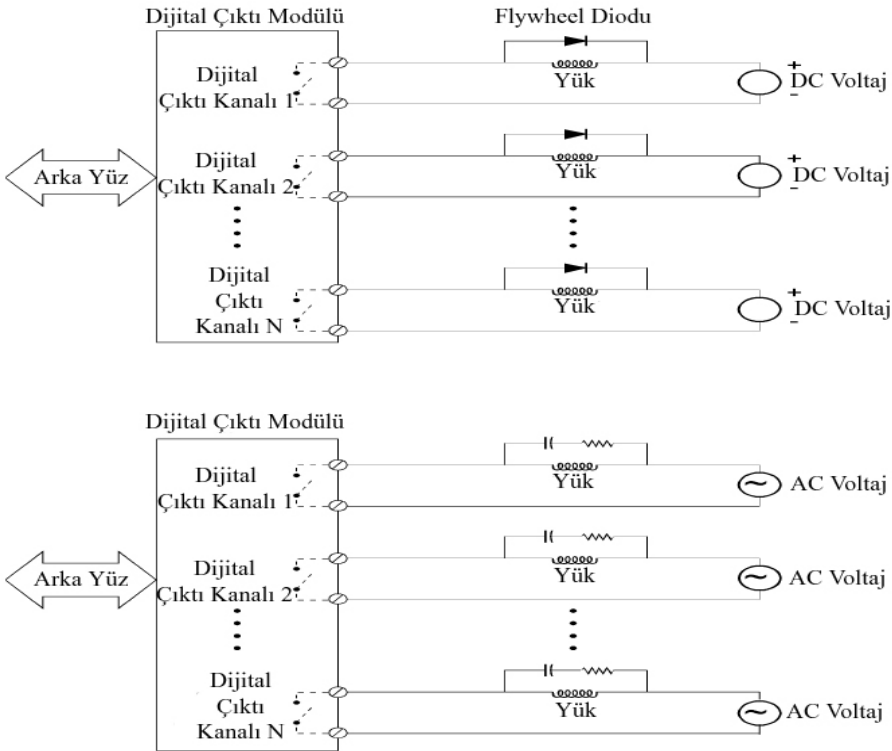
akımı kaçırıyorsa, modülün bu akımı bir dış kaynaktan aldığı anlaşılır. Eğer bir modül, belli bir akım üretirse, bu akımı, çıktı olarak verir

DC sistemleri, indaktif yüklere bağlanırken röle üstüne bir volan [:flywheel] diyotu; ve AC sistemler bağlanırken bir kapasitör/resistör kombinasyonu koyulması önerilir. Bu, aygıtlar kapatılırken, DC voltajlarından kaynaklanan voltaj kıvılcımlarının geri EMF etkisini azaltır.

Karışık analog ve dijital girdiler

RTU'ların gereksinimleri düşük olduğundan, analog ve dijital sinyaller, göz önüne alındığında birleştirilmiş analog ve dijital modül kullanmak tipik bir çözümdür. Bunların özellikleri:

- Dört analog girdi (8- bit çözünürlük)
- İki dijital girdi
- 1 dijital çıktı
- 2 analog çıktı



Figür 2.17
Dijital çıkıtlar için Flywheel diodu veya RC devreleri

İletişim arayüzleri

Modern RTU aşağıdaki gibi çoklu iletişim medyasını işleyebilecek düzeyde esnek olmalıdır:

- RS-232/ RS-442/RS-485
- Çevirmeli telefon hattı/ adanmış kablolama
- Mikrodalga/MUX
- Uydu
- X.25 paket protokollere
- VHF/UHF/300Mhz yoluyla şehirlerarası radyo

İşin ilginç yanı, RTU'lar için daha zor olan radyo iletişim arayüzüdür. Kablolama arayüzü daha kolay dizayn problemi olarak düşünülür. Bu standartlar daha sonraki bölümde ele alınacaktır.

RTU için güç kaynağı modülü

RTU tipik olarak 110/240V AC \pm %10 veya 12/24/48V DC \pm %10dan çalışabilmelidir. Sağlanması gereken bataryalar; kurşun asidi ve nikel-cadmium'dur. Burdaki tipik gereklilikler; 20 saat yedek operasyon, tamamen boşaltılmış batarya için 25 °C 12 saatlik şarj zamanıdır.

Güç kaynağı, batarya ve birleştirilmiş şarj, normalde RTU kapağının içinde bulunur.

Merkez bölüm/ana istasyona geçirilmesi gereken diğer önemli izleme parametreleri ise:

- Analog batarya değeri
- Normal oranın üzerindeki batarya voltajı için alarm

Batarya bobinleri normalde; dahili monte için IP 52'ye ve harici monte için IP 56'ya ayarlanmalıdır.

RTU ortam muhafazası

Genellikle baskılı devre baskılı devre boardları, RTU kabini içindeki arka yüzeyine girer. RTU kabini, sıcak hava gibi durumlara karşı koruma sağlayan, çevresel kaplamaların içine yerleştirilmiştir.

Kurulumunda dikkat edilmesi gereken:

- Dönüştürücü hava vantilatörü ve filtreler: Bu, RTU kaplamalarının tabanına yerleştirilmelidir; sıcaklık oluşumu engellenir. Elektronik devredeki sıcak nokta oluşumları, homojen hava değişimi ile engellenmelidir. Sıcak ıslama testi yapmak da önemlidir.
- Tehlikeli bölgeler: RTU'lar, patlamaya dayanıklı kaplamalarının içine yerleştirilmelidir (ör: yağ ve gaz ortamı)

RM su ve rüzgar geçirmez bir kapak içinde; binanın dışına yerleştirildiği zaman, RTU'ların tipik

çalışma sıcaklıkları değişkendir. RTU binanın içine yerleştirildiğinde, bu sıcaklık tanımlamaları esnekleştirilebilir. Çünkü burda çok fazla sıcaklık değişimi yoktur (vantilatör ve baca ayarlama sistemlerinde problem olan yerlerde duruma göre farklı çözüm sağlanır).

Tipik nem oranı %10 ile %35 arasında değişir. Yüksek nem seviyelerinde; baskılı devre boardları üzerindeki bir yoğunlaşma gibi durumlarda, kontakt paslanması ve kısa devre olmamasına dikkat edilmelidir. Baskılı devre boardlarını verniklemek, bu gibi durumlarda bir çözüm olabilir. Düşük nemli hava (%5) stray kapasitansı yüzünden baskılı devre boardları üzerinde statik elektrik üretilebilir. CMOS temelli elektronik aygıtlar; bu durumlarda problemlere karşı hassastır. Sadece perdeleme ve topraklama, etkilenen elektronik alanlarda statik voltajı azaltabilir. Tüm koruma personeli; statik voltaj üretimini ve transferini engellemek için bilek üzerine toprak sargısı giymelidir.

Eğer RTU çevresinde aşırı elektromagnetik etkileşim (EMI) radyo frekans çakışması bekleniyorsa; özel perdeleme ve topraklama kullanılmalıdır. Bazı üreticiler; RTU'ların etrafında tutmalı alıcı-verici kullanımına yönelik uyarılarda bulunmaktadırlar. Titreyen tesislerden ve aletlerden gelen sürekli titreşim, bazı durumlarda, RTU üzerinde istenmeyen etkilere neden olabilir. Bu tür RTU'lar için, titreşim şok emici montaj belirlenmelidir. RTU'larla birlikte düşünülmesi gereken diğer hususlar; şimşektir (veya elektrik dalgalarından korunma) ve deprem (0.1den 10hz ye kadar olan titreşime eşit olanlar).

Test ve bakım

Çoğu üretici, RTU ve ana istasyonlar arasındaki iletişimi test etmek ve bir ana istasyon ya da RTU'yu simüle etmek için test kitabı sağlar. Figür 2.18'de, tipik üç konfigürasyon gösterilmiştir.

Test kitabında sağlanan tipik fonksiyonlar:

- Mesaj şalteri: Kullanıcının RTU'ya veya ana istasyona göndermek istediği mesaj burada girilir.
- Mesaj indikatörü: Yayılan ve alınan veri gösterimi
- Operasyon modu: Kullanıcı, operasyonun üç modundan herhangi birini seçer; RTU ve ana istasyon arasında bulunan dinleyici test kutusu, RTU'ya olan test kutusu, ana istasyona olan test kutusu. Bunlara ek olarak, kendi kendini test modu da sağlanmıştır.

Önceden ayarlanmış mesajların sürekli iletimi gibi bir özellik de vardır. Test kutusu; kolay göstergeler ve aksiyon kontrolü için PC ye birleştirilmiştir.

Bir RTU sistemi için tipik gereklilikler

Bir spesifikasyonu yazarken, aşağıdaki konular dikkate alınmalıdır.

Donanım:

Kişisel RTU genişletilebilirliği (genellikle 2000 analog ve dijital noktaya kadar)

- Kılıf dışı modüller
- Bir sistemde yer alan maksimum RTU sayısı 255'e çıkarılabilmelidir.
- Modüler sistem – kurulumunda özel bir sıra yoktur (bir kafesteki modüller)
- Sağlam operasyon – bir modüldeki aksaklık diğer modüllerin performansını etkilemez.
- Güç tüketiminin minimuma indirgenmesi (CMOS, avantajlı olabilir)
- Isı üretimi en aza düşürülür.
- Sert ve sağlam fiziksel kurulum
- Gürültüye karşı en iyi duruma getirme (kulağı rahatsız edici durumlar yüzünden)
- Sıcaklık –10 dan 65 °C'ye (çalışma ortamı)
- Bağıl nem, % 90'a kadar olabilir
- Diagnostiklerin açık gösterimi
- Görünür durum LED leri
- Yerel hata çözümü mümkündür
- Uzak hata çözümü operasyonu
- Her bir I/O modülünün ve kanalın durumu (program çalıştırma/aksaklık/iletişim OK/aksaklık)
- Modüllerin hepsi ortak bir busa bağlanır
- Busa olan fiziksel iç bağlantılar sağlam olmalıdır ve sert koşullarda kullanılmaya uygun olmalıdır
- Alan tesisatı kurulumunda kolaylık
- Modül değiştirmede kolaylık
- Elektrik tesisatı bağlantısı ve ayrılması için hareketleri vida uçları

Çevresel faktörler

RTU normalde uzak mesafelerde oldukça sert koşullarda kurulur ve bu koşullar aşağıda belirtilmiştir:

- Ortam sıcaklığı 0 dan 60 °C ye kadar olan (-30 den 60° C ye kadar olan spesifikasyon da mümkündür) yerlerde
- Depo sıcaklığı oranı –20 den 70° C ye
- Yoğunlaştırıcı olmayan % 0-95 bağıl nemde

- Güç dalgalarına dayanmak için dalga dayanma gücü, 150 Ω kaynak empedansı ile 2 saniye için genellikle 1Mhz'dir.
- 1,5 cm'lik kıvılcımların, birimden 30 cm uzaklıkta boşaltıldığı statik boşaltım testi.
- Diğer gereksinimler ise toz, titreşim, yağmur ve sis koruması içerir

Yazılım (ve gömülü yazılım):

- Varolan asıl donanım'a karşı, donanım'ın yazılım konfigürasyonuna uygunluk kontrolleri.
- Sistemde harici olaylar ve dahili hatalardan dolayı oluşacak sorunlara yönelik kayıt tutulması.
- Tüm hata kayıtlarına ve durum yazmaçlarına harici ulaşım.
- Güç kaybı veya diğer hatalardan dolayı sisteme az veya çok güç girmesine rağmen yazılım sürekli olarak çalışmaya devam eder.
- Donanım filtreleme, tüm analog girdi kanalları üzerinde sağlanır.
- Uygulama programı, geçici olmayan RAM üzerinde bulunur.
- Konfigürasyon ve diagnostik araçlar.
- Sistem kurulumu
- Donanım ve yazılım kurulumu
- Kod geliştirme/yönetim/operasyon uygulaması
- Hata kayıtları
- Uzak ve yerel operasyon

Her modül; devamlı olarak I/O ve donanım sistemlerini test eden dahili yazılım'a sahiptir. Hataları belirlemek için ve parçalardaki bozuklukları gidermek için, sistemde, diagnostik LED'ler bulunmalıdır. Operatörün görüntülenebilmesi için tüm bu durumların ana istasyona iletilmesi gerekir.

Uygulama programları

Mevcut olan gelişmiş işlem gücü ve hafıza/harici depolama aktivitelerinden dolayı, eskiden ana istasyonda yapılan uygulamalar, artık RTU'da da yapılabiliyor. Ayrıca birçok RTU, yerel operatör ara yüzüne de sahiptir. RTU'da çalışan tipik uygulama programları şunlardır:

- Analog döngü kontrolü (örn: PID)
- Ölçek ispatı
- (Gaz) akım ölçümü
- Kompresör dalga kontrolü

RTU olarak kullanılan PLC'ler

Bir PLC veya Programlanabilir mantık denetleyicisi, endüstriyel malzemeleri ve işlemleri kontrol eden bilgisayar temelli bir katı hal aletidir. Önceleri; röleler, davul anahtarlar ve zamanlayıcı/sayaç tarafından yapılan mantık fonksiyonlarını yapabilmek için tasarlanmıştı. Günümüzde ise analog kontrolü, PLC operasyonunun standart bir işlevidir.

Birçok üreticiye göre, PLC'nin RTU'ya göre avantajı; PLC'nin daha genel amaçlı kullanılabilir ve bir çok farklı fonksiyon için kolaylıkla kurulabilir olmasıdır.

PLC'nin asıl kurulumu, büyük ölçüde değişebilir, fakat RTU' göre, normalde, fazla değişmez.

PLC'ler aşağıdaki sebeplerden dolayı popülerdir:

Ekonomik çözüm

PLC'ler kablolamalı röleli RTU çözümünden daha ekonomik bir çözümdür.

Çok yönlülük ve esneklik

PLC'ler, değişen kontrol gereksinimlerine karşı, mantık veya donanımlarını kolaylıkla değiştirebilirler.

Tasarım ve kurulum kolaylığı

PLC'ler, yazılıma verdiği önemden dolayı, SCADA sistemlerinin kurulum ve dizaynını daha kolay hale getirirler.

Daha güvenilir

Doğru kurulduğunda, PLC'ler, klasik kablolama röleli çözüm veya kısa süreli üretilmiş RTU'lardan çok daha güvenilir bir çözümdür.

Gelişmiş kontrol

PLC'ler RTU'lara oranla, yazılım kapasitesinden dolayı, çok daha gelişmiş bir kontrol sağlarlar.

Fiziksel uygunluk

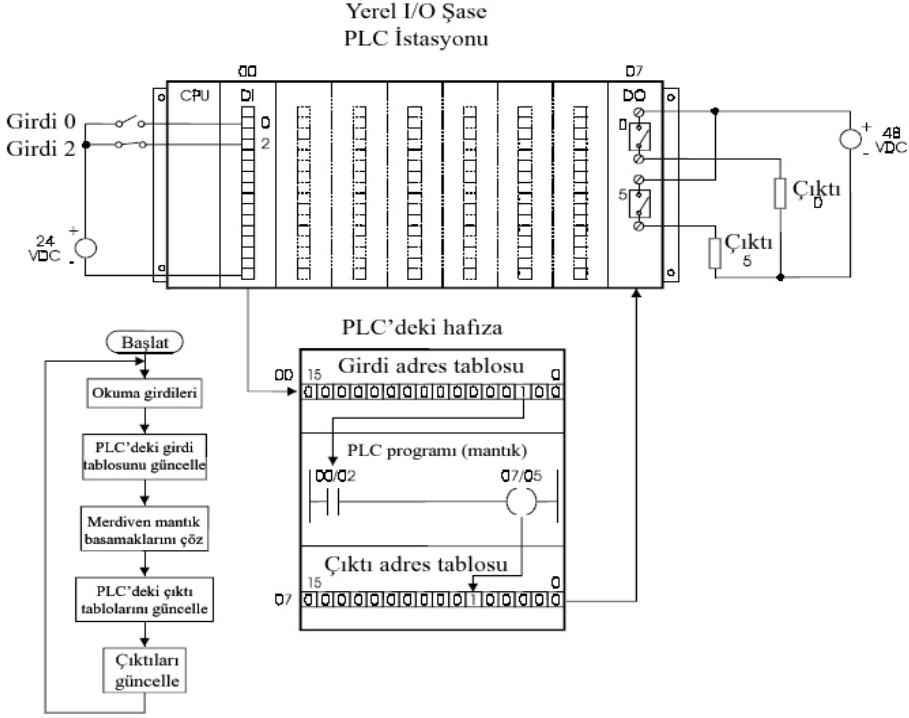
PLC, alternatif çözümlere göre daha az yer kaplar.

Daha kolay tamir ve teşhis

Sorunların net bildirimi ve yazılım sayesinde sistemdeki donanım/firmware/yazılım problemleri, kolay ve çabuk teşhis edilir. Ayrıca işlem ve otomasyon sistemi ile ilgili sorunlar da belirlenebilir.

Bir PLC'nin diyagramı ve standart merdiven -mantık kullanan operasyon mantığı bir sonraki bölümde bahsedilecektir.

PLC yazılımı



Figür 2.19
PLC merdiven mantığı kavramı

Programlamada, merdiven -mantık yaklaşımı popülerdir çünkü standart elektrik devreleriyle benzer. Gücü sağlayan iki dikey çizgi diyagramın her iki kenarına çizilir, mantık çizgileri de yatay olarak çizilir.

Yukardaki örnek, gerçek devreyi kontrol eden PLC'yi ve PLC içindeki dahili merdiven-mantığı gösteriyor.

Merdiven-mantığının temel kuralları

Merdiven mantığının temel kuralları:

- Dikey çizgiler kontrol sistemi için kaynağı gösterir (12V DC'den 240V AC'ye kadar). "Güç dağılımı" soldan sağa gösterilmiştir.
- Merdiven diyagramını soldan sağa ve yukarıdan aşağıya doğru okuyun (normal batı

kitap okuma geleneğinde olduğu gibi). Elektrik aletleri, normalde normal enerjilendirilmemiş durumlarında gösterilmiştir. Bu bazen karışık olabilir. Tutarlılığı sağlamak için dikkat edilmelidir.

- Sargılar, zamanlayıcılar, sayaçlar ve diğer aletlerle ilgili kontaklar, kontrol aletiyle aynı numaralandırma sistemine sahiptir.
- Belli bir aygıt için başlama işlemini gösteren aletler, normalde, paralel olarak kablolanmıştır (böylece bunlardan herhangi biri, aygıtı başlatabilir veya açabilir). Örnek için, Figür 2.20'ye bakınız.
- Belli bir aygıt için durdurma işlemini gösteren aletler, normalde, seri olarak kablolanmıştır (böylece bunlardan herhangi biri, aygıtı, durdurabilir veya kapatabilir). Bunun bir örneği için Figür 2.21 e bakınız.
- Anlık başlama girdi sinyalinin, başlama sinyalini açık duruma getirdiği yerlerde mandallama yapılır, böylece başlama girdisi, kapalı duruma geldiğinde başlama sinyali enerjilendirilmiş, ON, olarak kalır. Mandallama operasyonu ayrıca kapama kontağını sabit tutma ve bir koruma kontağı sağlamaya yarar. Mandallama örnekleri için bir önceki diyagrama bakın.
- İnteraktif mantık: Programda daha sonra ortaya çıkan merdiven mantık basamakları, önceki merdiven mantık basamaklarıyla etkileşim halindedir. Bu yararlı geri besleme mekanizması, bir dizi işlemin başarıyla tamamlanmasının ardından, geri besleme sağlayabilir (veya bazı hatalara karşı, tüm sistemi koruyabilir).

Farklı merdiven mantığı komutları

Merdiven mantık talimatları genellikle farklı kategorilere ayrılabilir.

- Standart röle mantık tipi
- Zamanlayıcı ve sayaç
- Aritmetik
- Mantıksal
- Hareket
- Karşılaştırma
- Dosya manipülasyonu
- Sıralayıcı komut
- Komünikasyon komutu
- Diagnostik

- Çeşitlilik (alt komutlar v.b.)

Bu talimatların bazıları aşağıdaki bölümde açıklanmıştır.

Standart aktarıcı tipi

Bu kategoride üç ana talimat vardır.

Normalde açık kontak

(bazen “eğer kapalıysa inceleyin” veya “açıksa inceleyin” diye de belirtilebilir). Sembol Figür 2.22’de gösterilmiştir.

Bu talimat AÇIK durumu için hafızayla ilgili bölgeyi inceler. Eğer bu hafıza bölgesi AÇIK duruma veya 1’e getirilirse komut “AÇIK” veya “DOĞRU” veya “1”e getirilir. Eğer bölge “KAPALI” veya “0” a getirilirse, komut “KAPALI” veya “YANLIŞ” veya “0”a getirilir.

Normalde kapalı kontak

(Bazen “eğer açıksa inceleyin” veya “kapalıysa inceleyin” diye de belirtilir). Bu komut “KAPALI” durumu için hafızayla ilgili bölgeyi inceler. Eğer bu hafıza bölgesi KAPALI veya “1”e getirilirse, komut “KAPALI” veya “0”a getirilir. Eğer hafıza bölgesi AÇIK veya “0”a getirilirse, komut “AÇIK” veya “DOĞRU” veya “1”e getirilir. Sembölü, Figür 2.23’te gösterilmiştir.

Çıkış güçlü sarım

Merdiven-mantık basamakları tamamen “TRUE” ve “ON” konumuna getirildiği zaman, çıkış güç yöneticisi, hafıza yerini “ON” konumuna getirir; eğer merdiven-mantık basamakları, “FALSE” veya “OFF” konumuna getirilirse, çıkış güç sarımı hafıza yerini “OFF” konumuna getirir.

Sembol, Figür 2.24’te gösterilmiştir.

Pratik devrelerde kullanılan yukarıdaki komutların nasıl kurulduğunu gösteren diyagram Ünite 3’te gösterilmiştir. Sarım ve kontaklarla, bu gösterimler, gerçek dünya (veya harici) veya basitçe dahili girdi ve çıktıları dönüştürülebilir.

Zamanlayıcılar

İki çeşit zamanlayıcı vardır.

- Zamanlayıcı “AÇIK” erteleme
- Zamanlayıcı “KAPALI” erteleme

Her zamanlayıcıyla ilgili üç parametre vardır.

- Önceden ayarlanmış değer (zamanlayıcıya enerji verilmeden veya enerjisini boşaltırken, zamanlayıcının saydığı saniye sayısıdır)

- Toplanmış değer (zamanlayıcının ne kadar süredir aktif olduğunu kaydettiği)
- saniye sayısıdır)
- Zaman temeli (zamanlayıcının çalışma keskinliğini belirtir, mesela, 1 saniye, 0,1 saniye ve hatta 0,01)

“Zamanlayıcı Açık” operasyonundaki zamanlayıcı, aşağıda, Figür 2.25’te gösterilmiştir. Temelde, zamanlayıcı çıktı sarımı, bu zaman periyodu için, basamak enerjili duruma geçtiğinde toplanmış zaman, önceden ayarlı zamanı gösterdiğinde aktive edilir. Basamak durumu, akümülatör değeri önceden ayarlı zamana eşit olmadan önce olumsuz bir duruma geçerse, akümülatör değeri sıfır değerini alır.

“Zamanlayıcı KAPALI” zamanlayıcısının operasyonu, basamak aktif olduğunda, sarımın enerjilendirilmesidir. Basamak olumsuz durumu (veya inaktif) geçtiğinde, zamanlayıcı durur (akümüle edilmiş değer, önceden ayarlı değere eşitlenir). Bu noktada, zamanlayıcı sarımı enerjisiz kalır. Eğer basamak durumu; toplam değer, önceden ayarlı değere ulaşmadan önce tekrar düşük konuma geçerse, akümülatör sıfırlanır. Tüm operasyon dizisi, Figür 2.26’da

gösterilmiştir.

Sayaç

İki çeşit sayaç vardır, ileri sayaç ve geri sayaç. Bu sayaçların operasyonları “zamanlayıcı AÇIK” ve zamanlayıcı KAPALI”ya benzer.

Sayaçlarınkiyle ilgili iki değer vardır.

- Toplanmış değer
- Önceden ayarlı değer

İleri sayan sayaçlar

Giriş kontağının yanlıştan doğruya her geçişinde; bu sayaç akümülatör değerini 1 yükseltir. Toplanmış değer önceden ayarlı değere eşit olduğunda, sayaç çıktısı enerjili hale geçer. Sıfırlama komutu verildiğinde (sayaçla aynı yerde), sayaç sıfırlanır ve toplanmış değer sıfıra ayarlanır.

Geri sayan sayaçlar

Giriş kontağının yanlıştan doğruya her geçişinde, bu sayaç akümülatör değerini (önceden ayarlı değerden başlayan) 1 azaltır. Akümülatör değeri sıfıra eşit olduğunda, sayaç çıkışı enerjilenir. İlginç olan, sayaçların, güç eksiklikleri esnasında veya programlandysa MCR komutundan sonra, toplanmış sayılarını kaybetmemeleridir.

Aritmetik komutlar

Çeşitli aritmetik talimatlar açıktır ve genellikle tamsayı nokta aritmetiği etrafında kurulmuştur. Bazen, ASCII veya BCD değerlerinin toplanmasına izin verilebilir. Çift sayıların toplanması ve tek sayılara dönüştürülmesinin açıklaması, İlave C'de verilmiştir. Bulunan tipik komutlar;

- Toplama
- Çıkarma
- Çarpma
- Bölme
- Kare kök alma
- BCD'ye dönüştürme
- BCD'den dönüştürme

Basamak, aritmetik operasyona (bir basamak sarımının olağan yerine yerleştirilmiş) izin vermek için doğru değerinde olmalıdır.

Toplama operasyonunun bir örneği, Figür 2.27'da gösterilmiştir.

Sorunlar esnasında, bu işlemleri kullanırken, taşıma, aşırı büyük, sıfır ve işaret bitleri gibi kontrol bitlerinin takip edilmesi gerekir. Kaynak değerlerinin, floating nokta olduğu durumlarda, floating nokta yazmaçlarının, hedef yazmaç olarak kullanılmasına dikkat etmek gerekir. Aksi takdirde, aritmetik operasyon yapılırken, doğruluk kaybolabilir.

Mantıksal operasyon

Önceden bahsedilen, röle kontakları ve sarımlarla birlikte uygulanan mantıksal işlemlerin yanı sıra, bir 16 bitlik kelime üzerinde, mantık ve boolean işlemlerine ihtiyaç duyulabilir.

Aşağıdaki örneklerde; son nokta değerini alabilmek için kaynak kelimelerin eşit yerlerindeki bitler üzerinde parça parça işlem yapılır. Mevcut olan çeşitli mantık işlemleri şunlardır:

- AND
- OR
- XOR (sadece veya)
- NOT (veya tamamlayıcı)

Mantıksal işlem yapabilmek için uygun basamak doğru değerinde olmalıdır (bir basamak sarımının olağan yerine yerleştirilmiş). Mantıksal işlemlerin anlamların tam açıklaması ilave-E de verilmiştir.

Hareket

Bu komut her uygulandığında, tanımlı adresteki kaynak değerini, hedef adrese gönderir.

Karşılaştırma talimatı

Bunlar içerik kelimelerin içeriğini karşılaştırmaya yarar. İki kelimeyi karşılaştırmak için, tipik komutlar:

- Eşittir
- Eşit değil
- Küçüktür
- Küçük eşit
- Büyüktür
- Büyük eşit

Bu durumlar sağlandığı zaman, ilgili basamak, enerjili duruma geçirilecek olan sarımlarla seri olarak bağlanabilir.

Alt komutlar ve atlama komutları

Normal işleyişleri içerisinde, standart sıralı iletim yoluyla, merdiven mantık programlarının kontrolünü iletmenin iki yöntemi vardır. Bunlar:

- Basamak durumu doğru olduğunda (bir etikete atlamak olarak da adlandırılır) programın bir bölümüne geçer.
- All rutin olarak adlandırılan, ayrı bir merdiven mantık bloğuna geçmek
- İlgili yazılım paketlerinden dolayı, hatalı sintaks raporlanmasındaki kısıtlanmalar yüzünden, bazı kullanıcılar; merdiven mantık basamağını PLC'ye aktarıırken, bazı sorunlarla karşılaşır.
- Her basamaktaki (veya şebekedeki) sarımın numaralandırılması
- Bir çok merdiven mantık uygulaması, genel olarak, her basamak için bir sarıma, belirli sayıda paralel kola için belirlenmiş maksimum sayıda paralel bölüm (mesela, 7) ve belirli sayıda seri kantağa (mesela, 10) izin verir. Eğer daha fazla kantağa ihtiyaç duyuluyorsa, ek basamaklar (dummy sarımlı) eklenmelidir. Bu sayede, bir basamak veya bir şebeke ile iş görülebilir.
- Dik kontaklar
- Normalde dik kontaklara izin verilmez.
- Kontak yerleştirme

- Kontakların sadece PLC içindeki belli seviyelere yerleştirilmesine izin verilmiştir. Diğerlerinde, bu tür bir yerleştirme iolanak sağlanmaz.
- Güç akış yönü
- Şebeke veya basamak içindeki “güç akışı” her zaman soldan sağa doğru olmalıdır. Bu kuralda herhangi bir değişiklik yapmak uygun değildir.

Master istasyon

Bir veya daha fazla operatör (yerel şebeke alanla birleşmiş) istasyonuna sahip olarak tanımlanmış merkez bölge/ana istasyon, modem ve radyo alıcı/verici içeren iletişim sistemine bağlanır. Kablolama sisteminin radyo sistemi yerine kullanılması mümkündür. Bu durumda, modem kablolama ile doğrudan birleşir. Ana kontrol odasına yakın bir yere yerleştirilmiş bir RTU olmasına rağmen, normalde ana istasyona doğrudan bağlanmış girdi/çıkış modülü yoktur. Burada bulunması gereken özellikler:

- RTU'ların durumunu göstermek ve operatör kontrolü için operatör ara yüzü
- Verinin RTU'larda kaydı
- Verinin RTU'dan alarmı

Daha önce bahsedildiği gibi ana istasyonun iki ana görevi vardır:

- RTU'lardan ve alt ana istasyonlardan periyodik olarak alan verisi kazanımı
- Operatör istasyon üzerinden uzak aygıtların kontrolü
- Aşağıdaki diyagramda gösterildiği gibi sistemin çeşitli kombinasyonları bulunur.
- Bir alt ana istasyon kurmak da gereklidir. Bunun amacı özel alanlardaki kontrol bölgelerini kontrol etmektir. Alt ana istasyonlar aşağıdaki fonksiyonlara sahiptir:
- Bölge içinde bulunan RTU'lardan veri almak.
- Yerel operatör istasyonu üzerinde bulunan bu verileri kaydetmek ve göstermek.
- Veriyi ana istasyona iletmek.
- Ana istasyondan kontrol isteklerini alıp, kendi bölgesi içindeki RTU'lara gönderir.

Ana istasyon aşağıda belirtilen tipik fonksiyonlara sahiptir.

İletişim kurulumu

- Her RTU'yu konfigüre et.

- Her bir RTU'yu girdi/çıkıktı parametreleriyle başlat.
- Kontrol ve veri kazanımı programlarını RTU'ya yükle.

İletişim ağının operasyonu

- Bir ana- yardımcı düzenlemesi varsa, her RTU'yu veri için seç ve RTU'ya yaz.
- Alanları ve olayları diske kaydet (ve eğer gerekliyse operatöre göster).
- Farklı RTU'lardaki girdi ve çıktıları otomatik olarak birbirine bağla.

Teşhis

- RTU aksaklıklarında ve olası problemler için, doğru diagnostik bilgi sağla.
- Fazla veri yüklemesi gibi olası problemleri tahmin et.

Master istasyon yazılımı

Ana istasyon yazılımına bağlanmış üç parça vardır:

- İşletim sistemi yazılım
- SCADA sistemi yazılımı (uygun olarak konfigüre edilmiş)
- SCADA uygulaması yazılım

İşletim sistemi ve bilgisayar sistem donanımı arasında ara yüz olarak görev yapan, gerekli bir firmware (BIOS benzeri) vardır. İşletim sistem yazılımından daha fazla bahsedilmeyecektir. Bunun en iyi örnekleri DOS, Windows, Windows NT ve çeşitli UNIX sistemleridir.

Sistem SCADA yazılımı

Bu, özel SCADA sistem satıcısı tarafından biraraya getirilerek hazırlanmış ve sonra özel bir kullanıcı tarafından konfigüre edilmiş yazılıma karşılık gelir.

Genellikle dört ana modülden oluşur.

- Veri kazanımı
- Kontrol
- Arşivleme veya veri tabanı depolaması
- İnsan makina arayüzü (MMI)

Bu yazılım, gelecek bölümde daha detaylı anlatılacaktır. Daha önce belirtildiği gibi başarılı bir SCADA sistem dizaynı, merkez bölge yapısına verilen öneme bağlıdır. Bu yüzden, bu gelecek bölümde değerlendirilecektir. Fakat merkez bölgenin özelliklerinden biri de LAN'ların kullanımındır. Bunlar burada özetle ele alınacaktır.

Yerel alan şebekeleri

Merkez bölge yapısı, 802,3 (ethernet) , 802,4 (jeton bus) veya 802,5 (jeton ring) gibi LAN standartlarından birini kullanan yayılmış yapı ve yüksek-hız veri yolu üzerine kurulmuştur. Bir ana operatör istasyonunun bulunmadığı yerlerde; Ethernet ve jeton bus kullanmak en yaygın yaklaşımdır. Pazarda kabul görmeye başlamış olan yaklaşım, jeton bus yaklaşımıdır; kontrol bir istasyondan diğerine bir jetonla iletilir. Bu sistemin kolay bir şekilde genişlemesine izin verir.

Şebeke opsiyonlarının herbiri aşağıdaki paragraflarda ele alınacaktır. Üç çeşitle LAN'a,, özel referans yapılacaktır.

- Ethernet (veya CSMA/CD)
- Jeton ring (ör: IBM jeton ring)
- Jeton bus (ör: MAP/PLC tipi endüstriyel sistemler)

Bu şebeke tiplerinin herbiri aşağıdaki bölümlerde daha ayrıntılı işlenecektir.

Ethernet

Bunlar, genellikle, 10 MBps baseband koaksiyal kablo şebekeleri olarak kurulur. Taşıyıcının çoklu kabul ve çakışma algılayıcısı (veya CSMA/CD) ethernet tarafından kullanılan ortam giriş kontrolü (MAC) metodudur. Bunlar LAN'larla en popüler yaklaşımlardır ve bu yüzden alternatif yaklaşımlardan daha detaylı ele alınacaktır.

Ethernet düşüncesi, radyo iletim deneylerinden doğmuştur; çok sayıda istasyon rasgele zamanlarda birbiriyle iletişim halindeir. Özellikle bir istasyon (veya nod) bir mesajı (genel bağlantı kabloları üzerindeki diğer noda iletmeye) önce, öncelikle bus (kablo veya radyo) aktivitesi için dinler. Eğer istasyon, diğer nodların iletim yapmadığını belirlerse, kendi mesajını gönderir. Başka bir istasyonun da, aynı anda iletim yapma olasılığı vardır. Eğer iki nod arasında bir çakışma meydana geliyorsa, her nod, tekrar iletim yapmaya teşebbüs etmeden önce (rastgele duraksamalar yüzünden farklı zamanlarda) bir süreliğine iletimden vazgeçer. Her bir ethernet istasyonu için, ortam erişim kontrol ünitesinin tipik bir kurulum görüntüsü, Figür 2.30'da verilmiştir.

Entegre kılavuz ve alıcı verici ünitesi (MAC ünitesi olarak tanımlanır) aşağıdaki parçalara sahiptir:

- Alıcı verici ünitesi, veri iletmeye ve almada kullanılır, çakışmayı belirler, elektriksel izolasyon sağlar ve bus çalışmasını garantiler.
- Koaksiyal kablonun fiziksel bağlantısını yapan bir kılavuz

Alıcı/vericiye kılıflı bir kablo yardımıyla bağlanmış kontrol kartı, mesaj bölümlendirilmesi ve hata tespiti yapan ortam giriş kontrol ünitesi ve protokollere bağlı şebeke kurulumu için mikroişlemci içerir.

Üç çeşit Eternet kablolaması vardır: standart Eternet, koaksiyal Eternet veya 10BASE2 ve 10BASE5 standart.

Standart Eternet, ISO8802.3 standardı içinde 10BASE5 olarak tanımlanır. Bu, maksimum parça uzunluğu 500 m (Her parçasının 100 MAU'lara kadar) olan 10 MB/sec baz bandı iletimi olarak tanımlanabilir. Tüm Eternet sistemi içinde en fazla 5 segman yer alır.

10BASE5 standardı, 10.28 mm'lik 50 ohmluk koaksiyal kablo gerektirir; klavuz üstünde bir kısıkaç kullanılarak bağlanabilir. Bu ayrıca kalın tel Eternet olarak bilinir. Erkek N-bağlayıcı; kablo üzerinde ekleme için kullanılır ve iki iletken arasında dişi-dişi N tipi konnektör haznesi vardır. Birleştirici ünite arayüzü (AUJ), 15 iletken kılıflı kablo içerir (5'er kılıflı çift içerir). Her bir segmanın, sonu 50 ohmluk N-konnektör sonlandırıcı ile sonlandırılmalıdır.

Ortam birleştirme ünitesi (veya MAU)'nun iki çeşidi mevcuttur:

Vampir klavuz Tap

- Vampire klavuz, bir pin merkez iletkenine (kablo içine bir delik açarak) bağlandığı için kolay bağlantı sağlar ve diğer pin kılıf içine bağlanır.

N-tipi konnektör

- N-tipi konnektör, iki dişi N-konnektörlerden oluşur. Böylece, MAU'nun ana hatta bağlanacağı yerde, kablonun kesilmesini ve erkek N-tipi konnektörlerin takılmasını gerektirir. Kirli fabrika ortamlarında, vampir bağlantısı tercih edilebilir. MAU'lar arasındaki uzaklık 2.5 m'dir.

İnce koaksiyal Eternet, diğer bir deyişle 10BASE2, 10BASE5 standartlarından sonra kurulum giderlerini azaltmak için geliştirildi. En büyük parça uzunluğu 185 m'dir. 10BASE2 için diğer isimler Cheapernet ve ince tel Eternettir. Kullanılan koaksiyal kablo 50 ohm karakteristik empedansa sahip RG-58 A/U veya C/U'dur.

İnce Eternetin koaksiyal kablo gövdesi kaynaklanmamalıdır. İnce Eternet eklenti, yerleri sadece belirli 0.5 m'lik mesafe aralıklarında bağlanabilir. 10BASE2'nin, her 185 m'lik segmanında tekrarlayıcılar için eklenti yerleri de dahil olmak üzere, 30 adete kadar MAU bağlanabilir. Benzer kurallar, 10BASE5'in kurulumu için de geçerlidir fakat ince koaksiyal kablo parçası, iki 10BASE5 parçası arasında bağlantı hattı olarak kullanılamaz.

Üçüncü eternet standardı 10BASE5'tir. Bu standard, her terminale, ikiz sarmal kablo çifti ile bağlı merkezi huba sahip yıldız tipi şebeke içerir. Terminalin, huba maksimum uzaklığı 100 m'dir. Bu standard, küçük terminal topluluklarına hizmet sağlamak içindir ve genellikle 10BASE5 şebeke omurgasına bağlıdır.

Eternet şebekelerdeki çakışmaları azaltmak için, aşağıda bir kaç öneri verilmiştir:

- Tüm kabloları mümkün olduğunca kısa tutun.

- Fazla çalışan kaynakları ve onların mesafelerini mümkün olduğunca kısa tutun.
- Omurga trafiğini azaltmak için bu nodları, köprü/yönlendiricilerle ana şebeke omurgasından izole edin.
- Bit tekrarlayıcılar yerine, tamponlanmış tekrarlayıcılar kullanın.
- Varolmayan nodlara yönlendirilmiş, gereksiz yayın paketlerini kontrol edin.
- Ağ trafiğini görüntüleyen izleme cihazlarının da, şebeke trafiğini (çakışma oranını) arttırdığını unutmayın .
- Kablonun, topraklanmasının kablo sonlandırıcılarının üstünde tek bir noktadan yapıldığına emin olun.

Jeton halka LAN'ları

İkinci tip bir ağ, IBM tarafından 80'lerin başında sembolik olarak geliştirilen sembolik halka sistemidir. Ofis tipi ortamlarda yaygın kullanılmasına karşın, endüstriyel sistemlerde popüler değildir. Sistem, kontrolü bir noddan diğer noda geçirmek için sembolik bir mesaj kullanır. Nod bir sembol aldığı anda, kısa bir süreliğine halka şebekenin kontrolünü ele geçirir. Bu süre bittiğinde sembol bir sonraki noda geçirilmelidir.

Alternatif olarak nodun ileteceği mesaj yoksa, sembol bir sonraki noda geçirilmelidir.

Figür 2.34, halka tipi ağlarla ilgili tipik bir sorunu gösteriyor: nodların bozulduğu (veya açılmadığı) fakat nod 2 ve 4 arasında sürekli bir sinyal yolu sağlayan rölelerden dolayı şebeke işleyişinin aksamadığı bir şebeke sorunu.

Jeton bus şebekeleri

Jeton bus şebekesi, tüm nodlara, bir bus üstünde belirli maksimum bir zaman bulunma izni verdiği için dolayı, endüstriyel sistemlerde popülerite kazanmaktadır. Bu felsefe, kontrolün, bir jeton yoluyla noddan noda geçtiği jeton halka şebekesinin felsefesine benzer.

Sistem güvenilirliği ve ulaşılabilirliği

SCADA sisteminin her bir bileşeni, sistemin genel güvenilirliği ile bağlantılıdır. Ana istasyon, SCADA sisteminin stratejik bir parçasıdır. Sistemin güvenilirliği ve ulaşılabilirliği, dikkatli gözden geçirilmelidir. Tek bir RTU'nun kaybı, istenilen bir durum olmamasına rağmen sistem işleyişini bozamaz.

Ana istasyonun kritik parçaları

- Kontrol işleme ünitesi (CPU)

- Ana hafıza ve tampon yeniden yazıcılar
- Yatak sürücüsü ve ilgili kart kontrolörü
- İletişim arayüzü ve kanal

Tekrarlamalı master istasyon konfigürasyonu

Gereğinden fazla çeşitte konfigürasyon imkanı vardır. Mümkün olan iki yaklaşım, aşağıdaki figürde gösterilmiştir. En basit yaklaşım ise, soğuk bekleme değişimidir, burada birincilden ikincile değişen bir anahtar üretilir.

Sıcak bekleme konfigürasyonunun bir örneği ise aşağıdaki konfigürasyonda verilmiştir. Eğer birincil CPU, verilen zaman periyodunda güncellemez veya sıfırlamazsa, burda bir bekçi-köpeği zamanlayıcısı [(WDT)-:watchdog timer] aktif hale geçirilir. WDT aktif hale geçirilince, değişim, birincilden ikincil CPU sistemine geçişte etkilenir. İkincil CPU'nun hafızası sürekli yüksek-hız hafıza güncellemesi kullandığından dolayı, ikincil veya kurtarma CPU'su, en son statü verileri (WDT, değişimi aktif hale geçirene kadar) içerir.

İletişim mimarileri ve felsefeleri

Üç ana fiziksel iletişim yapısı mümkündür. Bu yaklaşımlar bir iletişim sisteminde birleştirilebilir. Fakat bu konunun amacına uygunluk yönünden, her birini ayrı ayrı düşünmek daha yararlıdır. İletişim gerçekleştirilmede kullanılacak yardımcı felsefeler ise daha sonra ele alınacaktır.

İletişim mimarileri

Bir noktadan diğer noktaya (iki istasyon)

Verinin iki istasyon arasında iletiildiği en kolay konfigürasyondur. Bir istasyon ana diğeri ise yardımcı olarak kurulur. Her istasyonun da tam dubleks mod da çalışması (iki farklı frekansın üzerinde iletme ve alma) veya tek bir frekans üstünde simpleks iletişim mümkündür.

Çoklu nokta (veya çoklu istasyon)

Bu konfigürasyonda bir ana ve çoklu yardımcıları vardır. Genellikle veri noktaları arasındaki iletişim, ana ve her bir yardımcı arasında verimli bir şekilde geçer. Eğer iki yardımcı verileri birbirine iletme ihtiyacı duyarsa, bunu arbitratör veya moderatör olarak çalışan ana istasyon üzerinden yaparlar.

Alternatif olarak, tüm istasyonların birbiriyle karşılıklı iletişimi mümkündür. Bu aynı anda iletişim yapmak isteyen, iki ayrı istasyon arasındaki çakışmayı önlemek için, zor bir protokol ağı gerektiren, daha karışık bir düzenektir.

Burada iki ihtimal vardır:

- Röle işlemini hafızaya al ve bir sonraki istasyona aktar

Bu, yukarıda sözü edilen diğer yaklaşımların bir bileşeni olabilir. Burada, bir istasyon, ana istasyona menzili dışındaki bir diğer istasyona, ana istasyona gerek kalmaksızın mesajı yeniden iletir. Bu yoğunlukla hafızaya alma ve iletilme röle istasyonu olarak adlandırılır. Hafızaya al ve iletilme istasyonlarında, eş zamanlı bir iletim yoktur. Mesajı ana istasyon aldıktan sonra ara istasyona yolladığı için, aynı frekansla iletim gerçekleştirir. Her bir mesaj, iki kez gönderilmek zorunda olduğu için tekrarlayıcıdan geçen konuşmadan daha yavaştır. Avantajları, anten yükseklikleri ve maliyetlerdeki büyük ölçekli tasarruflardır.

- Tekrarlayıcılar üzerinden konuşma
- Bu radyo sistemlerinin menzilinı arttırmak için tercih edilen bir yoldur. Bu sayede, bir diğer frekans üzerinden eşzamanlı alınan radyo sinyallerini tekrar iletir. Normalde, coğrafik olarak yüksek noktalara yerleştirilir. Tekrarlayıcı, sürekli olarak bir frekans üzerinden alır ve diğer bir frekans üzerinden tekrar iletir. Tüm istasyonların tekrarlayıcı üzerinden iletişim kurması önemlidir. Bu tüm istasyonlar için genel bir bağlantıdır. Böylece radyo anten uzunluğu tüm RTU bölgelerine erişim için yeterli hale gelir. Bu, iletişim sistemi içindeki stratejik bir bağlantıdır, herhangi bir yanlışlık tüm sistemde zarara neden olur.

Anten bir frekans üzerinden olmalı ve farklı frekans üzerine iletmelidir. Bunun anlamı, sistemin antene tutturulmuş özel filtrelerle, sadece bu özel uygulamaya yönelik özel olarak dizayn edilmiş olmasıdır. Tekrarlayıcı kullanımında da, veri iletiminde küçük bir zaman gecikmesi vardır. Protokol; tekrarlayıcı alıcı ve vericisinin, operasyona başlaması için yeterli bir ön zaman ile tasarlanmalıdır.

İletişim felsefeleri

İki temel iletişim felsefesi vardır. Bunlar; seçimli (veya master slave) ve taşıyıcı bağlamında çoklu erişim/çakışma algılayıcısıdır. Bir noktadan, başka bir noktaya taşınması gereken verinin miktarını azaltmak için (veya tüm sistemin tepki zamanlarını geliştirmek için), bir önemli metod da, daha sonra belirtileceği gibi, istisna raporu kullanmaktadır. Radyo sistemleriyle istisna raporlama, normalde, CSMA/CD düşüncesiyle ilgilidir fakat çok sayıda verinin ana istasyona transfer edildiği durumlarda neden RTU'nın uygulanamadığına yönelik teorik bir neden yoktur.

Bu konu, radyo iletişim üzerinde yoğunlaşır. Jeton bus veya CSMA/CD'nin, kablo sistemleri üzerinde kullanılması, LAN dahilinde (kısa mesafeye bağlı) kullanılmasından daha kolaydır. Daha uzun mesafeler için, kablo sistemi seçimli bir yöntem kullanır.

Seçmeli (veya Master-Köle)

Bu noktadan noktaya veya çoklu nokta konfigürasyonları içinde kullanılır ve kullanılan en basit düşüncedir. Ana (:*master/efendi/birincil*) istasyon, iletişim sisteminin tam kontrolüne sahiptir ve bir çok yardımcı (:*slave/köle/ikincil*) istasyonun her birine ve her birinden, veri ve veri transferi için düzenli (yinelenen) taleplerde bulunur. Yardımcılar işi başlatmaz ama

ana istasyona bağılıdır. Yardımcı istasyonun sadece ana istasyonlardan gelen taleplere cevap verdiği durumlarda, yarı-dubleks yaklaşımı kullanılır. Eğer yardımcı, belirlenen zamanda cevap vermezse, ana istasyon tekrar dener (genellikle üç kere) ve yine cevap alamazsa yardımcıyı servis dışı olarak belirler ve dizilimdeki yeni nodu dener. Servis dışı yardımcıları, bir sonraki seçim döngüsünde, tekrar denemek mümkündür.

Bu yaklaşımın avantajları :

- Düşüncenin basitleştirilmesi için, yazılım, kolayca yazılabilir ve güvenilirdir.
- Ana ve yardımcı nodlar arasındaki bağlantı hataları, oldukça çabuk tespit edilir.
- Şebeke üzerinde bir çakışma olmadığından, veri akımı tahmin edilebilir ve sabittir.
- Her bir nodu sabit veri transferi gerektiren ağır yüklenmiş sistemler için, bu yöntem, tahmin edilebilir ve verimli bir çalışma sağlar.

Dezavantajları :

- Her bir yardımcının veri transfer ihtiyacındaki değişimin üstesinden gelemez
- Bir yardımcının acil müdahale talep ettiği kesinti türü isteklerin üstesinden gelinemez (ana istasyon, o esnada, diğer yardımcıları çalışıyor olabilir)
- Yardımcıdan minimum veri değişikliğiyle çalıştığı hafif yüklenmiş sistemler, oldukça verimsiz ve yavaştır.
- Birbiriyle iletişim kurmaya ihtiyaç duyan yardımcıları, ana istasyon tasarımına ekstra komplekslik getirir.
- Seçimli (veya master slave) yaklaşımının iki uygulaması, aşağıda verilen iki kurulumda verilmiştir. Bu, muhtemelen en yaygın kullanılan tekniktir ve diyagramda gösterilmiştir.

Seçim düzenini diyagramda gösterilenin üstesinde, detaylandırmak için bir takım hususların gözden geçirilmesi gerekir. Bunlar:

- Bir seçim esnasında, bir RTU'dan cevap alınamıyorsa, bir zamanlayıcı kurulmalı ve bu istasyonun inaktif olarak işaretlemeye önce üç tane (toplamda) deneme daha yapılmalıdır.
- Eğer bir RTU'ya öncelik verilecekse, öncelik listesine çok fazla RTU konulmaması önemlidir. Aksi takdirde yüksek ve normal öncelik arasındaki farklılık anlamsız hale gelir.

Yüksek ve normal öncelik düzenlemesinin, bir örneği, aşağıdaki diyagramda verilmiştir.

Ana istasyondan gönderilen öncelik mesajı, standard seçim sırasını dikkate almayabilir. Bu durumda, ana istasyon özel bir istasyon (seçim sırası için bir sonraki olması gerekmez) için seçim talebini tamamlar ve öncelikli talebini özel bir istasyona gönderir. Daha sonra, bu RTU'dan bir cevap

gelmesi için belirlenmiş bir zaman dahilinde bekleyebilir veya bu özel istasyondan bir cevap talep etmeden önce seçim dizilimi içindeki birkaç istasyona talepler göndermeye devam eder.

Zamanlayıcılar için, optimum değerleri belirlerken dikkat edilmelidir – Kiralık hatlardaki komünikasyon sistemiyle karşılaştırıldığında, bir uydu bağlantılarında belirgin bir gelişime göze çarpar.

CSMA/CD sistem (yada eşler arası)

RTU'dan RTU'ya komünikasyon sistemi

RTU'nun, diğer RTU'larla iletişim kurmak istediği durumlarda, ana istasyonun adresi dışında bir hedef adresi içeren bir mesaja sahip ana istasyon tarafından seçime yanıt verilmesi, bir çözüm olabilir.

Ana istasyon; RTU'dan alınan mesajın, hedef adres alanını inceler ve eğer adres doğru değilse, kendi adresini işaretler, uygun uzak istasyona tekrar gönderir.

Bu yaklaşım, bir ana yardımcı şebeke veya hepsi eşit statüye sahip olan bir grup istasyon içinde kullanılabilir. Bu, 2.4.1'de bahsedilen Eternet işlemine benzer.

Çakışmayı engellemek için yapılabilecek tek girişim, iletimden önce, medyayı kontrol etmektir. Sistemlerin çakışma problemlerinin üstesinden gelebilmesi, iyileşme metodlarına bağlıdır. Genel olarak, bu sistemler, düşük kapasite hızlarında verimlidir. Yoğunluk, kanal kapasitesinin %30'unun üstüne çıkmaya başladığında, sistemde çığ tarzında aniden artan bir aksama gözlenir ve iletişim güvenilirmez ve değişken bir hal alır. Çoklu istasyonlar arasında radyo iletimine yönelik ilk deneylerde (karşılıklı), CDMA/CD kullanılmıştır.

Bu teknik, sadece, tüm nodların aynı ortama (radyo aralığı içindeki veya ortak kablo ağı üzerindeki) giriş yaptığı yerlerde kullanılır. Bütün veri, iletim nodu aracılığıyla, hedef nod adresi bir çerçevenin baş başlık kısmına eklenerek, bir çerçeve içinde iletilir. Tüm nodlar, bu çerçeveyi okur ve çerçevenin başlık kısmında, kendi adresini okuyan nod, verinin başlık kısmından sonrasını okumaya devam eder ve uygun bir şekilde yanıtlar.

Buna rağmen, bu teknikle beraber, iki nod, eşzamanlı deneme ve iletmeye yönelirse, çakışma meydana gelir. Çakışma şansını minimum düzeye indirmek için, kaynak nodu, iletme başlamadan önce, bir taşıyıcı sinyalini (bir çerçevenin iletildiğini belirten) bekler. Maalesef bu çalışma prensibi, eş zamanlı deneme ve iletim yapan istasyonlar (birbirleriyle iletişim kuramayan) için geçerli değildir.

Burada sadece ana istasyonun tespit edebileceği (ve böylece doğru) bir çarpışma vardır. Bununla beraber, iki (veya daha fazla) iletim nodun, sistemde herhangi bir aktivitenin olmadığını belirleyerek ve eşzamanlı iletme başlaması mümkündür. Sezgisel olarak bunun anlamı; aynı polaritede iki bit sinyal eklenecek ve alıcı-verici tarafından görülen sonuç sinyali, tek bir istasyondan gelen

sinyal değerini aşacaktır. Yani bir çakışma oluştuğunu söyleyecektir.

Çakışma ile ilgili olan iki veya daha fazla iletili nod, yeniden iletim yapmadan önce, rasgele kısa bir süre boyunca bekler.

İletici nodlar için çakışmaların oluşumunu (özellikle standart kablo türü sistemlerde) tespit etmek mümkündür (TTR radyolarla) ve çakışmaları kısa bir süreliğine rasgele bit kalıbı göndererek güçlendirebilirler (karıştırma dizisi olarak isimlendirilir). Bu da, rasgele zaman aralığını beklemeden oluşur. Bu durum, ana cihazın, hatayı görmesini sağlar.

İstisna raporlama (veya olay raporlama)

Gereksiz veri transferini azaltmak için kullanılan bir teknik, istisna raporlamasıdır. Bu yaklaşım, CSMA/CD yapısında yaygındır fakat bu çözüm, her yardımcı üniteden çok büyük miktarlarda veri transferi gerektiren seçme yaklaşımı için de kullanılabilir.

Uzak istasyon, kendi girdilerini, durum ve veri değişikliği için kontrol edebilmektedir. Durumunda herhangi bir değişiklik olduğunda, uzak istasyon, ana istasyon bu uzak istasyonu seçtiğinde göndermek üzere, bir veri bloğu yazar. İstisna olarak seçilen raporun tipik nedenleri arasında:

- İletim kanalı düşük veri hızında çalışması (mesela 4800bps).
- Uzak istasyon tarafından izlenen, büyük miktarda veri bulunması (mesela 80 bits veya daha fazla).
- Ana istasyona bağlı 10'dan fazla RTU bulunması.

Merkez ana istasyona bilgi gönderen, her analog veya dijital nokta, kendisiyle ilgili bir istisna raporlama parametre setine sahiptir. İstisna raporlama tipi ilgili bölgeye bağlıdır fakat aşağıdaki gibi de olabilir:

- Analog değer yüksek ve düşük alarm limitleri.
- Analog sinyalin, tüm tarama aralığındaki değişim yüzdesi.
- Minimum ve maksimum raporlama zaman aralığı.

Analog değeri, verilen parametreyi geçtiğinde veya bir alarm oluştuğunda, istisna raporu üretilir. Bir dijital nokta, noktanın durumu değiştirdiğinde (0'dan 1'e veya tam tersi), bir istisna raporu üretir.

Bu yaklaşımın avantajı, iletişim sisteminde gereksiz (tekrar eden) trafiği minimuma indirmektir.

Bunun dezavantajları:

- Ana istasyon, sadece, sistemin doğru frekansta olmadığı durumlarda, bu frekansa bağlı süre

sonrasında, bağlantı hatalarını tespit edebilir.

- Sistem içindeki veri, her zaman güncel değildir. Örneğin 30 dakika eski olabilir.
- Analog değerler üzerinde ana istasyon tarafından etkin bir filtrasyon işlemi vardır; analog değerleri limit dışına çıktığında, küçük değişimler rapor edilmez.
- Operatör, manuel olarak, RTU'lardan güncel veriyi almak için, bir sistem güncellemesi yapar.

..... Seçim ve üstüne istisna raporu ile kullanılan CSMA/CD

Daha önce bahsedilen tüm yaklaşımları birleştiren, pratik ve yeni bir yaklaşım ise, her bir istasyona öncelik zamanı konsepti kullanılır. Bunu, ana istasyon ve ana istasyonla iletişim halinde olacak bir çok yardımcı istasyondan oluşan bir yapı olarak düşünün. Yardımcılar arasında bir iletişime gerek yoktur (ana istasyon üzerinden yapılacak iletişim dışında).

Her bir istasyon verilen iletişim zaman aralığına, bölme adı verilir. İki çeşit bölme vardır:

- Ana istasyona iletişim yapan bir yardımcı (veya bir kaç yardımcı) istasyon
- Yardımcı istasyona iletişim yapan bir ana istasyon

Bölme zamanı; modemin çalışma zamanı (30 milisaniye), artı, radyo iletişim zamanı (100 milisaniye), artı, protokol mesaj zamanı (58.3 milisaniye), artı, ileticinin susma zamanı (25 milisaniye) toplamı olarak hesaplanır. Tipik zaman değerleri, tanımlamaların sonunda parantez içinde verilmiştir.

Ana istasyon, sıradaki her bir yardımcı istasyonu seçerek operasyonuna devam eder (ve bundan sonra diyelim ki her 3600 saniyede bir). Her yardımcı istasyon, ana istasyonun mesajına göre kendini senkronize eder ve bir onay mesajı iletir. Ana iletişim ve ana alım zamanları, değişimli biçimde aktif hale gelir. Bu yüzden yardımcı bir noddaki değişim verisi, ilk ana alıcı zaman aralığında iletilir. Eğer iki uzak yardımcı, aynı zaman aralığında iletişim yapmayı denerse, mesaj bozulur ve yardımcılar ana istasyondan cevap alamaz. Yardımcılar mesajın tekrar iletimi için rastgele bir ana istasyon alıcı bölme zamanı seçerler. Eğer ana istasyon, bozulmuş mesaj almaya devam ederse, tüm uzak yardımcıları seçme döngüsüne yeniden başlayabilir (fazla trafik yüzünden, CSMA/CD tipi mekanizmanın bozulmasıyla).

Bir master istasyonunun tipik konfigürasyon hususları

Detaylı bir açıklamaya başlamadan önce, sistem dizaynı yaparken akılda tutulması gereken bir kaç faktör vardır.

- Basitlik (KISS ilkesi)
- Minimum cevap zamanı

- Deterministik tarz operasyon (özellikle RTU'lardan gelen kritik sinyaller için)
- Minimum maliyet
- Operasyonun optimum verimi
- Veri formatı ve iletişim hızı (baud rate/durdurma bitleri/parity)

SCADA sistemini oluşturan tüm ana istasyon, RTU ve iletişim sistemlerinin genellemenin zorluğuna rağmen, aşağıda bazı husular açıklanmıştır.

- **Donanım uyuşması**

Eğer modem kullanılmıyorsa, "no handshaking"i seçiniz. Eğer bir modem kullanılıyorsa tam veya yarım dubleks olan bir modem tercih edilmelidir.

- **İstasyon adresi**

Her istasyon (ve RTU)'nun tek adresi olmalıdır.

- **Hata tespiti**

Blok Kontrolü (BCC) veya Döngüsel Fazlalık Kontrolü (CRC). En iyi hata kontrol kapasitesine sahip olduğu için tercihen CRC'yi seçiniz. Bu daha sonra ele alınacaktır.

- **Protokol mesaj yeniden denemesi**

Ana istasyonun, RTU'nun kapsama alanı dışında olduğuna karar vermeden önce, kaç kez yeniden denediğini veya kaç kez mesaj iletimi yaptığını belirtir (Genel olarak üç tekrar deneme standarttır. Fakat belli hassas üniteler için, ana istasyonun, kapsama alanı dışında kararını vermeden önce, sadece bir tekrar denemeye ihtiyaç duyması gerektiği akılda tutulmalıdır).

- **RTS gönderim gecikmesi**

Bu tipik olarak, modemden "temizle" sinyali ile beraber gönderilir. Mesaj iletiminden önce geçen zamanı belirtir. Clear sinyali gönderim hattı, iletim zamanından önce, modem tarafından teyit edilmelidir.

- **RTS kapalı gecikmesi**

Bu mesaj sonundan, RTS sinyalinin engellenmesine kadar geçen zamandır. RTS kapalı gecikme'yi çok kısa tutarak, mesaja ara vermemek önemlidir.

- **Zaman Gecikme**

Bir RTU aletinden alınan mesaj için zaman gecikmesi.

- **RTU'dan gelen mesaj büyüklüğü**

Bu, ana istasyon tarafından yapılan bir seçim esnasında, RTU'dan alınacak maksimum mesaj büyüklüğünü belirtir.

- **Öncelikli mesaj iletimi**

Bir RTU istasyonunun bir seçimi sonunda veya seçim sırasında bir ana istasyon görüldüğünde, ana istasyon aracılığıyla gönderilecek anlık mesaja karşılık gelir.

- **Seçim sırası**

Hem öncelikli hem de normal mesaj transferi için, seçim sırasındaki istasyon adresini tanımlar.

- **Adresleme hususları**

Şebeke üzerindeki her bir istasyon farklı bir adrese sahip olmalıdır. Bir adres (normalde FF₁₆ veya 111 111) yayın adresi için saklanır. Bazı protokoller, diagnostik amaçlı, üst adreslerden bazılarını rezerv eder ve bu adresler de şebeke üzerinde kullanılmamalıdır.

• SCADA Sistemleri, Yazılım ve Protokoller

Giriş

Bu bölüm, özellikle, insan makina yazılımına vurgu yapılarak, SCADA sistem ve protokolü üstünde odaklanmıştır.

Aşağıdaki noktalar, detaylı bir şekilde ele alınacaktır:

- SCADA sisteminin bileşenleri
- SCADA yazılım paketi
- Belirli SCADA protokolleri
- Hata tespiti
- SCADA sistemindeki yeni teknolojiler
- On iki altın kural

Bir SCADA sisteminin bileşenleri

SCADA yazılımına vurgu yapılarak, bir SCADA sisteminin tipik bileşenleri, aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir.

Tipik bir SCADA yazılımından beklenen temel özellikler, aşağıda listelenmiştir. Doğal olarak, bu özellikler kurulacak donanıma bağlıdır.

SCADA anahtar özellikleri

Kullanıcı arayüzü

- Klavye
- Fare
- İztopya
- Dokunmatik ekran

Grafik gösterimi

- Müşteri tarafından konfigüre edilebilir, obje tabanlı ve bit eşlemeli
- Limitsiz sayıda sayfa
- Çözünürlük: milyolarca renge sahip, 1280x1024'e kadar

Alarmlar

- İstemci sunucu mimarisi
- Bir milisaniye kesinliğinde (veya daha iyi) zaman ayarlı alarmlar
- Tek şebeke onayı ve alarmların kontrolü
- Alarmlar bütün istemcilere paylaştırılır
- Alarmlar kronolojik sıra ile gösterilir

- Alarm sayfalarının dinamik dağılımı
- Kullanıcı tarafından belirlenmiş format ve renkler
- Her bir analog alarm için, dörde kadar ayarlanır püf noktası
- Analog alarm için sapma ve hız değişimi izleme
- Alarmların seçici kategorisel (1256 kategori) gösterimi
- Tarihsel alarm ve olay kaydı
- İçerik duyarlı yardım
- On-line alarm iptali ve eşik değeri değiştirme
- Olay tetiklemeli alarmlar
- Alarm tetiklemeli raporlar
- Operatör yorumları, alarmlara eklenebilir

Eğilimler

- İstemci sunucu yapısı
- Ekran belirsizliği olmayan doğru trend çıktılar
- Lastik bant trend zumlaması
- DBF, CSV dosyalarına bilgi aktarımı
- X/Y çizim kabiliyeti
- Olay tabanlı trend
- Pop-up trend gösterimi
- Trend çizgileri ve profilleri
- Arka plan trend grafikleri
- Gerçek zamanlı çok uçlu trendleme
- Kısa veya uzun zamanlı trend gösterimi
- Veri depolama uzunluğu ve izleme frekansı, her nokta için belirlenebilir
- Tarihsel trend veri arşivlemesi
- Bilgi kaybı olmaksızın, on-line zaman taban değişimi
- Arşivlenmiş trend verisinin on-line olarak geri çağırılması

- Tam değer ve zaman, gösterilebilir
- Trend verisi, grafiksel olarak gerçek zamanlı gösterilebilir.

RTU (ve PLC) arayüzü

- Standart olarak tüm uyumlu protokoller
- Desteklenen DDE sürücülerini
- RTU, döngü kontrolörleri, bar kod okuyucuları diğer ekipmanlar için arayüz
- Sürücü kiti mevcuttur.
- Konvansiyonel önceden belirli tarama methodu yerine isteğe bağlı çalışır
- PLClere olan blok verisi isteklerinin optimizasyonu
- Şebeke kullanıcı veri taleplerinin rasyonelasyonu
- PLC veri yolu bant genişliği maksimizasyonu

Ölçülebilirlik

- Mevcut ekipmanı yenilemeden ve değiştirmeden ek bir donanım eklenebilir
- Sadece PLC yapısı mimarisine göre sınırlanmıştır (tipik olarak 300-40000 arasında nokta)

Veriye erişim

- Herhangi bir şebeke kullanıcısı tarafından veriye direkt gerçek zamanlı erişim
- Gerçek zamanlı veriye 3. parti erişimi, mesela, Lotus123 ve Excel
- Şebeke DDE
- DDE uyumu; okuma , yazma ve çalıştırma
- Tüm IO aygıt noktalarında DDE
- Clipboard

Veri tabanı

- ODBC sürücü desteği
- Direkt SQL komutları veya yüksek seviyeli raporlama

Şebeke

- NetWare, LAN yöneticisi, çalışma grupları için Windows, Windows NT gibi bütün NetBIOS

uyumlu şebekelerini destekler

- NetBEUI, IPX/SPX, TCP/IP ve diğer protokolleri destekler
- Merkezi alarm, trend ve rapor işlemi – veriye, şebekenin her hangi bir yerinden erişilebilir
- Full LAN fazlalık denetimi için çift şebeke
- Şebeke konfigürasyonu gerektirmez (şeffaf)
- Tek bir denetim kutusu ile çalıştırılabilir, konfigürasyon yoktur
- LAN lisansı, şebeke üzerindeki nod sayısına değil, şebekeye giren kullanıcı sayısına bağlıdır
- Dosya sunucusu gerektirmez
- Çok kullanıcı sistem, operatörler arasında tam bağlantı
- RAS ve WAN yüksek performansla desteklenmiştir
- PSTN çevirme desteği

Hata toleransı ve fazlalık denetimi

- Full LAN fazlalık denetimi çift şebeke
- Fazlalık denetimi, özel donanıma uygulanabilir
- Primer ve sekonder ekipman konfigürasyonunu destekler
- Akıllı fazlalık denetimi, sekonder ekipmanın, işlemci yüküne katkıdabulunur
- Otoatik değişim ve iyileştirme
- Fazlalık denetimi, PLC'lere, konfigürasyona ihtiyaç duymaksızın yazabilir
- Aynalı disk I/O aletleri
- Aynalı alarm sunucuları
- Aynalı trend sunucuları
- Dosya sunucu fazlalık denetimi
- Konfigürasyon gerekmez, tek bir denetim kutusu ile çalıştırılabilir

İstemci/sunucu dağıtımli işleme

- Açık mimari tasarım
- Gerçek-zamanlı çoklu iş
- Kullanıcı konfigürasyonunu olmaksızın, istemci-sunucu eksiksiz desteklenir

- Dağıtımli proje güncelleme(değişiklikler, şebeke üzerine yansıtılır)
- Çoklu gösterge nodları için eş zamanlı destek
- Herhangi bir noddan, herhangi bir taga erişim
- Herhangi bir noddan, herhangi bir veriye erişim (trend, alarm, rapor)

SCADA yazılım paketi

Varolan tesisle ilgili, SCADA paketinin performansı ve verimliliğinin önemi kadar, paket, gelecekteki gereksinimleri karşılayabilmeli ve kolaylıkla geliştirilebilir olmalıdır. Sistem gereksinimleri değiştiğinde, kolaylıkla değişebilmeli ve iş büyüdükçe genişletilebilmelidir, diğer bir deyişle, sistem ölçülebilir bir yapı kullanmalıdır.

Geçmişte SCADA sistemlerini dizayn ederken iki ana yaklaşım vardı. Bunlar, merkezi ve dağıtımli sistemlerdir.

Merkezi yaklaşımda, tek bir bilgisayar veya ana bölüm, bütün tesisi izler ve bütün tesis bilgisi, bu bilgisayarda bulunan, bir veri tabanında tutulur. Bu yaklaşımın dezavantajları:

- Başlangıç maliyetleri, küçük bir sistem için oldukça yüksektir
- Sistemin sabit ebatından dolayı, tesisi aşama aşama (artarak) geliştirmek mümkün değildir
- Tüm sistemin yenilenmesi gerektiği, için fazlalık denetimi pahalıdır
- Ana bölüm bilgisayarında çalışan personelden beklenen beceriler oldukça fazla olabilir.

Dağıtımli yaklaşımda, SCADA sistemi, birçok küçük bilgisayar arasında (genellikle PC'ler) arasında paylaştırılır. Her ne kadar merkezi yaklaşımın dezavantajları, dağıtımli yaklaşımla önlenirse bile, bu yaklaşımın da bazı sorunları vardır:

- Farklı bilgisayarlar arasında, iletişim kolay değildir, konfügirasyon sorunlarına neden olur
- Veri işleme ve veri tabanları, sistemdeki bütün bilgisayarlara kopyalanmalıdır, bu da düşük bir verim sağlar
- Tesis aygıtlarından, veri elde etmenin sistematik bir yaklaşımı yoktur – eğer iki operatör aynı veriye ihtiyaç duyarsa, RTU iki kez sorgulanır.

Kullanılabilecek etkili bir çözüm, her iş için gerekli olan veri çeşidini sorgulamak, sistemi bu doğrultuda yapılandırmaktır. Ayrıca istemci sunucu yaklaşımı da etkili bir sistem sağlar.

Bir istemci sunucu sisteminin işleyişi, yukarıda verilmiştir:

Bir sunucu nodu, şebekedeki diğer nodlara servis sağlayan bir aygıttır. Buna yaygın bir örnek, veri tabanı proramıdır. Diğer bir taraftan, bir istemci, sunucu tarafından servis isteyen bir noddur. İş-

temci ve sunucu kelimeleri, özel bir noddan çalışan program anlamına gelir.

İyi bir örnek, gösterge verisi gerektiren, gösterge sistemidir. Gösterge nodu (veya istemci), kontrol sunucusundan veri ister. Kontrol sunucusu, veri tabanını araştırır ve istenilen veriyi gönderir, böylece gösterge nodu alternatif yaklaşımda veri tabanını, kendisi aratırmak zorunda olduğundn, alternatif yaklaşıma kıyasla, şebeke yükünü azaltır.

Tipik bir SCADA sistem kurulumu, aşağıdaki figürde gösterilmiştir.

Herhangi bir SCADA sistemi, tipik olarak 5 görev üstlenir. Bu görevlerden, her biri kendi işlemini gerçekleştirir.

Girdi/çıkıktı işlemi

Bu program, kontrol ve izleme sistemi ile tesis katı arasındaki arayüzdür.

Alarm işlemi

Bu, dijital alarm noktalarını saptayarak ve analog alarm noktalarının değerlerini alarm- eşik değerleriyle karşılaştırarak, bütün alarmları yönetir.

Trend işlemi

Trend işlemi, zaman içinde, izlenecek veriyi toplar.

Rapor işlemi

Raporlar, tesis verisinden elde edilir. Bu raporlar, periyodik olay odaklı veya operatör tarafından aktive edilmiş olabilir.

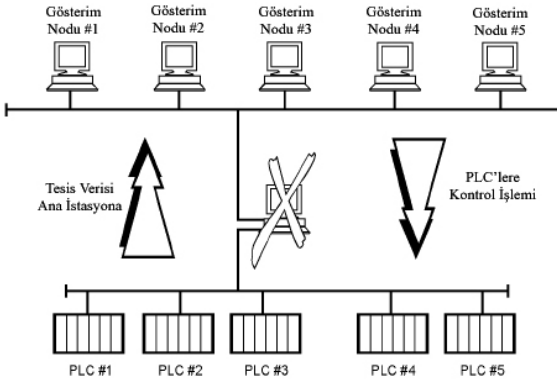
Gösterge işlemi

Operatör tarafından izlenecek olan tüm veriyi ve operatör tarafından istenilen tüm kontrol işlemlerini yönetir.

30 000 noktalı geniş bir sistem, aşağıdaki mimariyle gösterilmiştir.

Fazlalık denetimi

Bir parçanın, tüm sistemin operasyonunu bozduğu, tipik bir SCADA sistem örneği, aşağıda yer alan diyagramda verilmiştir.



Figür 3.6
Zayıf bağ

Eğer sistemdeki herhangi bir işlem veya aktivite kritikse veya eğer üretim kaybının maliyeti yüksekse, sistemin içine fazlalık denetimi konulmalıdır.

Bu diyagramlarda da gösterildiği gibi, bir çok yolla sağlanabilir. Bu yaklaşımın en önemli noktası, farklı PC nodları üzerinde farklı işlemler (SCADA sistemini içeren) için izin verilen istemci-sunucu yaklaşımını kullanmaktır. Örnek olarak, eğer trend işlemi önemliyse, bu, hem primer ve hem de sekonder sunucunun içine yerleştirilebilir.

Primer sunucu, düzenli olarak, sekonder sunucuyla iletişim halindedir ve sekonder sunucunun durumunu ve veri tabanını uygun biçimde günceller. Eğer primer sunucu bozulursa, bekleme sunucusu, primer sunucunun görevini devralır. Ve şebekedeki istemcilere veri transfer eder.

Sistem tepki süresi

Bunlar, aşağıdaki durumlar için dikkatlice belirlenmelidir. Kabul edilen hızlar şunlardır;

Ana istasyon operatör göstergesinde (maksimum 1-2 saniyeye kadar) analog veya dijital değeri (RTU'dan elde edilen) gösterir.

- Operatörden RTU'ya kontrol talebi (1 saniye kritik; 3 saniye kritik değil).
- Operatör ekranında alarm bildirimi (1 saniye).
- Operatör ekranında tüm yeni göstergenin gösterimi (1 saniye).
- Tarihsel trendin düzeltilmesi ve operatör ekranında gösterilmesi (2 saniye).
- Kritik olayların (1 mili saniye), olay kaydı dizilimi (RTU'da)

SCADA sisteminin bütün işlemleri için, tepkinin, tutarlı olması önemlidir. Bu sebeple, yukarıdaki tepki hızlarının sağlandığı, sistemin tipik yüklenmesi de belirtilmedikçe, yukarıdaki değerler an-

lamsızdır. Ayrıca tepe zamanlarında, veri kaybı olmamalıdır.

Sistemde tipik bir yük belirleme örneği:

- Tüm dijital noktaların % 90'ı, her 2 saniyede bir durum değiştirir (veya normal durumdan alarm durumuna geçer).
- Her 2 saniyede bir, tüm analog değerlerin % 80'i, 0'dan %100'e, geçiş yapar.

SCADA sistem tasarımında kullanılan dağıtım yaklaşım (merkezi bölgenin/ana istasyonun, sistemin tüm yükünü karşılayamadığı durumlarda), bu değerlere kolaylıkla ulaşılmasını sağlar.

Sistemin genişletilebilirliği

Endüstride belirlenmiş tipik yaklaşım şudur; eğer SCADA sisteminin geçerliliği, sistem ömrü boyunca kullanılacaksa, varolan SCADA sisteminin gereksinimleri, ana istasyonun işlem gücünün %60'ından fazla olmamalıdır ve ayrıca, mevcut depolama (disk üzerindeki) ve hafıza (RAM), gereken büyüklüğün yaklaşık %50'si olmalıdır.

Sistemin genişletilme gereksinimlerini belirlemek önemlidir. Bu yüzden ;

- Eklenerek olan ek donanım, mevcut donanımla aynı modüler formda olmalıdır, bu sayede kurulmuş olan mevcut donanımı etkilemeyecektir.
- SCADA donanım/kontrol/kabinler/operatör göstergelerinin mevcut kurulumu, eklenen ek donanım tarafından, negatif etkilememelidir. Bu, güç kaynağı/klima /SCADA gösterge organizasyon gibi malzemeleri içerir.
- İşletim sistemi, büyük değişimler olmaksızın, ek gereksinimleri karşılayabilmelidir.
- Uygulama yazılımı, merkez bölgeye/ana istasyona yeni RTU veya operatör istasyonu eklenirken, değişikliğe gereksinim duyulmamalıdır.

Özel SCADA protokolleri

Bir protokol, tüm şebekede bütün aygıtlarda ortak mesaj formatını kontrol eder. Radyo iletişim ve telemetri sistemlerinde kullanılan ortak protokoller, HDLC, MPT1317 ve Modbus protokolleridir. CSMA/CD protokol formatı da kullanılır ve bu konu, bölüm 2.6'da anlatılmıştır. Bu bölümde, protokollere giriş yapılacak ve ayrıca telemetride ortak olarak kullanılan bir protokol olan HDLC protokolünün tanımını yapılacaktır.

Protokollere giriş

Ana istasyonla RTU'lar arasında, zaman bölmeli çoklama teknikleri kullanılarak yapılan bilgi aktarımı (her iki yönde), seri dijital mesajların kullanımı gerektirir. Bu mesajlar; verimli, güvenli, esnek olmalı ve donanım ile yazılıma kolayca uyarlanabilir olmalıdır. Verimlilik, şu şekilde tanımlanır:

aktarılan bilgi bitleri ÷ iletilen toplam bit

Güvenlik, aktarılan orijinal iletilen bilgideki hataları saptayabilme özelliğidir. Bu hatalar, iletişim kanalındaki gürültüden kaynaklanır. Esneklik, ana istasyonun komutuyla, farklı bilgi miktarı ve çeşitlerinin aktarılmasına olanak sağlar. Donanım ve yazılım uygulaması, karışık mantık, hafıza depolama ve işlem hızında minimum değerleri gerektirir.

Tüm mesajlar, üç temel kısma ayrılır:

- Mesaj oluşturma: Alıcı ve vericiyi senkronize etmek için gerekli sinyalleri sağlar.
- Bilgi: Bu, alıcıya kod formunda veri sağlar ve alıcı veriyi kodlayarak bilgiye dönüştürür ve uygun bir şekilde kullanır.
- Mesaj sonlandırması: Bu, mesaj güvenlik denetimi ve mesaj sonunu belirtir.

Mesaj güvenlik kontrolleri, veri üzerinde mantıksal işlemler içerir. Bu işlemler mesajla aktarılan, önceden belirli kontrol bitlerini sağlar. Alıcıda, veri üzerinde aynı işlemler uygulanır ve alınan kontrol bitleri ile karşılaştırılır. Eğer bu bitler aynı ise, mesaj kabul edilir. Aksi takdirde, orijinal mesajın tekrar aktarımı istenir.

Yaygın olarak kullanılan, asenkronize mesaj formatının tipik bir örneği, aşağıda gösterilmiştir:

Mesaj oluşum alanı, üç bileşene sahiptir:

- Modem alıcısını senkronizasyon bitleri için ayarlamakta kullanılan 8 mili saniyelik (minimum), aktarım öncesi işaret.
- Senkronizasyon: Bu, 2 bitten oluşur: Bir boşluğu takiben, bir işaret. Asenkron arayüzü, bir işaret-boşluk geçişinden sonra, bitleri geri kodlamaya başlayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle, aktarım öncesi işaretinden boşluğa değişim, bu geçişi sağlar.
- RTU adresi: Bu, alıcıya, üzerinde bir parti hattından, bütün RTU'lardan kendisine yöneltilen mesajları seçmesini sağlar. Yanlış bir RTU'ya yönelme gibi bir karışıklığı önlemek amacıyla, sistemdeki her bir RTU'nun kendine özgü bir adresinin olmalıdır.

Bilgi alanı, 20 bit içerir. Bunlardan 8'i bir fonksiyon kodu ve 12'si, veri için kullanılır. Uzaktan ana istasyona yollanan mesajlar için, bu dizideki ilk mesajı ifade eder. İlk mesajı takip eden mesajlarda, RTU adres ve fonksiyon kod alanlarında da bilgi aktarılır. Böylece 24 bitlik veri aktarılmış olur. Bu 24 bit, iki adet 12 bit analog değer veya 24 aygıt statüsü içerebilir. Bilgi alanının kullanımı hakkında ek bilgi, 'bilgi transferi' bölümünde anlatılacaktır.

Mesaj sonlandırma alanı aşağıdaki bölümlerden oluşur:

- BCH [*Bose-Chaudhuri-Hocquenghem*] güvenlik kodu; bu 5 bite sahiptir. Alıcı mantığının, bir çok mesaj hatasını saptamasını sağlar. Eğer bir hata saptanırsa, doğru mesajı elde

edebilmek için, mesaj tekrar aktarılabilir.

- Mesaj işaretinin sonu: Bu, son bitin işaret olarak algılanmasını sağlar, böylece bu mesajdan hemen sonra, diğer bir mesaj gelebilir (senkronizasyon için, işaret- boşluk geçiş gerekliliğinden dolayı).

İlk mesaj için, örnek formatın verimliliği 12/32 veya % 37.5'tur ve takip eden, mesajlar için 24/32 veya %75'dir. Bu asenkronize format için, tipik değerlerdir. Bu formatın güvenliği, 5 bit BCH koduyla sağlanır. Bu, tüm tesadüfi tek bit ve çift bit hataları ile tüm beş ve altındaki patlamaları saptar (minimum ilk ve son bitlerin hatalı olduğu, ard arda gelen bit akımı). Bu nedenle, bu BCH kodu, düşük bir verimlilik kaybı ile, hatayı saptar. Bir çok üretici tarafından kullanılan, eşdeğer güçteki kodlar, geometrik kodlardır. Bu mesajlarda, her bir kelime için denklik bitleri kullanılır ve bu bitler, bütün kelimelerin ilgili konumunda bulunur. Bu kodlar, bütün 1'li, 2'li ve 3'lü bit hatalarını ve kelime uzunluğundaki (genel olarak 16) veya daha kısa olan bütün patlamaları saptar. Güvenlik kodları, ayrıca yanlış mesaj senkronizasyonundan kaynaklanan saptanmamış hatalara karşı korumada sağlamalıdır. Tipik asenkronize format, mesaj başlangıcında işaret-boşluk geçişi gerektirdiğinden, bir gürültü girdisi yüzünden, bir mesajdan çok daha önceki bitlerle, yanlış bir başlangıç oluşabilir. Bu sorunu azaltmanın bir yolu, senkronize kayma olarak adlandırılır ve mesajdaki tüm güvenlik kodları ters çevirerek, 2ⁿ hatalı senkronizasyonda bir tespit edilmemiş hata koruması sağlar. n = güvenlik kodu bit sayısıdır. Bu yaklaşımda, senkronize kaydırma kullanımı, uzun güvenlik kodları ile, daha iyi bir koruma sağlar.

Bilgi transferi

Ana istasyondan, uzak istasyona veri transferi

Ana istasyondan uzak istasyona aktarılan bilgi, aygıt kontrolü, ayar noktası kontrolü veya çalıştırma verisi kontrolü sağlar. Yanlış bir aygıtı çalıştırmamanın veya kötü bir kontrol mesajı alınmasının olası ciddi sonuçları yüzünden, kontrol için ekstra bir güvenliğe ihtiyaç duyulur. Bu, Figür 3.10'da gösterildiği gibi, çalıştırmadan önce seçme olarak adlandırılan, bir mesaj dizisi formatıyla sağlanır.

Aşağıdaki açıklayıcı bilgiler Figür 3.10 içindir:

- Mesaj oluşum ve mesaj sonlandırma alanları gösterilmemiştir.
- Fonksiyon kodu, RTU tarafından gerçekleştirecek işlemi belirler.
- Kontrol adresi, kontrol edilecek aygıt veya ayar noktasını belirler.
- Uzak istasyondan ana istasyona, RTU'nun kontrol seçimini yorumlamada, doğru hareket etmesini sağlamak için, RTU nokta seçim donanımından, geri denetim mesajı alınır.

Ana istasyondan uzak istasyona bir çalıştırma mesajı, sadece, uygun bir geri denetim mesajı alı-

mını takiben gönderilir.

Uzak istasyondan ana istasyona, bildirim mesajı, istenen kontrol işleminin başlatıldığını bildirir.

Yanlış aygıt çalışmasının gerçekleşmesi için, kontrol, seçim, geri denetim ve çalıştırma mesajlarında tespit edilmemiş hata bulunması gerektiğinden, yukarıdaki mesaj sırası, geri denetim ve çalıştırma mesajlarıyla ekstra güvenlik sağlar. Yukarıdaki dizinin iletiminden önce, bir kontrol operatörü veya gönderici, kendi kontrol konsolü aracılığıyla, seç-belirle-çalıştır-bildir dizisi gerçekleştirir.

Belirli kontrol işlemleri için, yani, elektrik üretici birimlerin yükseltilmesi/alçaltılması için, yanlış aygıt çalıştırmanın sonucu, yanlış birime gönderilen tek bir darbedir. Otomatik üretim kontrol sistemi, bu hatayı hemen düzeltereğinden, ciddi bir sorun oluşmaz. Bu nedenle, yukarıdaki dizinin, sadece ilk mesajı iletilir.

Ana istasyondan uzak istasyona çalıştırıcı veri transferi; istisna raporlama veya yerel kontrol edilen aygıtların parametreleri gibi parametreleri de veri olarak içerebilir. Bu tür bir transfer, Figür 3.11'de gösterilen diziyle gerçekleştirilir.

Aşağıdaki açıklayıcı notlar, Figür 3.11 içindir:

- Mesaj oluşum ve mesaj sonlandırma alanları gösterilmemiştir.
- Eğer bir parti hattı iletişim kanalı kullanılıyorsa, özel önlemler gereklidir bu sayede, diğer RTU'lar, bir çalıştırma verisi transfer mesajını kodlamazlar.

Figür 3.11'de, ilk iki mesajın amacı, RTU'yu normal mesajdan daha uzun mesaj almaya hazırlar. Üçüncü mesaj, veriyi iletir ve dördüncüsü, RTU'nun mesajı başarılı biçimde aldığını belirtir.

Uzak istasyondan ana istasyona veri transferi

Uzak istasyondan ana istasyona veri transferlerinin tamamı, tek temel mesaj dizisinden oluşur. Farklı türde veriyi yerleştirebilmek için, alan tanımlamalarının varyasyonları kullanılır. Temel dizi, Figür 3.12'de gösterilmiştir.

Aşağıdaki açıklayıcı notlar, Figür 3.12 içindir:

- Mesaj oluşum ve mesaj sonlandırma alanları gösterilmemiştir.
- Fonksiyon kodu, RTU tarafından transfer edilecek verinin türünü belirler.
- Veri belirleme, ana istasyon tarafından istenen veri miktarı ve türünü belirler.

RTU tarafından iletilen her bir mesajda (sadece mevcut verinin bulunduğu mesajlar haricinde), iletilen mesajı bir RTU tamponunda tutmak gerekir, bu sayede, eğer ana istasyon mesajı doğru olarak alamazsa, yeniden iletim gerçekleştirilebilir. Aksi takdirde, bu bilgi kaybolacaktır.

Figür 3.12'deki dizi kullanılarak, üç temel veri türü, transfer edilir.

Verinin ana istasyona iletiildiği zamana ait, harici ekipmanın anlık durumu ve işlemlerine ait anlık veri. Veri birimleri, analog değerler (genellikle, değer başına 12 bitle gösterilir), anahtarların ikilik değeri (her bir anahtar için iki bit) veya anahtarların, önceki değişimleri ile birlikte ikilik durumları (her bir anahtar için iki bit) olmalıdır. Her bir mesaj, yukarıda bahsedilen veri türünü içeren bir çok veri birimi içerebilir. Bu birimler, önceden belirli bir sırayla iletilmelidir. Mesajlar, genelde sabit bir uzunluktadır, bu sayede, ana istasyon, beklenen veri birimi sayısını bilecektir.

Örnek mesajlar:

- 16 analog değer (veri birimi başına bir)
- 128 durum biti (veri birimi başına 16)
- 64 durum/hafıza çiftiyle durum (veri birimi başına 8)
- Analog değerlerin ve durum bitlerinin kombinasyonları

Önceki durum değişimleri hafızasını içeren iletilmiş mesajlar, her hangi bir veri kaybını önlemek için, bir iletim tamponuyla korunmalıdır.

Her hangi bir önceki zamana ait RTU'da depolanan bir bilgiyi içeren veri (çoğu zaman, ana istasyon tarafından veya RTU'daki yerel bir zaman kaynağıyla kumanda edilir). Veri birimleri, analog değerler olabilir (çoğunlukla değer başına 12 bit), veya hafıza konumları (konum başına 8 veya 16 bit).

Çoğu zaman, bir çok RTU'dan eş zamanlı bir bilgi alımı istendiğinden, ilgili RTU'lara, ana istasyon, eşzamanlı olarak 'yayını durdurma' komutu iletir. Bu komut, RTU adres alanı yerinde, mesaj oluşum alanında, özel bir koda sahiptir; ilgili bütün RTU'lar, bu kodu kabul eder. Fonksiyon kodu, istenen veri türünü belirtir.

Bir önceki raporlamadan sonra değişmiş harici ekipmanın durumunu ve işlemlerini kapsayan bilgiyi içeren istisna raporlarına yoluyla veri. Buna örnekler, durum değiştiren anahtarlar veya bir önceki rapora göre, önceden belirli bir değerden daha fazla artış ve azalma gösteren analog değerler olabilir. Ana istasyon, hangi değerlerin rapor edileceğini bilemeyeceğinden dolayı, her bir veri birimi, yeni aygıtın durumu ve analog değeri yanında, RTU'nun nokta adresini de içermelidir. Aynı zamanda, ana istasyon, mesaj uzunluğunu bilemeyeceğinden dolayı, bu mesajlar, sabit uzunlukta olmalıdır (kullanılmayan bitler, geçerli olmayan bir veriyle doldurulabilir). Bütün değişimleri rapor edebilmek için, çoklu mesajlar gerekebilir.

Bazı özel sistemlerde, RTU'da, her bir anahtar durum değişiminin kaydedilmesi tercih edilir. 'Olaylar dizisi' olarak adlandırılan bu teknik, alan aygıtlarının operasyonu ile ilgili durum değişimlerini zamana bağlı gösteren bilgi sağlar. Bu uygulamayı desteklemek adına, her bir veri birimi, yeni aygıtın durumu ve nokta adresi ile birlikte, zamanı, milisaniye olarak belirtmelidir.

Yüksek seviyeli veri bağ kontrol (HDLC) protokolü

HDLC, çoklu nokta ve noktadan noktaya bağlarda kullanım için, uluslararası standartlar organizasyonu tarafından tanımlanmıştır. Bu protokolün, diğer varyasyonları, SDLC (IBM tarafından kullanılan senkronize veri bağ kontrolü) ve ADCCP'dir (ANSI tarafından kullanılan gelişmiş veri iletişim kontrol prosedürü). HDLC, bir tabanlı protokoldür. Diğer protokoller, karaktere dayalıdır (mesela, ANSI) ve genellikle, daha yavaştır. Bu protokolün, LAN protokollerinin önceli olması ilginçtir.

HDLC'nin en yaygın kullanılan iki çalışma modu:

- Dengesiz normal tepki modu (NRM): Bu, bütün işlemleri başlatan tek bir birincil (veya ana) istasyonla birlikte kullanılır.
- Asenkronize dengeli mod (ABM): bu modda, her bir nodun durumu eşittir ve hem birincil hem de ikincil nod olarak görev yapabilir.

Çerçeve formatı

Standart Format, Figür 3.13'te gösterilmiştir. Kullanılan üç farklı çerçeve sınıfı:

- Numaralandırılmamış çerçeveler, bağ veya bağlantı kurmak ve dengesiz normal tepkinin mi, asenkronize dengeli modun mu kullanılacağını tanımlamak için kullanılır. Bu çerçevelerde, dizi sayıları yoktur; dolayısıyla, numaralandırılmamış çerçeve olarak adlandırılırlar.
- Bilgi çerçeveleri, gerçek veriyi, bir noktadan diğer bir noktaya taşımak için kullanılır.
- Denetleyici çerçeveler, akış kontrolü ve hata kontrol amaçlı kullanılırlar. Bu çerçeveler, ikincil istasyonun bilgi çerçevelerini almak için ulaşılabilir olup olmadıklarını ve çerçevelerin bildirimini belirtirler. Burada kullanılan iki türlü hata kontrolü mevcuttur – bir hatadan dolayı seçici bir yeniden iletim veya bir dizi önceki çerçevelerin iletim talebi.

Çerçevelerin içeriği

Çerçevenin içeriği kısaca aşağıdaki gibidir:

- Flag karakteri, 01111110 formunda bir byte'dir. Alıcının aldığı karakterin, özel bir flag olduğunu algılamasını sağlamak için (dizideki diğer karakterler yerine), sıfır ekleme prosedürü yapılır. Bu, vericinin tekst içine, beş adet '1'den sonra bir adet '0' (yani, flag olmayan karakter) eklemesini gerektirir. Çerçeve denetim dizisi (FCS), CRC-CCITT metodolojisi kullanır. Tek farkı, CRC hesaplaması yapılmadan önce, mesajın sonuna 16 adet '1' eklenir ve geri kalanı ters çevrilir.
- Adres alanı, talep veya tepki için, ikincil noda doğru veya ikincil noddan, üç tür çerçeveden birini içerir:
- Standart ikincil adres

- Şebeke üzerindeki nod grupları için grup adresleri
- Şebeke üstündeki bütün nodlar için, yayın adresleri (burada, adresin tamamı '1'den oluşur)

Şebekede, çok sayıda ikincil nod bulunuyorsa, adres alanı, en düşük değerlikli bit, '1' şeklinde kodlanarak, 8'in üstüne genişletilebilir. Bunun anlamı, ilk adres alanının devamında, adres bilgisi için ekstra bir byte'lık bölümün daha kullanılmış olmasıdır.

Kontrol alanı, Figür 3.13'te gösterilmiştir. Gönderme ve alım dizisi sayılarının, mesajdaki hataları tespit etmede ve düzeltmede yararlı olduğunu unutmayın. P/F biti, seçim/final bitidir ve bu bit '1' olduğunda, alıcı, bu çerçeveye yanıt vermeli veya bu çerçeveyi aldığı onaylamalıdır (P/F biti, yine '1' olmalıdır).

Protokol işlemi

Tipik bir işlem sırası aşağıda verilmiştir:

- Çok prizli bir bağda, birincil nod, ikincil nodun adresiyle birlikte, P/F biti '1' olan, normal bir yanıt modu çerçevesi göndermelidir.
- İkincil nod, P/F biti '1' olan, numaralandırılmamış bir alındı onayı göndermelidir. Alternatif olarak, eğer alıcı uç, ayarlama komutunu kabul edemeyecek durumdaysa, bağlantısız bir mod bir çerçeve geri döner.
- Daha sonra veri, bilgi çerçeveleriyle birlikte iletilir.
- Bunun sonrasında birincil nod, kontrol alanında bağlantı koparma içeren bir numaralandırılmamış çerçeve gönderir.
- İkincil nod, numaralandırılmamış bir çerçeve ile alındı onayı göndermelidir.
- Asenkron dengeli mod kullanılarak, noktadan noktaya bağlar için de benzer bir yaklaşım kabul edilebilir. Tek farkı, her iki nodunda, bağı başlatabilme, bilgi çerçevelerini transfer edebilme ve noktadan noktaya bağı silebilme özelliğinin bulunmasıdır.
- İkincil nod, veri transfer ettiğinde, veriyi, dizinin son çerçevesinde, F biti '1'e ayarlı bir çerçeve dizisi şeklinde iletir.
- NRM modunda, eğer ikincil nodun gönderecek başka verisi bulunmuyorsa, P/F biti '1'e ayarlı, 'alıcı hazır değil' çerçevesi gönderir.

Hata kontrolü/akış kontrolü

Hata kontrolü için en basit yol, bilgi çerçevelerinin, yarı dubleks akış şekli içindir. Bağın her iki tarafı da, bir gönderim ve alım dizisi değişkeni sağlar. Alıcı nod, bir çerçeve aldığı anda, bir denetici çerçeve ile alıcı onayı gönderir. Bu onay, 'alıcı hazır' belirtici ve bir alıcı dizi numarasıyla birlikte

gönderilir. Bu numara, alıcı dizi numarasının bir altına kadar, bütün çerçevelerin doğru sırasını bildirir. Alıcı, bir alıcı dizi numarasıyla birlikte, negatif bir onay çerçevesi (REJ) ile yanıt verirse, verici, bu alıcı dizi numarasından sonraki bütün çerçeveleri iletmelidir. Bunun sebebi, alıcının, seri dışı bir çerçeve almasıdır.

Alıcı, vericiye, sadece eksik olan çerçevenin sıra numarasını içeren, seçici ret çerçeveyi geri göndererek, seçici yeniden iletim mümkündür.

Noktadan noktaya bağlar için, biraz daha kompleks bir yaklaşım da, tam dubleks işlemle asenkronize dengeli mod kullanmaktır. Bu yaklaşımda, bilgi çerçeveleri, aynı anda çift yönlü olarak gönderilirler. Yarı dubleks işlemde de olduğu gibi, aynı felsefe uygulanır fakat farkı, çerçeve numaralarının doğru sıralandırmasının denetimi, bağın her iki tarafında da sağlanmalıdır.

Akış kontrolü, herhangi bir zamanda, onay bekleyen bilgi çerçeve sayısının, maksimum 7 olması prensibine göre çalışır. Eğer bekleyen yedi onay varsa, iletici nod, bir onay alınana kadar, iletimi durdurur (bir denetleyici çerçeve formunda, alıcı hazır çerçevesi veya alıcı tarafından geri gönderilen, bir bilgi çerçevesine arka arkaya ardıl [:piggyback] olarak).

Eğer buna rağmen, bağın her iki ucundaki sıra numarası, onay bekleyen çerçeve sayısı yediyi aşmış olarak, dizi dışıysa, ikinci nod, birincil noda, bir çerçeve reddi veya bir çerçeve ret komutu iletir. Bunun üzerine, birincil nod, bağı tekrar oluşturur, ve ikincil noddan onay gelmesi durumunda, her iki tarafta bütün dizi numaralarını sıfırlar ve bilgi çerçevelerinin transferini başlatır.

Alıcıda, mesaj depolamasında, tampon alanında yer kalmamış olabilir. Bu durumda, ikincil nod, birincil noda, daha fazla bilgi çerçevesi göndermesini durdurmak için, 'alıcı hazır değil' denetleyici çerçevesi gönderecektir.

CSMA/CD protokol formatı

HDLC protokolü, bütün iletişim işlemi tanımlar ve bir şebeke etrafında veri akış kontrolü için gerekli kuralları sağlar. CSMA/CD protokolü, HDLC kadar kapsamlı değildir. Ve CSMA/CD, fiziksel ortamdan verinin alınıp verilmesi için kullanılan metotla ilgilidir. HDLC ve CSMA/CD, eksiksiz bir protokol sağlamak için birlikte kullanılabilir.

İletilen bir CSMA/CD çerçevesinin formatı, Figür 3.14'te gösterilmiştir.

MAC çerçevesi, yedi byte'lık bir ön giriş, bir byte'lık başlangıç çerçevesi sınırlayıcı ve bir veri çerçevesinden oluşur.

Veri çerçevesi, 48 bitlik kaynak ve hedef adresi, 16 bitlik uzunluk veya tür alanı, veri ve 32 bitlik bir CRC alanı içerir.

Veri çerçevelerinin, minimum ve maksimum ebatları, 64 byte ve 1518 byte'dır.

Çerçevenin formatı, özetle aşağıdaki gibi açıklanabilir (her alana, referans edilerek):

Ön giriş alanı

Bu, MAC biriminin alıcı elektroniğinin, çerçeve ile senkronizasyonu sağlamasına izin verir. Bu alan, her biri 10101010 modelini içeren, yedi byte'tan oluşur.

Çerçeve sınırlayıcısının başlangıcı (SFD)

Bu, 10101010 modelini içerir ve geçerli bir çerçevenin başlangıcını belirtir.

Hedef ve kaynak adres

Her adres, 16 veya 48 bit olabilir. Bu ebat, özel bir kurulum içindeki tüm nodlar için tutarlı olmalıdır.

Tarih

Gönderilecek bilgi

Uzunluk belirtici

Bu bir iki-byte'lık bir alandır ve veri alanındaki, byte sayısını belirtir.

Çerçeve denetim alanı

Bu bir 32-bitlik, bir döngüsel fazlalık denetimi içerir ve hata tespiti için kullanılır.

Aşağıdaki dizi, bir çerçevenin iletimi ve alımı için kullanılır.

- Bir çerçevenin iletimi

Bölüm içeriği önce MAC birimi tarafından kısaltılır

Ortam üzerindeki diğer iletimler için, MAC birimi tarafından taşıyıcı bazlı sinyal izlenir

Eğer ortam serbestse, bit serisi, alıcı/verici yoluyla, iletişim ortamında iletilir

Alıcı/verici, çakışmaları izler

Eğer çakışma varsa, alıcı/verici, çakışma tespit sinyalini çalıştırır

MAC birimi, sonra çakışmayı, jam sırası (LAN'lar için gerekli fakat radyo sistemleri için her zaman gerekli olmayabilir) göndererek kuvvetlendirir

MAC birimi, iletimi sonlandırır ve belirli bir zaman aralığından sonra, iletimi yeniden başlatır.

Bir çerçevenin alımı

MAC birimi, alıcı/vericiden gelen bir sinyali tespit eder

MAC biriminden her hangi yeni iletimi engellemek için, taşıyıcı sensör anahtarı açılır

Gelen ön giriş alanı, senkronizasyonu sağlamak için kullanılır

Variş adresi, çerçevenin alımı için, nodun doğru nod olup olmadığını anlamak için kontrol edilir. Bundan sonra, çerçeve üzerinde, FCS'nin çerçeve içeriğiyle uyuştuğunu ve doğru uzunlukta olduğunu onaylamak için, onaylama denetimleri yapılır.

Standart aktiviteler

SCADA sistemleri için, standartların gelişimi yavaş ve zor bir işlemdir. Ana varolan standart, "Denetçi kontrol, veri kazanımı ve otomatik kontrol için kullanılan; tasarım, belirleme ve sistem analizi" üzerine olan, ANS/IEEE C37.1-1987 standardıdır. Bu dökümanın bir çok bölümünde, telekomünikasyona yer verilecektir.

C37.1 standardı, ana istasyon ve RTU'lar arasındaki mesaj standardı belirlemesini, kritik bir ihtiyaç olmasına rağmen, çok kısa tutmuştur. Bu konu, daha sonra, aşağıdakileri de kapsayan, "ana/uzak iletişim için önerilen IEEE uygulaması" olarak ele alındı.

Bir çok satıcı, önerilen IEEE uygulaması ile uyumlu, ana/RTU protokollerini geliştirme planlarını duyurmuştur. Bu, standardizasyon için geç kalmış bir adımdır. Protokol kullanılmasının dışında, önerilen uygulama, SCADA iletişim sistemi tasarımında yararlı ipuçları vermektedir.

Uluslararası alanda, açık sistem bağlantılar için, ISO (uluslararası standart organizasyonu) referans modeli tercih edilir. Bu, iletişim işlemini, her biri iyi tanımlanmış arayüze sahip, yedi katmana ayırır. Daha önce de bahsedildiği gibi, ilgili standart, yüksek seviyeli veri bağlantı kontrol (HDLC) protokolüdür. Güvenlik hususları ve protokol verimsizliği (sadece SCADA sistemi için düzenlenmiş olan protokol ile karşılaştırıldığında) yüzünden, yaygın olarak kullanılmaz. Ana istasyondan RTU'ya iletişim için en uygun protokol seçimi söz konusu olduğu sürece, bu konuların çözümü yoktur.

İlginçtir ki nodları ana istasyona bağlamak için daha önceden belirtilen LAN standartları (Ethernet, jeton halka, jeton bus) büyük ölçüde kabul görmüştür ve burada pek fazla bir anlaşmazlık yoktur. Örneğin, Ethernet (artı TCP/IP), ana istasyon şebekeleri için, geniş çapta kullanılan bir LAN standardıdır.

Hata tespiti

Hata tespiti, protokoller başlığı altında, daha önce kısaca anlatılmıştır. Bir çok hata tespit seçeneği, alıcıya, mesaj bitlerindeki hataların saptamasını kolaylaştırmak için, mesajla iletilen fazladan bitler içerir (ve bazen yeni bir iletim alma isteğine gerek duymadan, mesajı tekrar oluşturmak).

Hata sebepleri

Genellikle, herhangi bir iletim ortamında iletilen bir sinyal, dört fenomenen etkilenir.

- Zayıflama

- Sınırlı bant genişliği
- Gecikme sapması
- Gürültü

Bunların her biri, kısaca anlatılacaktır.

Zayıflama

Sinyal, bir iletim ortamından geçerken, genlik azalır. Bu, sinyal zayıflaması olarak adlandırılır. Kablo uzunluğunda bir sınır belirlenmeli ve bu belirlenmiş noktalara bir veya daha fazla yükseltici (veya tekrarlayıcı) eklenmelidir. Bu sayede, sinyalin orijinal düzeyine getirebilir. Sinyal zayıflaması, sinyalin yüksek frekanslı bileşenleri için artar. Belirlenmiş bir frekans bandından geçen zayıflama miktarını dengelemek için, ekolizer/ekolayzer gibi aletler kullanılabilir.

Sınırlı bant genişliği

Temel olarak, ortamın bant genişliği ne kadar fazla olursa, alınan sinyal de, aktarılan sinyale, o kadar yakın olacaktır. Bir iletim hattının maksimum veri transfer hızını belirlemek için, Nyquist formülü kullanılır

$$\text{Max iletim hızı (bps)} = 2 B \log_2 M$$

Burada:

B : hertz olarak, bant genişliği

M : Her bir sinyal elemanı için seviye sayısı

Örnek olarak, PSK ve her bir sinyal elemanı için, dört seviye kullanan (yani, 2 frekans) ve umumi telefon şebekesinde, 3000 Hz'lik bir bant genişliği kullanan bir modem için, maksimum veri transfer hızı şu şekilde hesaplanır:

$$\begin{aligned} \text{Max veri transfer hızı} &= 2 \times 3000 \log_2 4 \\ &= 12000 \text{ bit/saniye} \end{aligned}$$

Gecikme sapması

Bir dijital sinyali aktarırken, sinyalin farklı frekansa sahip bileşenleri, alıcıya, değişen aralığa sahip gecikmelerle ulaşır, böylece, alınan sinyal, gecikme sapmasının etkisiyle, bozulur. Farklı ayrı bitlerden gelen frekans bileşenler, birbiriyle etkileştiğinde, bu, semboller arası etkileşim olarak adlandırılır. Bit hızı yükseldiği için, bu etkileşim, sinyalin yanlış yorumlanmasının neden olabilir.

Gürültü

İletim ortamıyla ilgili diğer bir önemli parametre de, sinyal/gürültü oranı kavramıdır:

$$\text{Sinyal/gürültü oranı} = 10 \log_{10} \frac{S}{N} \text{ dB}$$

Burada:

S = sinyal gürültü gücü (watt)

N = gürültü gücü (watt)

İletim ortamının teorik maksimum veri hızı, shannon-hartley kullanılarak hesaplanır:

$$\text{Max veri hızı} = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \text{ bps}$$

Burada:

B = bant genişliği (Hz)

S = sinyal gücü (watt)

N = gürültü gücü (watt)

Örneğin, sinyal/gürültü oranı 100 ve her bir bant genişliği 3000 Hz olduğunda, maksimum teorik veri hızı, şu şekilde hesaplanır:

$$\begin{aligned} \text{Max bilgi hızı} &= 3000 \log_2 (1 + 100) \\ &= 19963 \text{ bit her saniye} \end{aligned}$$

Mesajdaki hataları önleyebilmek için, iki yaklaşım vardır; alıcının mesajdaki hataları belirlediği ve mesajın tekrar iletilmesini talep ettiği, geri besleme hata kontrolü ve alıcının mesajdaki hataları saptadığı ve mesajdaki fazla bilgi sayesinde, mesajı oluşturduğu ileri hata kontrolü. İleri hata kontrolünden, burada bahsedilmeyecektir; bu konunun detaylı açıklaması için, modem bölümüne bakınız.

Geri besleme hata kontrolü

Mesaj güvenliği

Bu yapay kontrol işlemi ve iletişim gürültüsünden kaynaklanan veri bozulmalarında koruma sağlamak için önemlidir. Güvenlik, iletilen her bir mesaja eklenen denetim kodu ile sağlanır. Bu konu, iletişim istasyonunun mesaj modelinden denetim kodunu hesaplaması ile ilgilidir. Alıcı istasyon, daha sonra, aynı denetim kod hesaplamasını, mesaj üzerinde tekrarlar ve alınan mesaj için hesaplanan kontrol koduyla karşılaştırır. Eğer bunlar eşitse, mesajın bozulmadığı varsayılır. Eğer eşit değilse, mesaj çıkarılır.

Kullanılan tipik güvenlik kod formatları:

Basit denklik kontrolü

Mesajın her bir byte'ına, tek bir bit eklenir, böylece (örneğin), her bir bit grubu, çift bir sayıya karşılık gelir.

Blok kontrol hesaplaması

Bu, tek denklik denetiminin, yeni byte hesaplamasında (mesaj sonunda) kullanıldığı, tek denklik bitinin uzantısıdır. Denklik denetimine dayanır veya bitlerin basit aritmetik toplamına göre denetim yapılır.

5'te-iki kodlama

Her 5'lik bit gurubu içindeki 5 bitten ikisi, her zaman, '1'dir.

BCH

Her bir veri bloğu (26 bit), bir kompleks polinoma bölünür ve bölümün kalanı, mesaj bloğunun sonuna eklenir (genellikle, 5 bitlik bir kod).

Döngüsel fazlalık denetimi (CRC -16 veya CRC-CCITT)

Bu, BCH'ye benzer, fakat alan 16 bitlik bir koddur ve mesajın sonuna eklenir. CRC-16, belki de, en güvenilir güvenlik kodudur ve kolayca uygulanabilir.

Hata saptaması için kullanılan en yaygın üç metod, aşağıda, detaylı olarak anlatılmıştır.

Karakter fazlalık denetimi

Karakter iletiminden önce, karaktere, iletici eklenecek denklik bitini hesaplamak için, önceden kararlaştırılmış ÇİFT veya TEK denklik mekanizmasını kullanır.

Örneğin:

Eğer ASCII 0100001 iletim mekanizması olarak TEK denklik kullanılacaksa, bu değer, 01000011 halini alır ve bu sayede her bir byte içinde, tek sayıda '1' olacaktır. ÇİFT denklik için, yukarıdaki karakter 01000010 ile gösterilir. Alıcı uçta, 7 bitlik veri byte'ı için denklik hesaplanır ve alınan denklik biti ile karşılaştırılır. Eğer bu bitler birbirine uymuyorsa, hata oluşmuştur.

Denklik hata tespiti, günümüzde, farklı bilgisayar ve kontrol sistemleri arasında kullanılan iletişimde kullanılmamaktadır. Bu tür iletişimlerde, blok fazlalık denklik denetimi ve döngüsel fazlalık denetimi (CRC) gibi mevcut gelişmiş algoritmalar kullanılır.

Blok fazlalık denetimi

Daha önce ele alınan, karakter denklik hata denetleme, hataları denetlemede oldukça zayıftır.

Aşağıda, bu metodu geliştiren iki metot anlatılmıştır. Tek karakter üzerindeki denklik denetimi, bir karakter bloğunun denklik denetimi ile desteklenir.

Eşitlik kontrolü (dikey/yatay fazlalık kontrolü)

Blok kontrol stratejisinde, mesaj karakteri iki boyutlu bir matris gibi düşünülür. Denklik biti, her bir karaktere eklenir. Tanımlı sayıda karakterden sonra, sütunların denklik denetimini temsilen, bir blok denetim karakteri iletilir (BCC). Sütun denklik (ayrıca dikey fazlalık denetimi olarak adlandırılır) karakter denklik hata denetiminden daha iyi olmasına rağmen, bu denetim, bir satırdaki, çift sayıdaki hataları tespit edemez.

Aritmetik denetim toplamı

Blok içindeki karakterlerin basit toplamı olan aritmetik denetim toplamı, dikey fazlalık denetiminin bir uzantısıdır. Bu metot, daha iyi bir hata denetimi sağlar ve aynı zamanda iletilmesi gereken veri miktarını, 2 byte'a çıkarır.

Döngüsel fazlalık denetimi (CRC)

Bu, hataları tespit etme olasılığı daha kötü olan bir hata tespit metodudur (% 99.99963).

Yapılan iki çeşit CRC hesaplaması vardır

- CRC-CCITT (ticari sistemlerde popülerdir)
- CRC-16 (endüstriyel sistemlerde popülerdir)

CRC denetim toplamı, mesajın tanımlı bir sayıya (alıcı ve verici tarafından bilinen) bölünmesi ve kalanın hesaplanmasıyla bulunur. Kalan, CRC kontrol denetimi olarak da bilinir ve mesajın sonuna eklenir.

CRC örneği

Aşağıdaki denklem ispatlanabilir:

$$\frac{\text{Mesaj} \times 2^b}{\text{Bölen}} = \text{Bölüm} + \text{Kalan}$$

Burada:

- Mesaj bit dizisidir, örneğin; çift denklik ile HELP'in ASC11 dizisi:

| | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| [01001000] | [11000101] | [11001100] | [01010000] |
| H | E | L | P |

- 2^{16} etkin biçimde (çarpmada), mesajın sağ tarafına 16 sıfır ekler

- 'Bölen' bir sayıdır ve mesajı $x 2^{16}$ sayıya böler
- 'Bölüm', bölme işleminin sonucudur ve kullanılamaz
- 'Kalan', bölme işleminde elde edilen kalandır ve CRC denetim toplamıdır (2 byte'lık bir sayı)

Dağıtılmış şebeke protokolleri

Giriş

Dağıtılmış (ya da dağıtım) şebeke protokolü, çoğunlukla elektrik ve kamu endüstrisinde kullanılan, veri kazanım protokolüdür. Bu protokol, özellikle, SCADA kontrol sistemleri için tasarlanmış, açık, sistemler arası kullanılabilir ve basit bir protokoldür. Bilgi gönderimi ve alımı için, ana/yardımcı seçim metodunu kullanır fakat ayrıca aynı sistem içinde alt ana istasyonlar kullanır. Fiziksel katman, genellikle RS-232 (V.24) etrafında tasarlanır fakat ayrıca RS-422, RS-485 ve hatta fiber-optik gibi diğer fiziksel standartları da destekler. SCADA endüstrisi içinde, DNP'nin, veri kazanımı ve kontrolünde evrensel gerçek standart olarak kullanımına yönelik bir eğilim vardır.

Sistemler arası çalışma

Dağıtılmış şebeke protokolü, özellikle elektrik aletleri, yağ, gaz ve su/atık su ve güvenlik endüstrileri için tasarlanmış sistemler arası çalışabilir bir protokoldür. Veri kazanım protokolü olarak, bir çok satıcı ekipmanı ile arayüz ihtiyacı vardır. Sertifikasyon sürecine tabi olan protokol, farklı üreticilerin DNP standartlarında ekipman üretmesini sağlar. Bu, sertifikalı bir DNP aleti satın alırken, son kullanıcıyı korur. Daha çok üretici, DNP sertifikalı ekipman ürettiği sürece, kullanıcıların seçenek ve güveni artacaktır.

Açık standart

DNP tamamen açık bir standart olma felsefesiyle yaratılmıştır. Hiç bir şirket, DNP standartlarına sahip olmadığı için, bunun anlamı, ekipman üreticilerinin değiştirebileceği bir seviye oynanmasına izin vermesidir. Bu, farklı üreticilerin, protokol değişimleri yapmasına olanak tanır. Ayrıca, bunun anlamı, bir sistemin geliştirme maliyetinin azaltılmasıdır. Üretici, SCADA sisteminin bütün kısımlarını tasarlamak zorunda değildir. Özel bir sistemde, her ne kadar bazı parçalar çok kar getirmese de, üretici, çoğu zaman, SCADA sisteminin bütün kısımlarını üretmek ve tasarlamak zorundadır. Bunun sonrasında, üretici, asıl işi olan bir kaç ürün üzerinde yoğunlaşabilir.

IEC ve IEEE

DNP, telekontrol uygulamaları için protokol standardı olan "Gelişmiş Protokol Mimarisi" (EPA) adında bir OSI 3 katmanı üzerinde çalışan, Uluslararası Elektronik Komisyonu (IEC), Teknik Komite 57, Çalışma Grubu 03 standartlarına dayanır. DNP, eğer işlevselliği Avrupa'da belirlenmediyse, mevcut ve gelecekteki Batı Amerika uygulamaları ihtiyacı için gelişim sürecinde olduğundan, mümkün olduğunca, standartlara uyumlu olarak dizayn edilmelidir. Günümüzde, DNP 3.0, IEEE C.2 iş gücü

tarafından, uzak terminal biriminden akıllı son erişim aygıtlarına iletişim protokolü için önerilen uygulama olarak seçilmiştir.

SCADA

DNP, bütün SCADA sistemi içerisinde, iyi geliştirilmiş bir aygıt protokolüdür. Bu protokol, akıllı araçlarla veri kazanım protokolü olarak dizayn edilmiştir. Bu aygıtlar, sonradan Çok prizli, field-bus sistemi olarak eşlenebilir. Field-bus DNP aygıtları, bir yazılım paketine entegre edilerek, SCADA sistemi oluşturulur. DNP, seri bus (çok modlu) topoloji için, tek bir fiziksel katman belirlemez. Aygıtlar, 422 (dört tel), 485 (iki tel), modem (Bell 202) veya fiber optik kablolarla bağlanabilir. SCADA yazılımı izin verdiği müddetçe, uygulama programı DNP'yi diğer protokollerle bütünleştirebilir. Tünelleme veya kapsama kullanılarak DNP intranete veya internete bağlanabilir.

Geliştirme

Belirleme, ilk başta, GE Harris şirketi tarafından geliştirilmiş fakat 1982'den beri DNP kullanıcı grubu altında üretilmektedir. Günümüzde, 100'ün üzerinde satıcı, DNP V.30 ürünlerini önermektedir. Bu ürünler, ana istasyondan, akıllı son erişim aygıtlarına değişmektedir. Protokol, üreticinin, DNP'nin desteklediği bazı fonksiyon ve servisleri destekleyebilecek bir ürün geliştirebilmesine yönelik, dizayn edilmiştir. DNP 3.0, IEC 870,5 specs'in ilk versiyonlarından türetilmiştir. Günümüzde, DNP kullanıcı grubu, protokolün dökümantasyon ve güncellenmesini kontrol eder.

Fiziksel katman

DNP'nin fiziksel katmanı, 8 veri biti, 1 başlama biti, bir bitirme biti ve denklik kullanmayan, seri bit tabanlı asenkronize bir sistemdir. Senkronize veya asenkronize işleme de izin verilir. İki fiziksel operasyon moduna sahiptir; direk mod (noktadan noktaya) veya bus modu (çok prizli). Bu iki mod aynı anda kullanılmaz. Her iki mod da yarım veya tam dublektir. Her iki modla birlikte, bir taşıyıcı tespit sistemi kullanılmalıdır. Çoklu ana istasyona izin verilmiştir fakat aynı anda sadece bir ana istasyon işlevsel olabilir. Sistem üzerinde, olası çakışmalar olabilir. Fiziksel katmanın konfigürasyonu, çakışma engelleme veya metoduna belirlenir. DNP, çoklu ana istasyon modunda, aygıtlara öncelik tanıyabilir.

Fiziksel topolojiler

DNP protokolü beş iletişim modunu destekler; iki telli noktadan noktaya, iki telli çok prizli, dört telli noktadan noktaya, dört telli çok prizli, ve çevirmeli modemler. Sadece iki noda sahip bir sistem (ana ve yardımcı istasyondan oluşan), direkt bus olarak isimlendirilir. Eğer sistem çok nodlu çok prizli ise seri bus olarak adlandırılır. Bu sistemlerin hepsi, iki veya dört bağlantı metodu kullanır. Dört telli metodu, yarım veya tam dubleks sistemleri çalıştırırken, iki telli metot, sadece yarım dubleksi çalıştırır. DNP çoklu ana, çoklu yardımcı ve karşılıklı iletişimini destekler.

Modlar

İki telli, noktadan noktaya

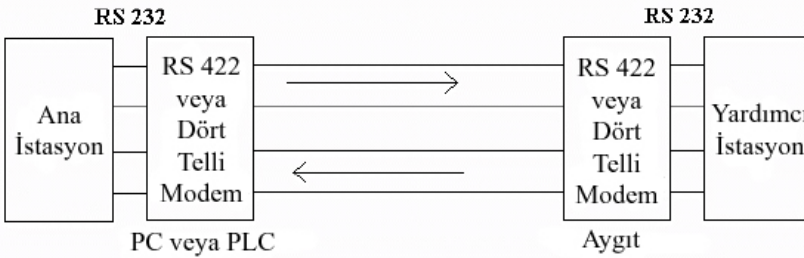
DNP protokolleri fiziksel katmanı, noktadan noktaya iletişim için destekler. İki telli yarım-dubleks mod, genellikle, fiziksel sistem olarak, R8-485 veya iki-telli bir modem kullanır. Eğer modem kullanılırsa, modemle olan arayüz, genellikle, V.24 ITU standardı (R5-232) kullanır. İki-telli mod, DNP içinde, tam-dubleks bir işlemi desteklemez sadece yarım-dubleks destekler. Noktadan noktaya olan modda, çakışma olasılığı yoktur. Ana istasyon, çerçeveyi iletir; yardımcı yanıt verir. Tek sorun, ilerleme gecikmelerinden kaynaklı geçen zamandır. DNP içinde, bu zaman ayarı için bir konfigürasyon bulunur.

İki Telli çok prizli

DNP fiziksel katmanı, çok prizli iletişim için destekler. İki telli çok prizli modu, fiziksel sistem olarak genellikle R5-485, fiber optik veya Bell 202 modemleri kullanır. İki telli mod, DNP içinde, tam dubleks işlemi desteklemez, sadece yarım dubleks modu destekler. çok prizlide, iki telli modda, çakışma olasılığı vardır. Bunun nedeni, iki ana veya yardımcı istasyon, aynı hat üstüne, aynı anda giriş yapabilir. Bunun üstesinden gelebilmek için, DNP, taşıyıcı kaybindan sonra, bir zaman boşluğu koyar. Taşıyıcı, iki telli bus üzerinde iletim yapıldığını gösteren bir belirteçtir. İki telli çoklu modda, hat üzerinde bulunan tüm cihazların, hat üzerinde iletim yapıldığının farkında olabilmesi için, bir yol sağlanmalıdır.

Dört Telli Noktadan Noktaya:

Dört telli, noktadan noktaya, DNP içinde, yardımcı istasyona, tam dubleks ana istasyon olarak kullanılır. Kullanılan fiziksel standartlar, R5-422 ve dört telli modemlerdir. Bu mod, sadece noktadan noktaya olduğu için, çakışma sorunu yoktur. Fakat V.24, iletişim için kontrol etmek için, bir uyuma sistemi kullanır. Bu, DCD (veri taşıyıcı saptama) içerir. İlerleme gecikmesi, cihazlara, taşıyıcı kaybını tespit etmeye yönelik zaman da tanır. Dört telli iletişim, doğru tam dubleks iletişime izin verir ama pratikte bu nadiren kullanılır.



Figür 3.18
Dört telli direkt mod

Dört telli çoklu nokta

DNP, dört telli çoklu nokta modunu destekler. Bu mod, yarı veya tam dubleks iletişim kullanabilir. Ama tam dubleks nadiren kullanılır. Tam dubleksin kullanılmama nedeni, çalışmanın karmaşıklığından kaçınmaktır. Her yönde aynı anda iletişim sağlayan çoklu cihazların kurulumu zordur. Ana istasyonların çalışma sorunu yoktur. Fakat yardımcı istasyon cevap vermeden hatta giren, diğer ilk ana istasyon, sorun yaratabilir. Yardımcı istasyonlarda, çok sayıda çalışma sorunu vardır, çünkü bir çoğu, kendi ana istasyonlarını, aynı anda cevaplamak isteyebilirler. DNP'nin bu çalışmaları üstesinden gelmesinin bir yolu, yardımcı istasyonların çalışmasına izin vermesidir. Bu, ikinci ana istasyonun zaman kaybetmesine ve ilk ana istasyonun bus'a giriş için zaman kazanmasına neden olur. Ana istasyon, bunun sonrasında, öncelikli mesajları gönderebilir.

Çevirmeli modem

DNP, dial up modem modu kullanımını destekler. Bu mod, noktadan noktaya bir devredir. Bu bağlantı sistemi (R5-232) olarak, genellikle, V.24 kullanır. DCD, bu gibi durumlarda farklı kullanılır çünkü modem içindeki taşıyıcı tespitinin anlamı, verinin gönderilmesine değil, hattın kurulduğuna işaret eder. RTS hattı, DTE'nin veri gönderim isteğini modeme bildirmek için yüksek konuma ('1') getirilir. CTS, DTE'nin veri göndermesini onaylamak için, modem tarafından yükseğe ('1'e) getirilir. Yerel uca, verinin uzak uca iletilmiş olduğunu belirtebilecek bir yol yoktur. Gelen veriyi tespit etmek ise uzak uca kalmıştır.

Veri hat katmanı

DNP'nin veri hat katmanı, çerçeve büyüklüğünü, şeklini, uzunluğunu ve içeriğini tanımlar. DNP, byte yerine oktet konvansiyonunu kullanır. DNP, çerçeve içinde, dil olarak heksadesimal/hexadecimal kullanır. Çerçeve, aşağıdaki gibi gösterilir.

Çerçeve taslağı

Başlangıç (2 oktet) 0X0564 (0000010100100000)

Uzunluk (1 oktet) 5'ten 255'e (ONDALIK)

Kontrol (1 oktet), fonksiyon kodunu içerir

Hedef (2 oktet)

Kaynak (2 oktet)

Uzunluk, kontrol, hedef ve kaynak için CRC (2 oktet)

Kullanıcı verisi (16 oktet)

Yukarıdaki kullanıcı verisi için CRC (2 oktet)

Daha fazla kullanıcı bilgisi (16 oktet)

Sadece yukarıdaki kullanıcı verisi için CRC (2 oktet)

Daha fazla kullanıcı verisi (1'den 16'ya kadar) değişken

CRC(2 oktet)

BITİŞ

Maksimum sayıda oktete ulaşılan kadar, kullanıcı verinin devam edebileceğine dikkat edin. Bu, uzunluk okteti aracılığıyla belirlenir. Maksimum veri okteti 255'tir ve minimumu ise 5'tir. Son kullanıcı verileri, 16 oktet'den daha az olabilir. Her CRC, tüm çerçeve için değil, sadece bir önceki kullanıcı verisi için hesaplanır

Fonksiyon kodu

Kontrol okteti içinde veri bağının, çerçeveyi nasıl işleyeceği kontrol etmek için dört bit kullanılır.

Altı temel fonksiyon kodu vardır:

- Sıfırlama

Bu fonksiyon, kodu, daha fazla gönderim-onay işlemi sağlamak için, primer/birincil ve sekonder/tali istasyonları senkronize etmek için kullanılır.

- Kullanıcı işleminin sıfırlanması

Bu fonksiyon kodu, veri bağı kullanıcı işlemini sıfırlamak için kullanılır.

- Test

Test komutu, sekonder veri bağının durumunu sıfırlamak için kullanılır.

- Kullanıcı verisi

'Kullanıcı verisi' fonksiyonu, onaylanmış veriyi, sekonder istasyona göndermek için kullanılır.

- Onaylanmamış kullanıcı verileri

Bu fonksiyon, kullanıcı verisini, onaya ihtiyaç duymaksızın, sekonder istasyona göndermek için kullanılır.

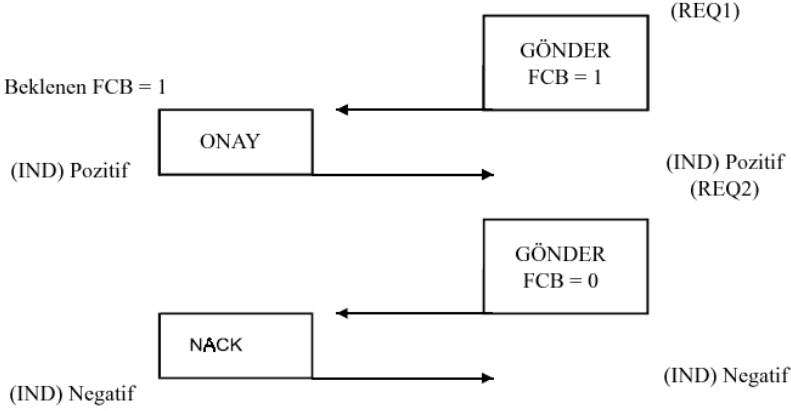
- İstek bağ durumu

Bu komut, sekonder veri bağının durumunu almak için kullanılan istek komutudur.

İletim prosedürleri örnekleri

Sekonder bağın sıfırlanması: Yukardaki figürde, primer istasyon, sekonder istasyona, bir gönder-onayla-sıfırla çerçevesi, göndermektedir. Sekonder istasyon, mesajı alır ve ACK onay çerçevesi

Gönder/ NACK: Aşağıdaki figürde, ana istasyon olmayan bir primer istasyon, ana sekonder istasyona bir çerçeve gönderir. İlk onay alındığında, primer istasyon, veri bağ kullanıcısına başarı belirtir. Primer, ikinci çerçeveyi sekondere gönderir. Sekonder ana istasyon, o anda çerçeve alamayacağına karar verirse, geriye bir NACK çerçevesi gönderir. Primer, NACK'i aldıktan sonra, işlemi bitirir ve veri bağ kullanıcısına negatif bir bildirim gönderir yapar.



Figür 3.26
Gönder/NACK

Talep / cevap

Figür 3.27'de, bir primer istasyon, bir sekonder istasyona, ardışık çerçeveler gönderir. Sekonder istasyon, daha fazla çerçeve alamadığı durumda, onay mesajı, DFC bit seti içerir. Primer istasyon, onay aldıktan sonra, sekonder istasyona veri çerçevesi göndermeyi keser fakat periyodik olarak, talep-cevap çerçevesi göndererek, sekonderin durumunu talep eder. Sekonder, ilgili talep-cevap çerçevesine DFC'nin anlık durumuyla yanıt verir. Eğer sekonder, daha fazla veri almaya hazırsa, DFC 0 olur. Aksi takdirde, DFC 1'dir. Primer istasyon, cevap çerçevesinde, DFC=0 alırsa, gönderim çerçevelerinin aktarmaya devam eder.

Taşıma katmanı (sahte-taşıma)

Dağıtımli şebeke protokolü, ISO açık sistem ara bağlantı modelinde belirtildiği gibi, gerçek bir taşıyıcı katmanı desteklemez. Süper-veri bağ taşıma protokolü olarak bilinen, bir sahte-taşıma katmanını destekler. Bunun nedeni, veri bağ katman fonksiyonlarının bazılarının, ISO'nun OSI modeliyle tam olarak örtüşmemesidir. Bu fonksiyonlar, veri bağ katmanından ayrılmış ve sahte-taşıyıcı katmanının içine yerleştirilmiştir. Bu veri bağ fonksiyonları, taşıyıcı servis veri birimini (TSDU), bağ veri servis birimi (LSDU) olarak bilinen küçük sıralı çerçevelere ayırmayı kapsar. Bu çerçevelerin her biri, taşıyıcı protokol kontrol bilgisine sahiptir. LSDU'nun maksimum büyüklüğü, 249 oktet'tir. Bu, hata durumunda paket uzunluğunu azaltmak için yapılmıştır. Eğer bir paket hatalıysa, tekrar bir

deneme başlatılır. Kısa bir paket, tekrar deneme işleminin hızlı yapılmasını sağlar.

Uygulama katmanı

DNP, bir uygulama katmanını, yaygın veri obje kütüphanesi, fonksiyon kodları ve hep talep eden hem de yanıtlayan cihazlar için mesaj formatlarını tanımlayarak destekler. Bunlar, final bir uygulama kurulumu için, kullanıcı katmanında kullanılır. Bu uygulama kurulduktan ve veri objeleri, fonksiyon kodları ve mesaj formatı eklendikten sonra, uygulama, uygulama katmanı haline gelir. Veri objeleri ve fonksiyon kodlarının tam bir listesi, DNP kullanıcı grubu <http://www.dnp.org/>'dan, DNP versiyon 3.0 standart dokümanından elde edilebilir. Ve diğer bilgiler, Harris kontrol bölümünden elde edilebilir. <http://www.harris.com/harris/search.html>

Sonuç

Dağıtımli şebeke protokolü, sadece, açık sistem ara bağlantı modeli içindeki, fiziksel katman, veri bağ katmanı ve uygulama katmanını destekler. Fiziksel katman, en az desteklenen katmandır. DNP, telekontrol uygulamaları için bir protokol standardı olan Gelişmiş Protokol Mimarisi'ne (EPA) dayanır. Bu standart, gelişmiş, RTU fonksiyonlarını ve normal çerçeve uzunluğundan uzun mesajları destekler. Kullanıcı verisini alır ve her biri taşıyıcı protokol kontrol bilgisine (TPCI) sahip, sıralı taşıyıcı protokol veri birimine (TPDU) ayırır. Taşıyıcı protokol veri birimi, veri bağ katmanına, bağ servis veri birimi olarak gönderilir. Alıcı, çoklu sıralı veri bağ katmanından çoklu sıralı taşıyıcı protokol veri birimini (TPDU'lar) alır ve bunları, bir taşıyıcı servis veri biriminde (TSDU) toplar.

Resmi bir uyumluluk testi yoktur. Ama on-line yardım mevcuttur. Eğer satıcı, DNP V.3.00 alt set tanımlamalarından biriyle uyumlu olduğunu iddia ediyorsa, cihaz kesinlikle sistemler arası çalışabilir olmalıdır. Elbette, sistemler arası çalışabilir demek, verimli olduğu anlamına gelmez. Mümkün olduğunda, tek bir tedarikçiye yönelmek en iyisidir. Dağıtımli şebeke protokolü gerçekte, tamamen, açık, özel olmayan, sistemler arası çalışabilir bir protokoldür.

SCADA sistemlerinde gelişen teknolojiler

SCADA teknolojisindeki gelişmelerin sadece bazıları, aşağıda listelenmiştir. Komünikasyon teknolojisinin hızlı gelişiminin, SCADA sistemi üzerinde, büyük etkisi vardır.

Ana istasyonlar için LAN teknolojisindeki hızlı gelişim

LAN'lar, ana/master/birincil istasyonların temel bileşeni olarak, çifte fazlalık denetimli LAN sayesinde, daha güvenilir bir sistem sağlamaktadır. Yüksek hızlardaki (10 Mbit/sec'den 100 Mbit/sec'ye) LAN'lara doğru geçiş, daha hızlı yanıt mekanizması sağlar.

İnsan makine arayüzü

Gelişimin olduğu tipik alanlar:

- VDU'larda, operatörlerin, şebekenin herhangi bir noktasında, sistem üstünde on-line planla-

ma ve zoom yapmasına olanak veren gelişmiş grafikler

- Operatör arayüzlerinde, gelişmiş tepki zamanlaması

Uzak terminal birimleri

- Ana istasyon yerine, RTU üzerinde, merkezi veri işleme
- Komünikasyon şebekesi üzerinden verileri, RTU'ya gönderen akıllı cihazlardan merkezi veri toplama
- RTU'ların fazlalık denetimi, I/O, CPU ve güç kaynağı üzerinde kolay kurulumu
- Her bir ana istasyon için ayrılmış (ayrı) veri tabanı ile çoklu komünikasyon
- Ana istasyonlara gönderilen alarm trafiğini (alarm kombinasyonu, ilgisiz alarmlar ve filtreleme ile) azaltmak için, kullanıcı tarafından hazırlanmış programlar, RTU'larda çalıştırılabilir
- Alınan gerçek zamanlı verinin geçerliliğini denetleme
- RTU'lar arası komünikasyon
- Doğrudan RTU'ya bağlı sofistike insan-makina arayüzü

İletişim

- RTU-ana istasyon arayüzünü sağlayan açık standartlar (yani, satıcıya has olmayan)
- Yaygın spektrum uydusu – uzak bölge RTU'ları için, gelişmiş, düşük maliyetli ve düşük güç metotlarıyla bir uydu sistemi üzerinden veri transferi
- Fiber optik – düşük maliyeti ve kurulum kolaylığı, bunu, çekici bir opsiyon haline getirir
- Meteor yolu iyonizasyonu – günümüzde, özellikle, uydu sisteminin maliyetinin karşılanamadığı durumlarda etkileyici bir teknoloji

12 Altın kural

Bir SCADA sistemini belirlemede ve kurulumunda dikkat edilmesi gereken bir kaç kural aşağıda verilmiştir:

- 'KISS' prensibini uygula ve SCADA sistem kurulumunun basit olmasına dikkat et.
- Tüm sistemin etki zamanının (gelecekteki genişletme zamanı da dahil), doğru değerler içinde olduğundan emin ol(genelde, operatör tepki zamanından 1saniye daha az).
- Fazlalık denetimi gereklerini dikkatli bir şekilde değerlendir ve toplam sistemde, her hangi bir parçanın aksaklığının, tüm sistemi nasıl etkileyeceğini hesapla.

- Açık sistem yaklaşımını seçilen donanım ve kullanılacak protokol iletişim standartları sistemine uygula.
- Özel bileşenlerde dahil olmak üzere, tüm sistemin ölçeklendirilebilir bir mimariye sahip olduğundan emin ol (artan sistem ihtiyaçlarıyla genişleyebilmelidir).
- Tüm sistemi, RTU üstünde oluşabilecek maksimum trafik yüklemesi, iletişim bağlantıları ve ana istasyonları ve donanım, firmware ve yazılım gibi alt sistemler üzerindeki etkileri yönünden değerlendir.
- Nokta sayısı, yanıt hızları ve sistemin ihtiyaç duyduğu fonksiyonellik göz önüne alındığında, sistemin fonksiyonel belirlenmesinin açıkça tanımlandığından emin ol.
- Bir sistem testi yap ve geri transfer edilen tüm verinin, kontrol işlemlerinin ve özel bileşenlerin aksaklıkları ve bu aksaklıkların giderilmesini belirlemedeki kesinlik paylarını belirle.
- Kullanılması düşünülen (endüstriyel) ortamda (sistemin topraklama ve izolasyonu da dahil), sistemin özel bileşenlerinin işlemlerini teyit et.
- Tüm konfigürasyon ve test aktivitelerinin iyi dökümanite edildiğinden emin ol.
- Konfigürasyon, sistem kurulumunda sistem konusunda eğitimli personelin görev aldığından emin ol, bu doğrultuda, sistem hakkında, personelin eğitimi de sağlanı.
- Sonuç olarak, isteklerin gelişmiş bir sistemle karşılanabilmesine rağmen, operatörün, alarm, işlemsel veri ve kalabalık operatör ekranıyla meşgul edilmemesi gereklidir. Operatöre gelen, yükleme bilgisinin, açık, özlü ve basit olmasına dikkat edin.

• Yerel Kablolama

Giriş

Yerel kablolama, bir ya da daha fazla türden kablodan oluşturulan bir iletişim bağlantısını açıklamak için kullanılan bir terimdir. Yerel kablolama, bir fabrikanın ya da endüstri sitesinin özel olarak sahip olabileceği, bir şirket tarafından kurulan, kullanılan veya sahip olunan yapıya sahip olabilir. Alternatif olarak, bir telefon şirketinin ağının bağlantısını oluşturabilir.

Kullanılacak olan yerel kablolamanın seçimi, uygulamaya, maliyete, istenen veri hızına, RTU için gerekli giriş frekansına ve bölgedeki mevcut iletişim servis ve teknolojisine bağlıdır.

Bu bölüm, mevcut seçenekleri inceler ve aralarında uygulamaya dönük bir perspektif sunarak, opsiyonları arasında karşılaştırma yapılmasını ve uygulama için hangi opsiyonun daha mantıklı olduğu yönünde bir seçim yapılmasını sağlar. Öncelikle, kablo üzerinde gürültü ve etkileşim etkileri incelenecek ve bu gürültünün, mevcut farklı tip kablolarda nasıl azaltılacağı konusunda bilgi

verilecektir.

Kullanıcı, yeni kablo kurulumu veya mevcut eski kabloların kullanımını düşünüyor olabilir. Her iki durumda, iyi bir kablo teknoloji bilgisi gerektirir.

Kablolamaya giriş

Veri kablosu bağlama; iletken (veya fiber), koruma, yalıtım, destek, konnektör ve her iki ucun sonlandırılmasını içeren, iki ucun birleştirilmesi için gereken tüm işlemler olarak tanımlanabilir. Veri iletişim kablolamalarının belirlenmesinde, göz önünde bulundurulması gereken temel faktörler şunlardır;

- Uygulama türü
- Kablo tipi ve koruması (gürültü performansını etkiler.)
- Tasarlanan kablo kurulum metodu ve kablo rotası (gürültü performansını etkiler ve kullanılacak kablo tipini belirler.)
- Kablo resistansı (sinyal zayıflamasını etkiler.)
- Kablo kapasitansı (frekans bant genişliği ve veri transfer hızını etkiler.)
- Bağlantı ve sonlandırma (kurulum maliyeti ve zamanını ve sinyal zayıflamasını etkiler.)

Güç kablolarının tersine, harici elektrik gürültü kaynakları ve kablonun, bunu dışarda bırakma kabiliyeti, veri kablosu tasarım ve kurulumunda dikkat edilmesi gereken unsurlardır.

Gürültü hakkında önemli bir referans, 'Kontrolörlere Harici Kaynaklardan Elektrik Gürültü Girişlerini azaltmak için Elektrikli Cihazların Kurulumu' için kullanılan IEEE kılavuzu başlığı altında, IEEE 518-1982 önerisidir.

Kablolarda etkileşim ve gürültünün tanımı

Veri iletişim sistemi kurulum ve tasarımında etkileşim ve gürültü, elektrik etkileşimini önlemede dikkat edilmesi gereken unsurlardır. Gürültü, orijinal (veya istenen) sinyali bozan (veya karışan) rast gele üretilmiş istenmeyen sinyal olarak tanımlanabilir.

Gürültü sistemin kendisi dahilinde oluşabilir (dahili gürültü) veya dış bir kaynaktan gelebilir (harici gürültü). Bu kaynaklara bazı tipik örnekler, aşağıda belirtilmiştir:

Dahili gürültü

- Devre üzerinde, elektron hareketinden kaynaklanan ısı gürültüsü
- Devre dizaynında aksaklıklar

- Osilatörler ve yükselticilerden ortama yayılan sinyaller
- Dahili devrede üretilen, düşük seviyeli RF yayılımının dahili modülasyonu.

Harici gürültü

- Doğal kökler – elektrostatik etkileşim, elektrik dalgaları
- Elektromanyetik etkileşim (EMI)
- Radyo frekans etkileşimi (RFI)
- Diyafoni

Gürültünün önemli bir özelliği, rast gele olması ve bu nedenle ürettiği etkileşimin tahmin edilemez olmasıdır. Bu tahmin edilememe özelliği, kablo iletişim sistemlerinin dizaynını oldukça zorlaştırır. Gürültü, sadece veri bilgisi taşıyan iletişim sinyaline ilişkin ölçümler dahilinde önemlidir. Daha önce belirtildiği gibi, iletişim sisteminin herhangi bir noktadaki performans ölçümünü, sinyal-gürültü oranı belirler. Bu prensip, kablolarda da uygulanır. Sinyal-gürültü (SNR) oranı aşağıdaki formülle ifade edilir (dB'de):

$$\text{SNR} = 10 \log (S/N) \text{ dB}$$

Bir kablolama sisteminde, 60 dB'lik SNR kabul edilebilir bir seviye iken, 20 dB'lik bir SNR, gürültü olarak tanımlanır. Bir SNR seviyesinin, iyi veya kötü olması, ilgili kablo üzerindeki gerekli bilgi hızına göre belirlenir. SNR, ne kadar yüksek olursa, kabul edilebilir bir performans sağlamak o kadar kolaylaşır. Ayrıca, daha basit devre ve daha ucuz kablolama sağlar.

Bilgi iletişimde, iletişim ağının performansına ilişkin daha sağlıklı bir ölçüm, hata hızıdır (BER). Bit hata hızı, alınan başarılı bitlerin, hatalı bitlerle sayısal olarak karşılaştırılmasına ilişkin bir ölçümdür. 10^{-6} 'lık bir BER (bir milyonda bir hatalı bit), ancak, yüksek veri hızlarında, bulk veri iletişim sistemi performansında kabul edilebilir bir değerdir. 10^{-12} 'lik bir BER (bir trilyonda bir hatalı bit) ise mükemmel kabul edilir. Düşük hata gereksinimleri olan endüstriyel sistemlerde, 10^{-4} 'lük bir BER oldukça iyi bir değerdir çünkü tam hesaplanabilir veriden ziyade, değişken zamanlı veri (aşama aşama değişir), transfer edilir (mesela, EFTPOS).

SNR ve BER arasında bir ilişki vardır. SNR yükseldikçe hata oranı aniden düşer, bu durum, aşağıdaki grafikte gösterilmiştir. SNR 20 dB'nin üzerindeyken bir çok iletişim sistemi oldukça iyi BER değerleri sağlar.

BER-SNR eğrisinin şekli karşı şekli, iletişim ağının çeşidine ve her iki uca bağlanan cihazların niteliği ve türüne göre önemli ölçüde değişir.

Kablolarla etkileşim ve gürültü kaynakları

Gürültü, genellikle, kablo devrelerine elektrostatik (kapasitif) eşleme, indüktif eşleme ve resistif eşleme yoluyla girer. Bu gürültü sinyallerinin zayıflatılması; sinyal kablolarının yalıtım ve çaprazlanması, uygun döşeme, ayrıştırma ve iyi yalıtım yoluyla elde edilir.

Yalıtım, sinyal tellerinin gürültüden veya istenmeyen sinyallerden korunmasıdır.

Yalıtımın amacı, elektrostatik veya manyetik eşleme ile, düşük seviyeli sinyal devrelerine karışan gürültü büyüklüğünü azaltmaktır. Yalıtım, kabloyu birleşmeden korumak için bir devreyi çevreleyen bir zarf olarak düşünülebilir. Bu, Figür 4.2'de gösterilmiştir.

Elektrostatik eşleme

Harici gürültünün elektrostatik veya kapasitif eşlemesi, Figür 4.3'te gösterilmiştir. Harici gürültü kaynağı, gürültüyü, sinyal tellerine C_1 ve C_2 kapasitörleri yoluyla iletir ve bunun sonucunda oluşan akım akışı; R_1, R_2 (kablo resistansı) ve R_L 'de hatalı voltaj sinyali oluşturur. Hatalı sinyal, kablolarının uzunluğu ve resistansı ile, gürültü sinyalinin frekansı ve genişliğiyle ve ayrıca kabloların gürültü kaynağına olan uzaklıkla orantılıdır.

Elektrostatik eşlemeden kaynaklanan gürültü, korumalı tel ile, ayrıştırma ve kabloların bükülmesiyle azaltılabilir. Gürültü kaynağı ile sinyal telleri arasındaki ayrıştırma arttıkça, gürültü eşlemesi de azalır. Kabloların bükülmesi, $C_1 = C_2$ eşitliğinin sağlanmasına yönelik bir metottur, bu sayede, dengeli bir kapasitif eşleme sağlanır. Böylelikle, indüklenen voltajlar eşit büyüklükte fakat yönleri zıt kutuplu olacak ve birbirlerini iptal edeceklerdir.

Elektrostatik gürültüyü azaltmak için yalıtım kullanımı, Figür 4.4'de gösterilmiştir. Böylece, gürültüden etkilenen akımlar korumalı bir ortamdan geçer ve sinyal tellerinden geçmek yerine toprağa döner. Sinyal teli ve yalıtım kılıfının bir ucunun toprağa bağlanması ile, teller ve yalıtım kılıfı arasındaki 0-potansiyel farkı oluşur. Böylece, tel ve yalıtım kılıfı arasında bir sinyal akımı oluşmaz.

Yalıtım kalitesi C_3 ve C_4 'e kıyasla, C_1 ve C_2 'nin, ne kadar büyük olacağını belirler. Yalıtımın kalitesi ne kadar iyi olursa (muhtemelen bir kabloda 2 veya 3 yalıtım kılıfı), C_1 ve C_2 'nin değeri, o kadar yüksek ve C_3 ve C_4 'ün değeri de o kadar düşük olur. C_3 ve C_4 'ün değeri ne kadar düşük olursa, sinyal kablolarında var olan gürültü değeri de o kadar az olur.

Manyetik eşleme

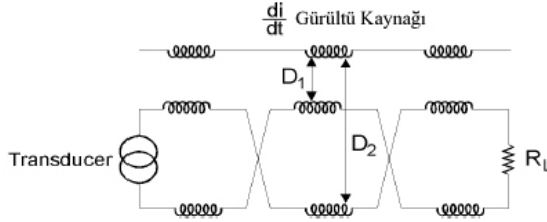
Manyetik eşleme, iki veya daha fazla iletken arasında gerçekleşen elektriksel bir özelliktir. İletkenin birinde oluşan akım değişimi, diğer iletkende, bir voltaj indüklenmesine neden olur. Figür 4.5, bir sinyal devresinde manyetik olarak voltaj indükleyen bir sinyal bozucu teli (gürültü kaynağı)

gösteriyor.

Sinyal bozucu telden gelen değişken manyetik akı, sinyal döngüsündeki voltajı etkiler. İndüklenen voltaj; sinyal bozucu akım frekansı, sinyal bozucu akımın büyüklüğü ve sinyal döngüsü tarafından kaplanan alanla orantılıdır. Ve sinyal bozucu telden sinyal devresine olan uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.

Figür 4.5, akım değişiminden kaynaklı, hatalı voltaj hızına neden olan tüm faktörleri; belirli bir alandaki sinyal döngüsü ve iletkenlerin, bozucu sinyalden uzaklıklarını (D_1 ve D_2) gösteriyor.

Figür 4.6'da da gösterildiği gibi, yaygın olarak kullanılan bir manyetik eşleme etkisi azaltma yöntemi, sinyal devrelerde çapraz iletkenlerin kullanılmasıdır. Bu iki sinyal telinin, sinyal bozucu iletkene olan uzaklıkları, aşağı yukarı eşittir ve devre döngüsünün alanı neredeyse sıfırdır. Bu alan, sıfıra düşürülerek, manyetik alanda indüklenen voltaj da hemen hemen sıfırlanacaktır.



Figür 4.6

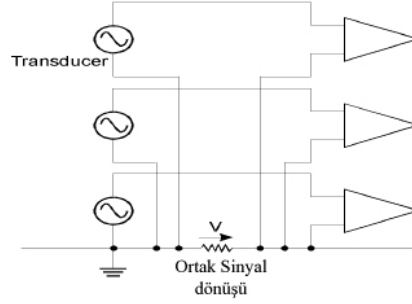
Kablo bükmeyle manyetik gürültüyü azaltma

Bunun nedeni, her bir tel üzerinde, eşit büyüklüğe sahip, zıt kutuplu akımlar oluşmasıdır ve bunun sonucunda, net olarak sıfır büyüklüğünde bir akım yaratacaktır (Akımlar, yük üstünde, büyüklük açısından eşit ve karşı kutuplu voltaj indükleyecek, ve bu voltajlar birbirini iptal edecektir).

Sinyal teli çevresinde yüksek demir içerikli bir materyalden yapılan yalıtım kılıfı kullanmak da manyetik eşlemeyi de azaltır. Bu kılıf etkilidir çünkü manyetik alan, kılıf içinde eddy akımları oluşturur ve bu eddy akımları, kendilerini indükleyen akıya zıt yönde bir manyetik akı oluşturacak ve bu sayede orijinal manyetik alanı azaltacaktır. Bu tür bir gürültü zayıflatması, Figür 4.7'de gösterilmiştir. Bu türde bir kılıf çok nadir kullanılır ve istek üzerine özel olarak üretilir. Bazen yüksek demir içerikli boru kullanılır fakat bunlar paslanmaya maruz kalır.

Empedans eşleme

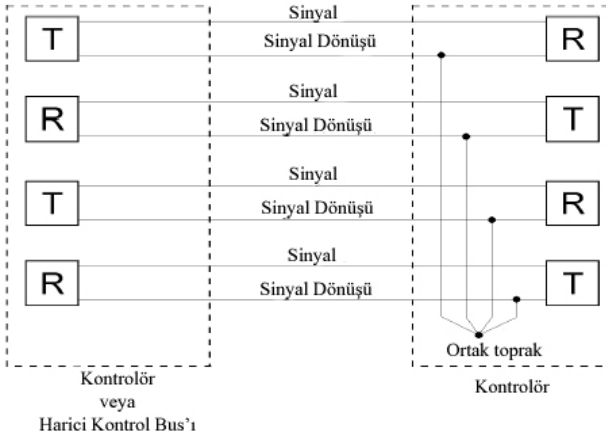
Empedans eşleşme (Figür 4.8'de gösterildiği gibi), iki veya daha fazla sinyal teli aynı ortak genel dönüş sinyal telini paylaştığında oluşan elektriksel bir özelliktir. Eğer ortak dönüş telinde, herhangi bir resistans varsa, yüklerin herhangi birinden gelen sinyal akımı, bütün yüklerdeki voltajın artmasına neden olur. Buna ek olarak, ortak dönüşte akım akışı indükleyen gürültü, bütün yüklerde gürültü voltajına sebep olacaktır.



Figür 4.8
Resistans veya empedans eşleme

Sinyal devrelerindeki empedans eşlemesini önlemek için aşağıdaki prosedürlerden biri kullanılabilir:

- Ortak bir dönüş kullanımı kaçınılmazsa, ortak dönüş için, düşük resistanslı bir tel veya bus kullanın. (kritik uygulamalarda, bus'ın hem resistansı hem de
- indüktansı azaltılmalıdır.)
- Mümkün olan yerlerde, ayrı sinyal dönüş noktaları kullanın.



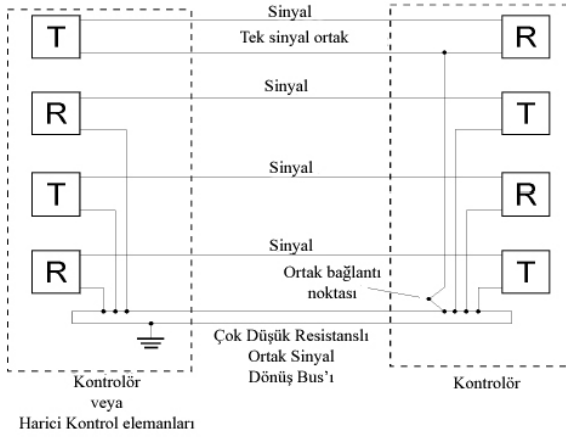
Figür 4.9
Tek tek sinyal dönüşlerini gösteren kablolama sistemi

Empedans eşlemesi sorununa yönelik bir kaç alternatif çözüm, aşağıdaki diyagramlarda gösterilmiştir. Figür 4.9, ideal ayrı sinyal dönüş yaklaşımını göstermektedir. Burada, ortak dönüş iletkeni, bağlantıların bir ucunda tek terminal noktasına indirgenmiştir. Figür 4.10, geniş düşük empedansa sahip bir dönüş bus'ı kullanımını göstermektedir. Unutulmamalıdır ki, her bir verici ve alıcının

kendine özel dönüşü mümkün olduğunda düşük empedanslı olmalıdır. Figür 4.11, bir çok vericinin ve alıcının olduğu yerlerde, her bir alıcı ve vericinin, bir kablo çifti alımını sağlamak amacıyla, bileşik bir yaklaşımı gösterir.

Kablodaki etkileşim ve gürültüyü azaltmanın pratik yolları

Gürültüyü azaltmanın birkaç pratik yöntemi bu bölümde incelenecektir. Bunlar, yalıtım etkilerinin sayısal olarak hesaplanması, kablo dizilimi, topraklanması ve dikkat edilmesi gereken belirli sorunlu bölgeler üzerinde yoğunlaşmaktadır.



Figür 4.11
Tek ve ortak sistem dönüşleri bileşik kablolama

Muhafazalı ve bükmeli kablolar

Sinyal kablo çiftlerini bükerek, hem elektrik hem de manyetik alan gürültüsünü hemen hemen önlemek teorik olarak mümkündür (ve böylece koruma gerekliliği de ortadan kalkar). Manyetik etkileşimin azalması, 4-inçlik bir düzlem için, 14'ten (veya foot başına 3 bükme), 1-inçlik bir düzlem için 141'e (veya foot başına 12 bükme) kadar değişebilir.

Bir bakır şeritli kılıf için (%85'lik korumayla), 103 faktörlük bir elektrostatik eşleme azalması sağlanabilirken, bir alüminyum Mylar için 6610 faktörlük bir eşleme azaltımı sağlanabilir. Bu korumalı teller, normalde, manyetik eşleme için etkilidir ve bundan dolayı çiftlerin kılıf içinde de bükülmesi tercih edilir.

Kılıfın sadece bir noktada topraklanması önemlidir, böylece bütün olası toprak döngüleri önenebilir. Bunun anlamı, kılıf zarfının, olası kılıf topraklanmasına karşı bir yalıtım görevi görmesi ve çoklu toprak olasılığını ortadan kaldırmasıdır. Eğer kılıfı, her iki uçta topraklama ihtiyacı varsa, giriş yükseltici ayrıştırması (Figür 4.12'de olduğu gibi) ve optik yalıtımlı sinyal kullanımıyla, toprak döngüleri engellenir (Figür 4.13)

Kablo aralığı

Normalde, pek çok farklı kablolama sisteminin olduğu bir alanda, bütün kabloları, etkileşime duyarlılıklarına göre sınıflandırmak ve bu grupları aşağıda gösterildiği gibi düzenli bir şekilde gruplamak için bir sistem geliştirilmiştir.

Kablolama düzeyleri ve sınıfları

Dört temel kablolama düzeyi veya sınıfı vardır. Bu sınıf veya düzeyler, her bir düzey için tanımlanmış tipik sinyal seviyeleriyle birlikte aşağıda listelenmiştir.

DÜZEY 1- Yüksek Duyarlılık

- 50 V'den daha az analog sinyaller ve 15V'dan daha az dijital sinyaller.
- Yüksek duyarlı aletlere ortak dönüşler
- Ortak bağ kontrolü (CCT)
- Hassas analog donanımı besleyen DC güç kaynağı busları
- Hassas analog donanımı ile ilgili parçalara bağlanmış tüm kablolar (örneğin: gerilim ölçerler, ısı çiftler vs.)
- İşlevsel yükseltici sinyalleri
- Güç yükseltici sinyalleri
- Hassas analog donanımı besleyen izolasyon yükselticilerinin çıktıları
- Telefon devreleri
- Hassas dijital donanımı besleyen mantık busları
- Dijital donanımı ile ilgili tüm sinyal telleri

DÜZEY 2- Orta Duyarlılık

- 50 V'den daha büyük analog sinyalleri ve anahtarlı devreler
- Orta-duyarlı ekipmana olan ortak dönüşler
- Dijital röle, ışık ve giriş tamponlarını besleyen DC bus'u
- Giriş sinyal koşullu tamponlara bağlı tüm teller
- 50V'den daha az bir güçle çalışan ışık ve röleler
- Analog takometre sinyalleri

DÜZEY 3- Düşük Duyarlılık

- 50 V'den daha fazla değişen sinyaller, 50V'den daha fazla analog sinyalleri, 20 A'den daha az akımlı 50 V'lik regülatör sinyalleri, 20A'dan daha az AC besleyicileri
- Sigortalı kontrol bus 50-250 V DC
- 50 V'den fazla gösterge ışıkları
- 50-250 V DC röle ve kontakt sargıları
- 20 A'dan daha az sigorta teli
- 20 A'dan daha az makine alanları
- Statik ana referans güç kaynağı
- Makine armatürü voltaj geri beslemesi
- Makine toprak-saptama devreleri
- İndüksiyon için paralel-hat sinyalleri
- 20A'dan daha az tüm AC besleyiciler
- Uygunluk çıkışlar, arka panel ışıklandırması
- Kaydedici ölçer tablo sürücüler
- Tristör alan tetikleyici AC güç girişı ve 20A'dan daha az DC çıkışı

DÜZEY 4- Güç

- 20-800 A akımlık 0-1000 V'luk AC ve DC busları
- Motor armatür devreleri
- Jeneratör armatür devreleri
- Tristör AC güç girişı ve DC çıkışı
- 5kVA üzeri transformatörlerin primer ve sekonderleri
- Tristör alan tetikleyici AC güç girişı ve 20A'dan daha fazla akımlık DC çıkışı
- Statik tetikleyici (regülasyonlu veya regülasyonsuz) AC güç girişı ve DC çıkışı
- 250 V saha veri yolu
- 20 A'dan daha fazla makine alanları

Sınıf kodları

Bir düzey içinde, belirli yüksek nitelikli kablo kullanımını gerektiren durumlar ortaya çıkabilir. Fa-

kat, yüksek nitelikli kablo kullanımı, tekrar gruplamaya izin vermez. Aşağıdakine benzer bir sınıf kodlama sistemi, her düzeydeki koşulları tanımlayabilir.

A analog girişleri, çıkışları

B darbe girişleri

C kontakt ve kontakt kesici girişler

D ondalık anahtarlı girişler

E çıktı veri hatları

F gösterge ışıkları, kontakt çıkışları

G mantık giriş tamponları

S özel düzeylere yönelik işlem, elektrik tel borularının ve tablaların özel aralıklandırmasını gerektirebilir. Örneğin, düzeltici alan ve hat resistörlerinden gelen sinyaller veya paralel hatlardan regülatörlere giden sinyaller veya 1000V veya 800A' den fazla güç gerektiren sinyaller.

U 600 V DC'den büyük sigortalanmamış edilmemiş yüksek voltaj potansiyeli

Tabla aralığı

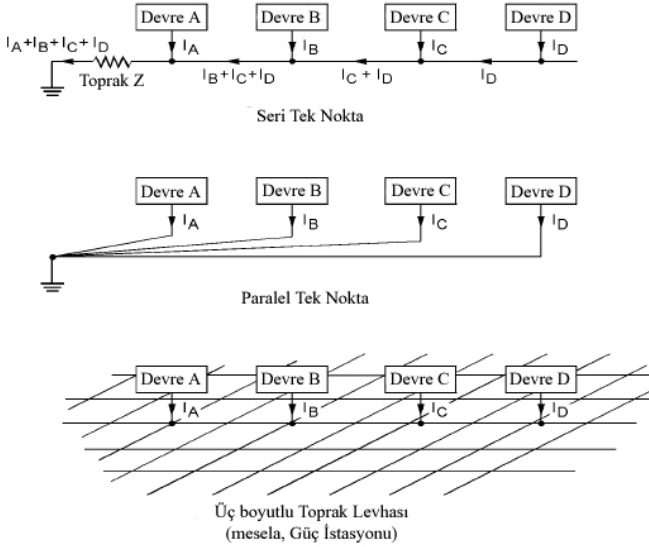
Tablolar aşağıda verilmiştir. Tablo 4.1, bir tablanın tepesiyle, üstündeki tablanın tabanı veya bitişik tablaların yüzeyleri arasındaki uzaklığı, inç cinsinden gösterir.

Topraklama ve toprak gereklilikleri

Toprak, ekipmandaki tüm sinyaller için, 0 potansiyeye sahip ortak bir referans noktası olarak tanımlanır. 100 Mhz'in altındaki sinyaller için, tek noktada topraklama prensibi optimum bir çözümdür.

Etkili bir topraklama sistemi kurarken iki temel gereksinim:

- Farklı devreler arasında, empedans eşleşmesinin etkilerini minimuma indirmek (yani, farklı akım sinyalleri, ortak bir empedanstan geçtiği takdirde)
- Toprak döngüsü oluşmadığından emin olmak (örneğin, kablonun perdesini 2 ayrı noktadan toprağa bağlamayın.)



Figür 4.14
Çeşitli topraklama konfigürasyonları

Olası üç topraklama sistemi vardır. Bunlar Figür 4.14'de gösterilmiştir. Seri tek nokta konfigürasyonu, en yaygın kullanılan topraklama yöntemidir, diğer yandan paralel tek nokta konfigürasyonu, her bir devre için farklı topraklama söz konusu olduğunda tercih edilir. Genellikle, topraklama uygulama yönünden dört sınıfa ayrılır:

- Güvenlik ya da güç topraklaması
- Düşük seviye sinyal (ya da telekomünikasyon/enstrümantasyon) topraklama
- Yüksek seviye sinyal (motor kontrolü) topraklama
- Kurulum topraklaması

Üzerinde durulması gereken özel hususlar

- Elektrostatik alan eşlemesini azaltmak için. kablo kılıfını, daima, tek bir noktaya bağlayın.
- Bükmeli çift sinyal uçları, daha az indüktif gürültüye sebep oldukları için, tercih edilir.
- Bütün kabloların (bunlar sinyal veri kabloları da olsa) birbirlerini dik kestiğinden emin olun.
- Çoklu iletken kablo, ortak bir elektrostatik kılıfa sahip olmalıdır.
- Bozucu manyetik alanların birbirini yok etmesi için, yüksek güç kablolarını, olabildiğince birbirlerine yakın tutun.

- Kullanılmayan tüm tel ve kılıfları, kablunun bir ucundan sonlandırın.
- Bütün elektrostatik kılıfları, sadece bir noktadan keserek sonlandırın.
- Bir uçları sonlandırıldıktan sonra, elektrostatik kılıfların bütün noktalarının topraktan izolasyonunun sağlandığından emin olun
- Bağlantı kutularında, sinyal kabloları süreksiz de olsa, kılıf sürekliliğinin korunduğundan emin olun.
- Sinyal kablolarının yüksek gürültü alanlarından uzak durduğundan emin olun.
- Benzer voltaj değerine sahip iki sinyal kablosunun elektriksel olarak birbirlerini etkilenmeyeceklerini düşünmeyin.
- Tüm toprakları ortak bir toprağa bağlamak çok önemlidir, böylelikle herhangi ciddi bir topraklama hatası (veya şimşek çaktığında) olduğunda, bütün noktalar aynı potansiyele çıkarılır ve kimse çarpılmaz.

Kablo tipleri

Genel kablo karakteristikleri

Bakır iletişim kablolarından optimum performans elde etmek için, uygulamaya yönelik doğru tip ve büyüklükte kablo seçilmelidir. Tel büyüklüğü, uygulamanın akım taşıma gereksinimlerini yansıtmalıdır. Diğer yandan, voltaj değeri, devrenin tanımlanmış voltaj değerine eşit veya fazla olmalıdır. Kablunun mekanik gücü, kablunun kurulumu ve operasyonu sırasında oluşacak ezilmelere karşı, belirtilmelidir (ve sonlandırma esnasında zarar görmemelidir). Kablo gücü, bir kılıfa birden fazla iletken gruplayarak arttırılabilir.

Seçilen kablunun tip ve özelliği, sistem elemanlarının gürültüye karşı duyarlılığını ve veri hızı kriterlerini yansıtmaması gerekir (not: sistem bileşenlerine dair özel gürültü bilgileri, ekipman üreticisi veya sağlayıcısı tarafından sağlanabilir).

İletişim sistemlerinde kullanılan pek çok tipte kablo arasında, en yaygın kullanılanlar; ikili tel açık düzen, bükmeli kablo çifti, koaksiyal ve fiber optik kablolardır. Bütün bu kablo tipleri, farklı sinyal ve mekanik özellikler, kurulum uygunluğu ve maliyetine sahiptir.

Açık tel, bükmeli çift ve koaksiyal kablolar, bakır iletken ve kalıptan çıkarılmış plastik yalıtımıyla üretilir. Bu yapı, mekanik esneklik ve kurulum kolaylığı ve düşük maliyet gibi önemli elektriksel özellikleri birleştirir. Fiber optik kablo, teknolojik olarak yukarıda anlatılan tiplerden farklıdır ve cam fiberden geçen ışık demetlerini kullanır. Bu konuya bu bölümde, daha sonra tekrar değinilecektir. Alüminyum iletkenler, yüksek dirençleri ve az esnekliğe sahip olmaları gibi diğer fiziksel yetersizliklerinden dolayı, veri iletişim kablolarında çok nadir kullanılırlar.

Bakır kabloların resistansı, iletkenin ara kesit alanı (mm^2) ve kablo uzunluğuna bağlıdır. Kablonun kalın olması, daha az resistans, daha az sinyal voltaj gerilimi ve fazla ısınma olmaksızın daha fazla akım taşımasını sağlar.

Sinyal voltaj gerilimi ($V_{\text{gerilim}} = I * R$) şunlara bağlıdır;

- Telden geçen akım- alıcı giriş ve verici çıkış empedansına bağlıdır
- İletken direnci – tel ebatı ve uzunluğuna bağlıdır.

DC voltaj ve düşük frekansa sahip sinyaller için, iletken resistansı düşünülmesi gereken tek özelliktir. Kablo üzerindeki voltaj gerilimi, alıcı tarafındaki sinyal voltajının büyüklüğünü etkiler ve gürültü olması durumunda, sinyal-gürültü oranını ve alınan sesin kalitesini etkiler.

Frekans (veya veri transfer hızı) arttıkça, kablonun diğer özellikleri (kapasitans, seri indüktansı) önem kazanır. İndüktans ve kapasitans, kablonun nasıl yapıldığına, kullanılan bakır kalitesine, kullanılan kılıf sayısına ve kalınlığına, kablodaki fiber sayısına ve kullanılan yalıtım maddesi tipine bağlı faktörlerdir.

Resistans, kapasitans ve indüktans, kablo uzunluğu boyunca dağıtılmıştır ve yüksek frekanslarda alçak-geçirgen filtre etkisi gösterir. Bir kablonun, eşdeğer elektriksel devresi, kablo uzunluğu boyunca dağıtılmış bu parametrelerle birlikte, Figür 4.15'de gösterilmiştir.

Veri iletişiminde, doğru bir performans elde etmek için, uygulamada doğru tip ve büyüklükte kablolar seçilmelidir.

Aşağıdaki genel kurallar, iyi yüksek frekans performansı gösteren bazı yeni bükmeli kablo çifti tipleri olmasına rağmen, birçok veri uygulamasına yöneliktir.

- Düşük veri transfer hızı düşük frekanslı kablo tipleri (örneğin, bükmeli kablo çifti)
- Yüksek veri transfer hızı yüksek frekanslı kablo tipleri (örneğin, koaksiyal kablolar, optik fiber yada yüksek kaliteli bükmeli kablo çifti veri kabloları)
- Yüksek gürültü kabloları kılıflı bakır veya optik fiber

Kablo seçerken düşünülmesi gereken bir diğer husus, kablonun dış yalıtımı ve korumasıdır. Örneğin, bir kablonun aşağıdaki opsiyonlara sahip olabilir:

- Kablonun etrafına, nem girişini engellemek için (nem, plastiğin içinden bir süre sonra geçer) ve ekstra koruma sağlamak için plastik yalıtımın altına ince alüminyum şerit örtülür.
- Aşırı ısı, ateş ve mekanik hasar gibi, koruma gerektiren dış ortamlar için çelik ile kaplanır.
- Nem koruması için petrol jeli ile doldurulur.

- Kemirgenlere karşı ve boru içinde kolayca kurulabilsin diye, kaygan bir örtü sağlamak için dışı naylon ile kaplanır.
- Havalandırması olmayan alanlarda, kurulum için toksik olmayan yalıtım ile yapılmış plenyum kablolar (yangında, zehirli gaz çıkarmaz).

İki telli açık hatlar

İki telli açık kablolar, her biri birbirinden yalıtılmış ve boşlukta birbirlerinden ayrılmış bakır kablo iletiminin, en basit formudur. Dijital iletişim, 50 m aralığı ve 19 kbps iletim hızıyla kısıtlıdır ve yapay gürültüye karşı duyarlıdır. Eğer bir analog modülasyon düzeni kullanılırsa (frekans kaydırma gibi), kutuplandırılmış açık kablo sistemleri ile, birkaç yüz kilometrelik bir mesafede iletim mümkün olabilecektir. 9600 baud'a kadar olan hızlar genellikle mümkündür ama yine de gürültüye karşı hassastırlar.

Bükmeli kablo çifti

Bükmeli kablo çiftleri, veri iletimindeki en ekonomik çözümdür ve 300 m'lik iletişim bağı için, 1 Mbps'a kadar çıkan transfer hızına olanak tanır (daha düşük mesafelerde daha düşük veri transfer hızı). Bazı yeni bükmeli kablo çifti tipleri (mesela, Twistlan), 10 Mbps'a kadar iletim sağlar. Bükmeli çiftler, STP (örtülü bükmeli çift) veya UTP (örtüsüz bükmeli çift) formunda olabilir.

Bükmeli çiftler üzerinde, fabrika ortamında 100/200 Mbit/s'a varan hızlarda başarılı testler uygulanmıştır. Önümüzdeki bir kaç yılda 500 Mbit/s'lık sistemlerin, ticari olarak pazara sunulması bekleniyor. Ayrıca çok kısa mesafelerde 1 Gbps hızda başarılı laboratuvar denemeleri yapıldığı rapor edilmiştir.

Bükmeli çiftler, genellikle, metre başına 40 bükme (foot başına 12 çapraz) olmak üzere metre başına belli sayıda bükülmüş iki eşdeğer yalıtılmış iletkenden oluşmaktadır. Teller, elektromanyetik ve elektrostatik indüksiyon etkisini azaltmak için bükülür. Elektrostatik (kapasitif) etkili gürültüyü azaltmak için, genelde etraflarına toprak veya kılıf sarılır. Mekanik koruma için, yalıtıcı PVC kaplama sağlanmıştır. İletkenin kesit alanı IR kaybını etkiler, bu yüzden uzun mesafeler için kalın iletkenlerin kullanılması önerilir. Bükmeli çiftlerin kapasitansları, 10-50 pf/ft gibi küçük değerlerdir ve mantıklı bir bant genişliği ve ulaşılabilir bir savurma (:slew) hızı kabul eder.

Dengeli diferansiyel iletimi kullanan, tam-dupleks dijital sistemler için, bir kabloda, iki küme perdeli bükmeli çift gerekir. Bükmeli çiftlerin her biri perdelenmeli ve oluşturulan kümelerde perdelenmelidir. En üstede, koruyucu PVC kaplama yerleştirilmelidir.

Bükmeli kablo çiftlerinin, 70'li ve 80'li yıllarda, iletişim uygulamalarında artan kullanımı yüzünden, EIA, örtüsüz bükmeli kablolar (UTP) için yapısal bir kablolama sistemi geliştirilmiştir.

Bu yapı, 100Mbit/s'a varan veri iletişim uygulamalarında UTP kablolarının seçimi ve kurulumu için birkaç standart ve kural getirmiştir.

Bu yapı,UTP'yi beş uygulama kategorisine ayırır. Bunlar aşağıda listelenmiştir.

- Kategori 1 UTP – düşük hızlı veri ve analog ses
- Kategori 2 UTP – ISDN veri
- Kategori 3 UTP – yüksek hızlı veri ve LAN
- Kategori 4 UTP – Genişletilmiş LAN menzili
- Kategori 5 UTP – Genişletilmiş LAN frekansı

Aşağıdaki tablo kategori 3,4 ve 5 UTP'lerle kullanılan, kablo ve konnektörler için tanımlanmış elektriksel özellikleri içerir.

Yerel kablolamanın, bina ve ekipman iskeletine bağlantı noktası, ana dağıtım şebekesinde (MDF) veya orta dağıtım panelinde (IDF) bulunmaktadır.

Modemlere, telemetri birimlerine ve bilgisayar ekipmanlarına veri bağlantılarını yaparken çekilebilir multi iletken konnektörlerin kullanımı yaygındır. (örneğin, 7-pinli, 15-pinli, 25-pinli, 37-pinli, 50-pinli vs). Bu konnektörler, genellikle şu şekilde sınıflandırılırlar:

- Konnektör tipi, yapı ve özellikleri
- İlgili pin ve bağlantı sayısı
- Cinsiyet (erkek ya da dişi)
- Bağlama (soket ya da priz)

Örneğin, iyi bilinen DB-25 SM konnektörü, D-tipi, 25-pin soketli, erkek (pinleriyle birlikte) bir konnektörün özelliklerini belirtir.

IBM, Hewlett Packard, Wang, Apple vs gibi bilgisayar üreticileri veya çeşitli printer, radyo malzemesi, modem, enstrümantasyon ve tetikleyici üreticileri tarafından kullanılan birçok farklı tipte konnektör mevcuttur. Aşağıdakiler, bazı popüler konnektörlerden seçmelerdir:

- DB-9, DB-15, DB-25, DB-37, DB-50
- Amphenol 24-pin
- Centronics 36-pin
- Telco 50-pin

- Berg 50-pin
- RJ-11 4-tel
- RJ-11 6-tel
- RJ-45 8-tel
- DEC MMJ
- M/34 (CC,TTV.35)
- M/50

Yaygın olarak kullanılan DIC-tipi konnektörler (Alman/İsveç), IEC tipi konnektörler (Avrupa/Fransız), BS tipi konnektörler (İngiliz) ve bir çok audio, video ve bilgisayar uygulamalarında kullanılan konnektörler de bulunmaktadır. Bütün bu konnektörlerle beraber, kullanılan malzemenin uyumluluğu ana gerekliliktir. Uygun tip konnektörler, genellikle, üreticinin spesifikasyonlarında tavsiye edilir.

DB-9, DB-25 ve DB-37 konnektörleri, RS-232, RS-422 ve RS-485 gibi EIA standartlı arayüzlerle beraber, veri iletişim uygulamalarında yaygın olarak kullanılırlar. Çok prizli veri iletişimi için arayüz standartları, RS-422 ve RS-485, herhangi bir fiziksel konnektör belirtmez. Bu standartlara uygun ekipman satan üretici, her çeşit konnektör kullanabilir ama DB-9, DB-25 (RS-530 için pin atamaları), DB-37 (RS-449 için pin atamaları) ve bazı vidalı uçlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek hızlı veri iletiminde yaygın olarak kullanılan bir diğer konnektör de CCITT V.35 34-pin konnektörüdür.

Koaksiyal kablolar

Koaksiyal kablolar, yine bu seriden çıkan, *Endüstriye Dönük Uygulamalı Radyo Mühendisliği ve Telemetry* kitabında detaylı biçimde anlatılmıştır.

Fiber optikler

Fiber optik kabloların veri iletim yetenekleri, iletim hızını saniyede gigabitlere çıkarmakta ve veri iletişiminde geleceğin bütün gereksinimlerini karşılamaktadırlar. Daha şimdiden yaklaşık olarak 2,5 Gbps'ta çalışan kurulu sistemler bulunmaktadır. 5 Gbps'a kadar çalışan ticari sistemler yavaş yavaş piyasaya arz edilmektedir.

Fiber optik kablolar, dijital sinyallerin iletimi için tasarlanmıştır, bu yüzden analog sinyaller için uygun değildir. Fiber optik kablolar, genellikle, koaksiyal kablolarla göre ucuz olmalarına rağmen (maliyet başına düşen veri kapasitesine göre karşılaştırdıklarında), fiber optik kabloları, daha karmaşık sonlandırma ve bağlama metodlarıyla, verici ve alıcı ekipmanları yüzünden, veri iletişiminde en pahalı sistem olarak göze çarpar. 1980'lerden beri bu kabloların maliyeti yarıya

inmiştir ve zamanla daha ekonomik hale gelmektedir. Son on yılda, fiber optik teknolojisinin maliyetinin karşılanabilir düzeye erişmesi dikkat çekicidir ve maliyetindeki azalma eğilimi, gelecekte de devam edecektir.

Fiber optik kabloların temel yararları:

- İnanılmaz büyük bant genişliği (daha büyük taşıma kapasitesi)
- Düşük sinyal zayıflaması (daha büyük hız ve menzil karakteristikleri)
- Doğal sinyal güvenliği
- Düşük hata oranı
- Gürültüye karşı bağımsızlık (EMI ve RFI sızdırmaz)
- Taşıma kolaylığı (daha hafif ve daha küçük)
- Uçlar arasında tam galvanik yalıtım (hiç iletken yol yok)
- Tehlikeli alanlarda kullanımı güvenli
- Diyafoni gerçekleşmez

Çalışma prensibi

Fiber optik kabloların iletişim prensibi, ışığın farklı ortamlardan farklı hızlarda geçmesidir (radyo dalgaları için de aynı durum söz konusudur). Işık, yoğunluğu olan bir ortamdan, farklı bir yoğunluğu olan başka bir ortama geçerken yön değiştirir. Bu olay, kırılma olarak bilinir.

Işığın bir ortamdaki verimliliğini mutlak referansa oranlayarak göstermek mümkündür; bu referans, ışığın boşluktaki hızıdır ($3 \cdot 10^8$ m). Bu oran, kırılma indisi olarak bilinir ve şu şekilde hesaplanır:

$$n_1 = \frac{C_v}{C_1}$$

Burada:

C_v = Işığın boşluktaki hızı (m/s)

C_1 = Işığın diğer ortamdaki hızı (m/s)

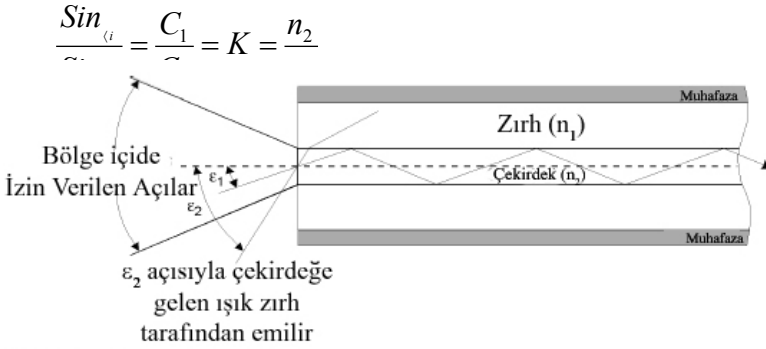
n_1 = Diğer ortamın kırılma indisi.

Tipik bir fiber optik ortamda, ışık yaklaşık olarak $2 \cdot 10^8$ m/s hızla ilerler. Buna göre kırılma indisi;

$$n_1 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} : 2 \cdot 10^8 \text{ m/s} \\ = 1.5$$

Optik ortamın, 1,5 kırılma indisi olduğu söylenir.

Fiber optikler, Willbrod Snell kuralıyla açıklanabilir. Bu kurala göre, gelen ışığın açısının sinüsünün, kırılan ışığın açısının sinüsüne oranı (\sin_i/\sin_r) ışığın iki ortamdaki hızının oranına eşittir (C_1/C_2). Bu bir sabite (K) eşittir ve bu sabit, 2. ortamın kırılma indisinin, 1. ortamın kırılma indisine oranıdır (n_2/n_1). Formül aşağıda görülmektedir:



Figür 4.16
Optik fiber prensipleri

Fiber optik kablolar, saf optik camdan oluşan bir çekirdek ve onu çevreleyen optik bir örtüden oluşturulur. Çekirdek ve örtü, kırılma indisleri farklı olsun diye maddelerle karıştırılır. Figür 4.16 ve 4.17, optik fiberlerin basit yapısını gösterir. Bu yapı prensip olarak çekirdeğinin ışık darbelerine yol göstermesini sağlar.

Çekirdek ve örtünün kırıcı indisleri farklı oldukları için, ışığın çekirdeğe kabul edilebilir bir açıda gelmesi, ışığın örtünün arkasına geçip kaybolmamasını sağlar. Kabul açıları, ışığın kablo içinde ilerleyebileceği açılarıdır. Eğer ışık bu açıdan daha büyük bir açıyla gelirse örtüden yansımaz ve kaybolur.

Fiber optikler, bu yüzden, ışık kaynağının yarattığı ışık darbelerine bir kanal (dalga kılavuzu) görevi görürler. Işık kaynağı, tipik olarak 0.85, 1.2 veya 1.5 μm dalga boyunda çalışan enjeksiyon lazer diodu (ILD) veya LED'dir. Fiber optik, kararlılığı ve kolay tanımlamayı sağlayan renkli koruyucu bir örtüyle kaplanmıştır.

İlerleme modları

Fiber tipleri, genellikle, yayılma modları adında, fiber çekirdeğinin içinde ışığın birkaç yolu izlemesiyle tanımlanır. Işığın fiber optik içinde yayılmasının iki temel modu vardır ve bu iki mod, fiberle-

rin iki temel yapı oluşumu sağlar (çok modlu ve tek modlu).

Çok modlu fiberler, tek modlu fiberlerin üretiminden daha ucuzdur. Ana çekirdekleri, tipik olarak taşıdıkları ışık sinyalinin dalga boyundan 50 kat daha büyüktür. LED iletici ışık kaynağı, genellikle, bu tip fiberler için kullanılır ve böylece ILD'ye göre daha az kesinliğe sahiptirler.

Çok modlu fiber geniş açıklığı ve LED vericisi sayesinde, ışık, alıcıya çoklu yollarla (çok modlu) ulaşır. Bu durum, Figür 4.18'de gösterilmektedir.

Işık bu yüzden ana çekirdeğin kenarlarına çarpıp yansarak, fiberin iki ucu arasında birçok yol izler. Sonuç olarak gönderen uçtaki orijinal darbeler, alıcı ucunda bozulmalara uğrarlar çünkü ışık yolları faz farkıyla ve farklı zamanlarda orijinal darbe şeklini yayararak ulaşırlar.

Bu sorun, hız arttıkça daha da kötüleşir. Bu etki modsal dağılma olarak bilinir. Bu etki sonucunda, semboller arası etkileşim olayı görülür.

Bu yüzden, çok modlu fiberler, sınırlı bir maksimum veri hızına (bant genişliği) sahiptir, çünkü alıcı, darbe sinyalleri arasında, sadece, yavaş veri hızındaki darbeleri ayırt edebilir. Kısa mesafedeki yavaş veri hızları için çok modlu fiber kullanımı yeterli bir çözümdür. Çok modlu sistemlerde 2-300 Mbit/s'lara varan hızlar mevcuttur.

Çok modlu fiberler ile ilgili göz önünde bulundurulması gereken bir diğer faktör de, fiber indisidir (çekirdeğe, katkı malzemelerinin nasıl eklendiği). Kablo, ya dereceli indis (daha pahalı fakat daha iyi performans) ya da basamak indis (daha ucuz) olabilir. Figür 4.19'a bakınız. Kullanılan indis tipi, ışık dalgalarının, fiber duvarlarından yansımaları ya da geri döndüğü yolu etkiler. Dereceli indis çekirdekleri, alıcıya ulaştıklarında, modlar üzerinde odaklanır ve sonuç olarak, fiberlerin izin verilen veri hızını geliştirirler.

Çok modlu fiberlerin çekirdek çapları, tipik olarak 50 ile 100 mikrometre arasında değişmektedir. Çok yaygın olarak kullanılan iki çekirdek çapı, 50 ve 62.5 μm 'dir.

Tek modlu veya tek mod fiberlerin üretimi pahalı ve güçtür. Işığın, en az yansımayla iletimini sağlayan tek bir yol veya modu kabul eder. Tipik olarak, ILD'ler, ışık kaynağı olarak kullanılır.

Tek modlu fiberler büyük dağılma veya çakışma sorunlarına sebep olmaz ve uzun mesafelerde yüksek veri iletim hızına sahiptir. Bu fiberler, çok modlu fiberlere nazaran daha incedir ve çapları yaklaşık 5 ila 10 μm 'dir.

Kaynaktan çıkan ışın, güçlü olmalı ve herhangi bir uyumsuzluğu yenebilmek için daha kararlı bir yapıda bulunmalıdır (ILD'lerin kullanımından dolayı). İnce tek modlu fiberlere kaynak yapılırken ve uçları sonlandırılırken, bazı zorunluluklar vardır çünkü bunların kurulumu çok pahalı ve bunlarla çalışması çok zordur.

Tipik bir tek modlu kurulum uygulaması, telefon şirketleri tarafından kullanılan yüksek kapasiteli

hatlardır. Bu hatlardaki trafik yoğunluğu, geniş bant genişliğini zorunlu kılar.

Kablo spesifikasyonları

Fiber optikler çaplarına göre ayrılırlar. 50/150 olarak belirtilmiş bir fiber, 50 mikrometrelik bir çekirdek ve 150 mikrometre çaplı bir kılıf anlamına gelir. En popüler çok modlu fiber büyüklükleri; Avrupa'da 50/125, Avustralya ve ABD'de ise 62,5/125'dir. Dış kılıf olarak adlandırılan bir başka tabaka da, aşınma ve çoka karşı harici bir koruma sağlar. Kılıf çapları 200'den 1000 mikrometreye kadar değişebilir. Çoğu zaman, kablo özellikleri kılıf çaplarını içerir, mesela, 50/150/250.

Ayrıca mekanik bir koruma sağlamak için, fiber, genellikle kabloya kalınlık ve ağırlık veren, bol ama sert bir dış kılıfa yerleştirilir. Bir kaç farklı çapa sahip fiberin biraraya getirilmesiyle yapılan kablolar en çok kullanılan fiberlerdir. Kablonun dışındaki sonuncu kılıf ve koruyucular, uygulamaya ve kablonun nerede kullanılacağına bağlıdır. En güçlü eleman, uzun süreli dayanıklılık sağlaması için, genellikle, kablonun merkezine yerleştirilir. Bu, kablonun bir boru içinden çekilmesini veya fiberlerin zarar görmesine engelleyecek biçimde bir güç kutbuna asılmasını sağlar. Gerilim elemanı genellikle çelik veya daha çok kullanılan Kevlar'dır. Endüstriyel ve madencilik uygulamalarında, fiber çekirdekleri, büyük madencilik, istifleme veya düzeltme ekipmanları için diğer amaçlar için kullanılan güç kablolarının içine yerleştirilir.

Deneyimler, optik fiberlerin 25 yıllık bir dönemde 2 veya 3 defa kırıldığını gösteriyor. Genellikle, tüm masraflarla (kurulum ve sonlandırma masrafları da dahil) kıyaslandığında kablolardaki ekstra fiber malzemenin maliyeti, çok büyük değildir. Bundan dolayı, gelecekte kullanım için, yedek bir çekirdek belirlemek faydalıdır.

Kablo birleştirme

Fiber optiklerin kullanılmaya başlandığı ilk zamanlarında, bağlama ve sonlandırma işlemleri büyük bir sorun teşkil ediyordu. Bu, büyük ölçüde geliştirilmiştir fakat iletişim sistemlerinin tüm performansını etkileyebilecek sinyal kaybını önlemek için bağlantılar büyük ölçüde dikkat gerektirmektedir.

Fiber optiklerin bağlanmasında 3 temel yöntem kullanılır:

- Mekanik – fiberlerin priz/soket düzenlemelerle takıldığı durumlar.
- Kimyasal – iki fiber ucunun, reçine ile dolu bir hazneye batırıldığı ve sonrasında, yapışkanı sabitlemek için bir fırında ısıtılır.
- Füzyon kaynaklaması – 2 fiber'in ısıyla birbirine kaynak yapıldığı yerler.

Sonlandırma zorluklarının üstesinden gelmek için, fiber optik kablolar, kablo ucunun uygun dışı prize geçmesine izin veren sonlandırma halkasıyla kesilmiş 10,100 veya 1000 m'lik standart uzunlukta tedarik edilebilirler. Bu, fiber optiğe ihtiyaç duyulduğunda bağlanmasını ve bağlantının kesilmesini sağlar. Konnektörün mekanik dizaynı, fiberin sokete tam bir hizalama yapılarak prize

takılarak, düşük bir kayıp oluşturur. Çift taraflı dışı konnektör kullanan bir kanal için benzer bir hat içi konnektör kullanılır.

Bu tip konnektörlerden kaynaklanan kayıp, sigorta eklemi kaybından daha büyük olsa bile, bu anlık bir kayıptır ve özel bir araç veya uygulama gerektirmez. Fakat maalesef, fiberdeki mekanik bir zarar veya planlanmamış bir kırılma, özel araçlar ve tamir ve tekrar kaynaklama uygulamaları gerektirir. Bu problem karşısında, bir başka yol ise çabuk ve kolayca zarar görmüş bölüme bağlanabilecek kullanılmayan standart uzunlukta önceden sonlandırılmış fiberler bulundurmadır. Fiber optikleri sonlandırmak için kullanılan teknikler, bu aktiviteleri basitleştirilebilmesi için, sürekli geliştirilmektedirler .

Kablo sınırlamaları

Diğer taraftan, fiber optik kablo yetersizlikleri aşağıda belirtilmiştir:

- Kaynak ve ekipman gelişinin maliyeti oldukça yüksektir.
- Bir fiber optik kabloyu anahtarlama veya çaprazlama geçiş yapmak zordur, bundan dolayı fiber optik sistemler noktadan noktaya iletişim için daha uygundur.
- Fiberleri bağlamak ve sonlandırmak için kullanılan teknikler (mekanik ve kimyasal) zordur ve tam bir ayarlama gerektirir. Özel malzemelere ve uzmanlaşmış personele ihtiyaç duyar.
- Fiber optik kabloların test edilmesi için gerekli malzemeler farklıdır ve elektronik sinyaller için kullanılan geleneksel metotlardan daha pahalıdır.
- Fiber optik kablolar, neredeyse, sadece ikili dijital sinyaller içindir ve analog sinyaller için pek uygun değildir.

Şahsa özel kablolar

Fabrika ve endüstriyel bölgelerin çoğunda, büyük bir olasılıkla geniş bir iletişim kabloları ağı zaten bulunmaktadır. Bu kablolar yüksek kaliteli bakır veri kabloları, standart ses düzeyinde bükmeli çift bakır kablolar veya fiber optik kablolar olabilir. Bazı bilgisayar yerel ağları, koaksiyal kablolar kullanılabilir.

Eğer telemetri ağları için, kablo ağında yeterli kapasite bulunuyorsa ve eğer RTU'lar varolan kablo sonlandırma noktalarına yakın yerleştirilmişse, telemetri sistemini, diğer kablolarla sistemleri ile birleştirmek daha karlıdır.

Telefon kalitesi kabloları

Standart telefon kalitesinde bükmeli kablo çifti kullanılacağı zaman, genel olarak modemlerin bu kablolarla bağlantıları ve ekipman mevcut olduğunda, RS-422 veya RS-485 standartlarında çalışan

veri alıcı/verici kullanımı gerekir. Bunların çalışabildiği veri hızları, iletim mesafesine, kablonun kalitesine (yaşı) ve kablodaki gürültüye bağlıdır. Genellikle, bu hız, yaklaşık olarak 1 km mesafeye kadar 1000 kpbs ile sınırlandırılmıştır.

Eğer kablo çiftlerinde herhangi bir yetersizlik söz konusu ise, yeni çok çekirdekli bükmeli kablo çifti telefon kabloları devreye girer ve fazla olan çiftler, ekstra telefon, uzaktan kumanda, bilgisayar terminalleri, daha sonra kullanılacak olan telemetri malzemeleri veya diğer ilgisiz uygulamalar için kullanılabilir. Bu durum, yeni telefon kabloları döşemeyi daha uygun bir seçenek haline getirir.

Modemlerin, yerel kablolarına ve RS-422 ve RS-485 standartlarına bağlantılarından, 6. üniteye bahsedilmiştir.

Veri kalitesi bükmeli çift kablolar

Bir fabrikada ya da endüstri alanında, telemetri verisinin iletiminde, veri kalitesinde bükmeli kablo çifti kullanımı daha çok tercih edilse de, genelde, maliyeti, bu kabloları sistemini pratik kılmamaktadır.

Genel olarak, bilgisayar terminalleri için sadece yeterli sayıda veri kalitesinde kablo kullanılmaktadır ve çok az çift artar. Buna rağmen, varsa, bunların iyi değerlendirilmesi tavsiye edilir. Bunlar gürültüye karşı daha az duyarlıdır ve ses kalitesinde daha uzak mesafelere daha hızlı veri taşırlar. RS-422 ve RS-485 standartlı alıcı/verici kullanarak, 300 m'de 500 kpbs veya 1 km'de 200 kpbs veri hızına ulaşılabilir.

Yerel alan şebekeleri (LAN'lar)

Bir bölgede, mevcut LAN içine bazı telemetri RTU'ları bağlanabilir. Şebeke, fiber dağıtımlı veri arayüzü (FDDI) gibi fiber optik kablolarla veya 10 Base F Ethernet standartları veya 10BASE5 Ethernet standardı veya jeton halka standardı gibi bükmeli çift üzerinde çalışıyor olabilir.

RTU'yu şebekeye arayüzlemek için, RTU, telemetri malzemeleriyle bağlantı kurmak için RS-232 bağlantısı olan uygun bir LAN ara kartına ihtiyaç duyacaktır. Bağlantı bir LAN'ın ortam erişim birimi (MAU) üzerinden yapılabilir.

RTU'larda ve ana bölgelerde, şebekeye veri gönderimi ve erişimi için, giriş ve çıkışlara yönelik uygun bir protokol sağlamak adına, uygun bir yazılım kullanılmalıdır.

Kullanılmakta olan bir çok farklı LAN tipi vardır ve şebeke erişimi sağlayan binlerce farklı ürün bulunmaktadır. Eğer bu yaklaşım kabul edilirse, en uygun arayüz için şebeke sağlayıcısına danışılmalıdır.

LAN kullanımının, telemetri sistem kurulumu için uygun bir çözüm olup olmadığını belirlemek için, aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Radyo veya bakır kablo sistemlerine göre LAN ürünleri kullanımı maliyeti.

- Telemetri veri trafiğinin mevcut LAN trafiğine olacak etkisi. Sistemi tamamen çökterebilir ve büyük gecikmelere ve kullanıcının zarar görmesine neden olur (bu, kurulacak telemetri sisteminin büyüklüğüne ve LAN'daki mevcut veri kapasitesine bağlıdır).
- LAN'a erişim için, maksimum bekleme süresine göre, telemetri sisteminin minimum erişim süresi. Bazı LAN'ların ağır trafik periyotları süresince, uzun veya orta bekleme süreleri vardır.
- Bütün RTU'lar, LAN kablolarına çok yakın olmak durumundadır.
- Eğer RTUlar mevcut kablolardan çok uzaksa, LAN kablolarını uzatmak için gerekli olan maliyet (köprüler dahil).

Çoklayıcılar (bant genişliği yönetimi)

Bazı özel RTU'lara erişim için, bir fabrika veya endüstri alanında kullanılan bir veri iletişim şebekesi sisteminin bant genişliği yönetiminde kullanılan mevcut bir istatistiksel çoklayıcı üzerindeki veri kanalını kullanmak, daha uygun olabilir. Bunların kurulumu, göreceli olarak basittir. RTU'lar ve ana cihazla uyumlu arayüzü olan çoklayıcılar için (eğer henüz kurulmamışlarsa) devre kartları alınır. Bunlar, genellikle hızları 19.2 kpbs'ye kadar çıkan RS-232'lerdir. 64 kpbs'ye kadar çıkabilen hızlar da mevcuttur. Bu tip kurulumlarda, herhangi bir tepki zamanlama problemi bulunmamaktadır fakat bir alanda bu şekilde kurulan az sayıda çoklayıcı vardır.

Figür 4.21, bütün RTU'lara erişim için, bir LAN'dan faydalanarak, istatistiksel çoklayıcı ve veri ve ses kabloları kurulum örneği gösteriyor.

Mevcut bakır kabloların değerlendirilmesi

Mevcut bakır kabloların üzerinde, bir telemetri sistemi kurarken, ilk aşama, bu kabloların yerini belirlemektir. Kullanılabilecek bir yöntem, nasıl çalışacaklarına görmek için hatların üzerine bir çift kullanılacak telemetri ünitesi koymak ve bunları 24 saat boyunca gözlemlemektir. Bu, genellikle tavsiye edilmez çünkü her ne kadar bu telemetri üniteleri tatmin edici düzeyde çalışsa da, verinin bozulmaya başladığı noktaya çok yakın çalışabilirler ve hafifçe azaltılmış ayarlı toleransta ek iki ünite daha bulunduğu (ya da hava koşulları değiştiğinde) sistem bozulabilir. Ayrıca, bu, kablo bağlantılarının kesin durumunu vermez.

Kablonun durumunu değerlendirmek için, iyi bir metodolojide, iki ölçüme ihtiyaç vardır. İlk olarak, terminal hattı ile ölçülecek gürültü düzeyi arasına bir gürültü ve sapma ölçer koyulmalıdır. Daha sonra, veri, telemetri ünitesinden kablonun, en uç kısmına gönderilmeli ve düzey tekrar ölçülmelidir. Bu ölçümlerle sinyal/gürültü oranı hesaplanmalıdır.

Kablo testinin ikinci kısmı, geri döngü modundaki hat üstüne, bir bit hata hızı test edici yerleştirmeyi ve minimum 30 dakikalık periyotlarla hataların sayısını ölçmeyi kapsar. Testin süresi uzadıkça, elde edilecek sonuç, kablonun durumunu daha iyi yansıtabilir.

Bu testler, fabrikanın ya da endüstriyel sahanın normal çalışma koşullarında uygulanmalıdır böylece tüm ilgili gürültü ve etkileşim bulunacaktır.

Normalde, bakır kablolar, yaşlanmadan kaynaklı yüksek gürültü düzeyi göstermeye başladığında bunları onarmak için yapacak çok az şey vardır. Eski bir bağlantı noktası ya da IDF ile ilgili bir sorun olduğunda, harici bir durum sözkonusu olabilir. Bu durumda, bağlantı noktası normal olarak kesilebilir ve değiştirilebilir. Diğer birçok durumda, yeni kablolar gerekecektir.

Umumi şebekenin sağladığı servisler

Bir telemetri sisteminin RTU'ları, bir endüstriyel sahanın mevcut sınırlarının dışında uzanır, genellikle, bunlara ulaşmak için güvenilir iletişime sahip olmak için, yerel telefon şebeke sağlayıcısının iletişim servislerini kiralamak gerekir. Çoğunlukla, bu tek opsiyon olmaktadır çünkü bu, saha görüşlü radyo ya da mikrodalga hattı için çok uzak olabilir ya da dağlar veya binalar tarafından engellenebilir ya da frekans spektrumunun çok yoğun olduğu endüstriyel çevrelerde ve kentlerde, uygun frekansı elde etmede sorunlar çıkabilir.

Temel altyapı ve servis tedarikçilerine, genellikle, taşıyıcı olarak bakılır. Ana taşıyıcıdan büyük blok kapasitelerde satın alan ve bunları, bu kapasiteden daha küçük parçalar halinde tekrar satan oldukça fazla sayıda küçük tedarikçi vardır. Bunlar, genellikle, veri servisleridir ve sadece merkezi iş çevrelerinde bulunurlar.

IDC, gereken servise karar verdiğinizde, sizin master ve RTU lokasyonlarınıza hizmet sağlayabilecek durumda olup olmadığını belirlemek için, birçok taşıyıcı ve tedarikçi ile görüşmeniz fayda olacağını önerir.

Taşıyıcıların telefon şebekelerine, genellikle, umumi santral telefon şebekesi ya da sadece PSTN olarak bakılır. Veri şebekelerine, umumi santral telefon şebekesi ya da sadece PSDN olarak bakılır.

Daha küçük taşıyıcı ile sağlanan servisler, daha büyük taşıyıcı ile sağlanan ile temelde aynı teknolojiyi kullanır. Bu bölümde, büyük taşıyıcıların sağladığı tipik teknolojiler incelenecektir. Bilgi, daha sonra doğrudan diğer şirketlerin servislerine uygulanabilir. Çoğu zaman, farklı şirketlerdeki servislerin tek fark, servis için kullanılan pazarlama ismidir ve personel servisinin düzeyi ve şirket tarafından sağlanan bakımdır.

Aşağıdaki bölümler, ilk olarak mevcut analog servisler ve daha sonra çeşitli mevcut dijital servisleri inceleyecektir.

Santral şebekeli telefon servisleri

Genel

Telemetri için kullanılacak en genel PSTN bağlantısı, her evde bulunan standart telefon bağlan-

tısıdır.

Bu bağlantı tipi için, telemetri sistemi, bir alarm olduğunda ya da RTU'nun durumunda bir değişiklik olduğunda, RTU'nun ana istasyonu otomatik olarak çevireceği bir istisna-raporlama bazında çalışabilir. Standart bir telefon hattındaki diğer çalışma yöntemi, ana istasyonun RTU'yu ve RTU'nun ana istasyonu önceden belirlenmiş bir aralıkta çevireceği yöntem olabilir.

Standart santralli telefon hattı kullanmak, telemetri uygulamalarını, kritik olmayan uygulamalarla sınırlandırır. RTU ile sürekli temasta bulunmadığı için, RTU bozulduğunda, ana istasyon sahası, bu RTU'yu çevirene kadar, bu arıza farkedilmez. Alarmin çalması ile ana istasyonun cevap vermesine kadar geçen zaman gecikmesi de vardır. Eğer ana istasyonun hattı çok meşgulse, bağlantı kurmak için çok sayıda arama gerekebilir. Santralli hattı kullanmanın avantajları şunlardır:

- Birçok kentsel yerde ve bazı kırsal kesimde (populasyon yoğunluğuna bağlı olarak) telefon hattına ulaşım kolaydır.
- Kolay ve çabuk tesis edilir
- Hatlara bağlantı için ucuz modem seçeneği fazladır
- İlgili maliyet, ilk kurulum maliyetidir, bundan sonra yıllık kira maliyeti ve arama maliyetleridir. Diğer servislere oranla, bu masraflar oldukça azdır.

Bunun, aktarmalı bir servis olduğuna dikkat edilmelidir. Yani, aramayı bir santral makinesi (bir branş değişimi) üzerinden gönderir ve hattı kısıtlı bir zaman dilimi (bir telefon aramasının istatistiksel ortalama süresi üç dakikadır) boyunca tutmak için dizayn edilmiştir. Arama, röle serileri ya da elektronik santral ile gidebilir.

Arama maliyetinin zaman bazlı olmadığı fakat arama bazlı olduğu ülkelerde, kullanıcı bir RTU çevirmeyi denemiş ve daha sonra, daha pahalıya tahsis edilmiş bağlantının kira maliyetinden kaçınmak için kalıcı iletişim için bağlantı olarak hattı açık bırakmıştır. Bu mümkün olsa da, tavsiye edilmez. Ana sorun, telefon şirketlerinin yazılımı tekrar yüklemesi ve santrallerde bakım yapımları ve böylece santraldeki tüm hatlardaki bağlantıyı kesmeleri gerektiğidir. Bu, bağlı modem aramalarını düşürecektir.

Teknik detaylar

Telefon şirketinin ekipmanına santral hattının santral bitişi olarak, telefon/modem bitişi ise abone olarak bakılır.

Standart santralli telefon hattı, bir iki kablolu 600-ohmluk bir devredir. İki kabloda tam dubleks iletişimlere (yani sinyaller her iki yönde aynı anda akabilir) izin verir. Santralde iki kablo devresi hibrit devreye bağlanır ve iki kablo dört kabloya çıkar. Daha sonra telefon şebekesi boyunca, santralin dijital ya da analog olmasına bağlı olarak ya dijital ya da analog şekilde ilerleyecektir.

CCITT, bant genişliği, zayıflama sapması, faz değişimi, SNR ve santralden aboneye uluslararası performans standartları tavsiye etmiştir. Birçok ülke standartlarının limitlerine uyar. Figür 4.23, genel bir düzey konfigürasyonu gösterir. Bu şema, yaklaşık 8dB'nin abone ve santral arasında bir hat kaybı oluşturduğunu gösterir. Bundan dolayı, abone, yaklaşık olarak -1 dBm'de vermekte ve -8dBm'de almaktadır. Tüm devrelerde hibrit dışı düzeylerde alım sağlamak için, yaklaşık +4dB ve -13 dBm, santralde, hat üstüne zayıflama pad'leri yerleştirilir. Bu yaklaşık, santralde 0.5 dB'lik bir kayıp ve hibritte 3.5 dB'lik bir kayıptır.

Santral, telefon hattını beslemek için, her santral hattına 50 volt düşük akım besler. Standart telefon bağlantısı, bir halka/döngü bağlantısı olarak anılır. Çünkü hat telefondan santrale doğru dönecektir ve halka santralden telefona (ya da modeme) doğrudur. Telefon kullanıcısı arama yapmak istediğinde, ahize kaldırılır. Ahize, santralin bazı çevirme tuşlarını beklemesini belirten bir döngü oluşturur. Modem de arama yapmak istediğinde, aynı işlemi yapar. Santral, aboneye telefon bağlantısı yapmak için arama gönderecektir. Telefon ahizesi kaldırıldığında ve hat bağlandığında, santral aramayı durdurur ve telefona ses devresi bağlar.

Bir abone ile bir santral arasında çevirme bilgisinin geçirilmesi yöntemlerine sinyalleme denir (yani çevrilen numaranın ya da rakamların santrale ya da PABX'e geçirilmesi). Telefon tarafından santrale sinyalizasyon, analog telefon şebekeleri için iki yöntemle gerçekleştirilir.

DC darbeleri

Her rakam santral hattında bir açma/kapama (ya da açık/kapalı) serisiyle temsil edilir ve bunlar, onluk darbe olarak tanımlanır. Bu santral hattında, akım darbeleri olarak görünür. Duraklar, santralde bir dizi şeklinde beklenir, her durak, yaklaşık olarak saniyenin onda birlik süresi kadardır ve her basamak için bir durak bildirilir. Örneğin, iki ardışık durak rakam 2'yi temsil eder, dokuz ardışık durak rakam 9'u, on ardışık durak rakam 10'u belirtir ve bu böyle devam eder.

Çift tonlu çoklu frekans – DMTF

Bu sistem, audio frekans tonlarının üçe dördlük matrisinden oluşur. Burada, telefon ya da modem, çevrilen her rakam için santrale, iki ton gönderir. Her sütun ya da satır, farklı bir frekans temsil eder. Bu yöntem, oldukça hızlı çevirme sağlar ve bu nedenle telefon sisteminin daha etkili kullanılmasını sağlar. Standart tuş takımı, Figür 4.24'te gösterilmiştir.

DTMF çevirme, modern dijital ya da kısmi dijital santrallerde kullanılır ve onluk çevirme, daha eski olan röle set tipi santrallerde (elektromekanik) kullanılır.

Analog bağlama hatları

Giriş

Santralli hat servisleri kullanımındaki temel kısıtlama, kullanıcının RTU'ya sürekli gerçek zamanlı erişimi olmaması ve kullanıcının, RTU'nun telefon numarasını çevirme gerekliliğidir. Bundan dolayı, sadece kritik olmayan uygulamalarda kullanılabilirler. Kritik uygulamalar için, sabit bağlantılara ihtiyaç duyulur.

Komünikasyon terminolojisinde, PSTN boyunca iki lokasyon arasında kalıcı kablolu sabit bağlantıya, bağ hattı olarak ad verilir.

Bu tip bağlantı, tek bir kullanıcıya adanmıştır ve santralde her hangi bir ekipmanla değiştirilemez (Bölüm 4.14'te bahsedilen ISDN bağ hattı haricinde) ve bu nedenle, başka bir kullanıcı ulaşımına kapalıdır. Hat, diğer kullanıcıya günde 24 saat, yılda 12 ay (hat kopmasının olmadığı varsayılarak) açıktır. Bağ hatları aynı zamanda şu şekilde adlandırılırlar:

- Kiralık hatlar, ya da
- Kalıcı hatlar, ya da
- Adanmış hatlar, ya da
- Özel devreler.

Bunların herhangi biri aynı tip bağlantı tipini tanımlar.

Hem analog hem de dijital bağ hatları vardır. İncelenecek ilk tür, analog bağ hatlarıdır. Bunlar, taşıyıcıdan farklı formlarda sağlanabilir. Bunların her biri, ileriki bölümlerde incelenecektir.

Dört telli E&M bağlama hatları

Dört kablo E&M bağ hattı, normalde, mevcut analog bağ hattı aralığının en üstündedir. Bunlar bazen 'koşullu hatlar' olarak tanımlanır çünkü ekolizer, filtre, ve yükselticiler bu hatların kalitesini yükseltmek için kullanılır. Aboneye bağlantının her iki ucunda, altı kablo verilir. Altı kablo aşağıdaki fonksiyonlar için sağlanmıştır.

- Sinyal iletmek için iki kablo
- Sinyal almak için iki kablo
- E sinyalizasyonu için bir kablo
- M sinyalizasyonu için bir kablo

E&M sinyalizasyon terminolojisi, kulağın ve ağzın sinyallemeinden (ya da bazen 'santral' ve 'çoklama') ortaya çıkmıştır. Bu kablolar sadece onluk darbeleri çevirme amaçlı alıcı ve verici görevi görür. Halka/döngü sinyalizasyonu ve aktarmalı devrelerde olduğu gibi audio sinyaller taşıyan aynı iki kablo üzerinden çevirme için onluk darbeleri kullanma yerine, çevirme bilgisi E & M hatları üzerinden gönderilir. M hattı dışarı sinyal verme (uzak uca doğru) ve E hattı içeri sinyal verme için

kullanılır (uzak uçtan).

Sinyalleme yerde M ucuna bir toprak koyarak ve E ucundan bir toprak olarak sağlanır.

Birçok E&M ucu, saniyede 10 darbe civarında darbe hızı kabul eder. Bu nedenle, hızlı otomatik çevirme sağlanabilir ve E&M uçları ayrı düşük hızlı ek sinyalleme verisini iletmek için kullanılabilir.

Ayrı verme ve alma çiftlerine sahip olmanın birçok avantajı vardır. Bunların başında devrede hibritin bulunmaması ve bundan dolayı dönüş kaybının oldukça azalmasıdır. Aktarmalı bir iki kablolu hat için dönüş kaybı, dört kablolu devre için 45dB'ye göre yaklaşık olarak, 12 dB olacaktır.

İkinci olarak, çalışma frekans aralığında daha az sapma ve diyafoni vardır ve sonuç olarak belirli bir frekans aralığında, daha iyi bir frekans tepkisi sağlar. Bu özellikler, standart analog modem modülasyon tekniklerini kullanarak, genellikle daha yüksek veri hızı sağlanmasına katkıda bulunur.

Dört telli E&M bağı, ortalama telemetri sistemi için gerekenden biraz daha karmaşıktır. Bağ hattı, ana istasyondan RTU'ya sürekli bağlandığında, E&M sinyalizasyonu muhtemelen gerekmeyecektir. Böyle bir devrenin kullanılmasının nedeni, yüksek hızlı modem verisi (38.4 kps ye kadar-V42 bis) ya da düşük bir gürültülü, yüksek bütünlüklü analog bağlantı kullanılmasıdır.

Bu tip bir devre, normalde, kullanıcının özel otomatik telefon santrallerini (PABX) iki ayrı lokasyona bağlamak için kullanılır (bir PABX, müşteri binalarına, yerleştirilen telefon sistemidir).

Birinci kalite hatlar, CCITT performans standardı M.1020'yi yakalayacak şekilde örnek gösterilir. IDC, aşağıdaki tipik performans figürlerini önermektedir:

- Birincil: 600 ohm empedans
- -10 dBm Nominal iletim düzeyi
- 0'dan 10 dB'ye ekleme kaybı
- 30 dB civarında SNR
- 300 den 3000 Hz bant genişliği arasında, ± 2 dB den ± 4 dB'ye seviye değişimi

İki telli sinyalizasyon bağlama hattı

Aşağı yönlü bağlama hattının bir sonraki aşaması, iki saha arasındaki iki telli hatta ayrılmıştır ve bu standart aktarmalı hat ile aynı olanaklara sahiptir. Bu servis, temelde, her uçta halka/döngü tipi sinyalizasyona sahip iki bağlantı hattıdır. Bundan dolayı, iki tel, tüm iletime, alma ve sinyalizasyon bilgisini taşır. İki tel sinyalizasyonu bağlantı hatları, aynı zamanda, koşullu hatlardır.

Bu tür bağlantı hat türü, santralde yerleşik bir hibrite sahiptir ve bundan dolayı, yaklaşık 12 DB'lik dört tel standardına göre, daha düşük bir dönüş kaybı vardır. Bu, ayrıca, sapma düzeyini minimal olarak yükseltmeye ve dört telli E&M devresi ile kıyaslandığında, 300-3400 Hz izin verilen bant

genişliği limitlerinde frekans tepkisini azaltmaya yöneliktir. Performans parametrelerindeki bu farklar, dört telli E&M devreleri ile kıyaslandığında maksimum erişilebilir veri hızlarını azaltmaya meyillidir. En olası veri hızı, yaklaşık olarak 14.4 Kbps (V32 bis) olabilir.

Bu bağlantı hat servisinde, halka/döngü olanakları olduğu için, farklı sahalarda bir kullanıcının PABX'lerinin şebeke bağlantısı için en çok kullanılan türüdür. Her ne kadar bu servis, kalıcı bir telemetri bağlantı hattı için, normalde, gerekenden daha fazla özelliklere sahip olsa da, iyi bir frekans tepkisi ve düşük bir ekleme kaybı yüzünden diğer analog servislere oranla tercih edilir.

Bu hatlar da, dört telli E&M hatları için belirtilen (dönüş kayıpları hariç) benzer performans figürleriyle CCITT performans standardı, M1020'yi karşılar.

Dört telli doğrudan bağlama hatları

Dört kablo doğrudan bağlantı hatları, dört telli noktadan noktaya bağlantılardır. Bunların sinyalizasyon olanağı yoktur ve genellikle dört telli E&M sinyalizasyon bağlantı hatlarının zayıf bir türevidir. Bunlar, oldukça düşük hızlı modemlerin kritik olmayan noktadan noktaya bağlantıları için kullanılabilir. Hatlarda minimum dengeleme kullanıldığında, 'koşullu olmayan hatlar' olarak adlandırılırlar. Bunlar, genellikle, düşük kaliteden yüksek kaliteye farklı derecelerde mevcut hatlar bulunur.

Bu tip bağlantı hatları, 4800 bit/s(standart kalite için) ve 9600 bit/s (birinci kaliteden) veri hızlarına kadar telemetri ve alarm uygulamaları için kullanılır.

Performans parametrelerinden görülebileceği gibi, bu tip bir servis, ses bağ servisleri ile kıyaslandığında garantili yüksek kalitede değildir. Standart kaliteli hatlar, CCITT performans standardı M.1040'ı sağlayacak şekilde önerilir. IDC, tipik performans figürlerinin aşağıdaki gibi olmasını önerir:

- Standart: 600 ohm empedans
- -10 dBm Nominal iletim düzeyi
- 10dB'den 20 dB'ye ekleme kaybı
- 20 dB civarında SNR
- bir 300'den 3000 Hz bant-geñiřlięi üzerinden ± 6 dB'den ± 16 dB'ye seviye değişimi

İki telli doğrudan bağlama hatları

İki telli doğrudan hatları, basit iki telli noktadan noktaya bağlantılardır. Dört telli bağlantı hatlarında olduğu gibi, sinyalizasyon kolaylığı yoktur ve genellikle iki telli sinyalizasyon bağlantı hattından daha düşük kalitededir. Bunlar, oldukça yavaş hızlı verinin gerektiği (dört telli bağlantı

hatları gibi) kritik olmayan noktadan noktaya telemetri uygulamaları için kullanılabilir.

Bu hatlar da, dört telli doğrudan hatlar için önerilen benzer performans figürleriyle CCITT performans standardı CCITT M.1040 ile belirlenir.

Analog veri servisleri

Bu servisler, analog bağlantı hatları üzerinden noktadan noktaya ya da noktadan çoklu noktaya veri servisi sağlarlar. Bu servisler, bazen şebeke sonlandırıcı birimler (bu durumda modemler) ve bazen sadece veri kalite analog bağlantı hattı içerir.

Dünya birçok ülkede, bunlara DATEL servisleri adı verilir. Aşağıda, sağlanan servislerin türleri açıklanmıştır. Burada açıklanan servislerin, size uygun olup olmadığını bilmek için servis sağlayıcınızla birlikte kontrol ediniz.

Her santralde bulunan bir çok servis sağlayıcılarla birlikte, tüm bu hatlar uzak hat erişim ve test birimine alınır. Bu birim, santralin abone hatlarının gürültü ve diğer varolan problemleri için test etmesini ve bit hata hızı testi için uçtan uca geri döngüleri yapmasını sağlar. Her erişim ve test santral birimi, kalıcı hatlar ile merkezi test sahasına bağlanır. Burada, veri test personeli ve hata rapor cihazları bulunur. Buradaki merkezi saha operatörü, ülkede bulunan bütün devrelere ulaşım sağlayabilir.

Servisler genellikle üç parametreye göre sınıflandırılır:

- Santrale bağlantı için kullanılan hattın tipi, yani aktarmalı ya da adanmış
- İşlem hızı
- Noktadan noktaya ya da noktadan-çoklu noktaya

Bu servisin bir özelliği, seçmeli ana/master istasyonundan çoklu yardımcı istasyona çalışma için, noktadan çoklu noktaya şebeke sağlama özelliğidir.

Giriş

DATEL, standart analog bant genişliği hatları boyunca veri iletim servisleri için kullanılan uluslararası bir terimdir. Servis, aktarmalı ya da kiralık hatlarda sağlanabilir ve her uçta bir modem bulunması gerekir. Uçtan uca bakım da servisin bir parçasıdır.

DATEL servisi analog şebeke hatlarında sağlanır. Bu servis üç parametreye göre sınıflandırılır.

- Kullanılan hattın tipi, yani aktarmalı ya da adanmış
- İşlem hızı
- Noktadan noktaya ya da noktadan-çoklu noktaya

Noktadan noktaya konfigürasyon

DATEL servisi, bir master ile RTU arasında, tek hat olan, noktadan noktaya işlem için konfigüre edilebilir. Hat bağlantısı ya aktarmalı ya da adanmış hatlarla sağlanır. Tipik bir DATEL noktadan noktaya konfigürasyonu, Figür 4.26'da gösterilmiştir.

Noktadan çoklu noktaya

Bir master birimi ile, kiralık hatlarla (aktarmalı hatlarda değil) birçok RTU arasında, noktadan çoklu noktaya konfigürasyon da mümkündür. Dört kiralanan hatta bağlantı sağlanır ve noktadan noktaya bağlantıda önemli miktarda tasarruf sağlanır. Bu konfigürasyonun dezavantajları, eğer ana istasyona olan bağlantı koparsa tüm RTU'larla iletişim kaybedilir. İkincisi, bu sistem için veri iletimi, her RTUya ayrı, noktadan noktaya DATEL servisi sağlanan durumdan oldukça yavaştır.

Bir noktadan çoklu noktaya şebeke sağlayan DATEL'in bu özelliği, seçimli ana istasyondan çoklu yardımcı çalışması için kullanılabilir. Çoklu dallanma noktaları, her santralde merkezi test merkezleri ile sağlanır. Bu tür bir şebeke altyapısı, RTUnun uzak lokasyonlarda olduğu noktadan çoklu noktaya telemetri sistemleri için uygundur. DATEL tesisinde bir çoklu nokta şebekesi kurmanın maliyeti, merkezi noktadan uzak lokasyonların her birine tek kiralık hat uygulamasından daha düşüktür.

Dijital çoklu nokta

Eğer lokasyonların birinde, yakın çevre içinde çok fazla RTU varsa, bunları, RS-232 bağlantısı kullanarak tek bir çoklu nokta bağlantısı ile bağlamak mümkündür. Çoklu bağlantı birimi (MJU) olarak adlandırılan bir cihaz kullanılır, bu cihaz birçok RS-232 bağlantısını çoklu nokta bazında tek bir modeme bağlamayı sağlar.

Çoklayıcıların bağlı olduğu modemler de vardır, bunlar bir çok düşük hızlı RTUnun tek bir yüksek hızlı kiralanan hatta beslenmesini sağlar

Aktarmalı şebeke DATEL servisi

Aktarmalı şebeke DATEL servisleri, yerel aktarmalı telefon şebekesi (PSTN) üzerinden çalışır. Bunlar, bazen, veri santral hattı (DXL) olarak da adlandırılır. Servis tipine bağlı olarak, bir ya da iki santral hattı bağlantısı gerekecektir. Her santral hattı, modemle paralel bağlanan bir modem gerektirir.

Tüm DATEL modemlerinin, RS-232 (CCITT V24 & V28) standart dijital arayüzlere sahip olduğuna dikkat edin. Aşağıdaki tablo, genelde mevcut DATEL aktarmalı şebeke servislerinin menzilinı verir.

Modemlerde daha fazla bilgi ve ilgili standartlar için Bölüm 5'e bakınız.

Adanmış hat DATEL servisi

Bu servisler, harici uçtan uca bağlantılarda, noktadan noktaya ya da noktadan çoklu noktaya konfigürasyonlarda çalışırlar. Bunlar, aynı zamanda, DATEL adanmış hat servisleri (DDL) olarak da adlandırılır. Adanmış hat üzerinde, bağlanacak telefon hattı gerekmez.

Aşağıdaki bilgi mevcut DATEL servislerinin kapsamını listeler.

- Düşük hız servisi: Bu, her uzaklıkta 300'den 1200 bit/s aralıktaki servisler içindir.
- Yerel alan servisi: Aynı santral alanındaki veri servisleri içindir.
- Kısa mesafeli servisler: Santraller arasındaki mesafenin 10 km'den daha kısa olduğu, farklı santraller dışında kalan lokasyonlar arasındaki veri servisleri içindir.
- Uzak mesafe servisleri: Santraller arasındaki mesafenin 10 km'den büyük olduğu lokasyonlar arasındaki veri servisleridir.
- Yüksek hızda servisler: Geniş bant analog devrelerindeki veri servisleri

Ek bilgiler

Bazı ülkelerde, her santralde, tüm DATEL hatları, RATS (uzak erişim ve test sistemleri) olarak adlandırılan uzak bir hat erişimi ve test ünitesine alınır. Bu birim, santralin, abone hatlarını, gürültü ve diğer var olan problemler için test etmesine ve BER testi için uçtan uca geri dönüş yapmasını sağlar. Her RATS, veri test personelinin ve hata raporlama tesisinin konumlandırıldığı bir merkezi test sahasına kalıcı hatlarla bağlanır. Burada bir merkezi saha operatörü ülke çapındaki her devreye ulaşım kazanabilir. Kiralanan hat servisleri için ücretlendirmeler aşağıdaki bileşenlere sahiptir:

- Bağlantının her ucu için modemlerin kiralınması ya da satın alınması (ya taşıyıcı ya da özel sağlayıcıdan)
- Santralden aboneye kiralanan hattın aylık kiralınması (tüm lokasyonlarda sabit fiyat)
- Gerektiği takdirde santraller arasında kiralanan hatların aylık kirası (kilometre bazında ücretlendirilir)

Dijital veri servisleri

Genel

Şimdiye kadar anlatılan servisler, analog ortamlarda modemleri kullanarak hatlara ulaşmak için veri transferini içeriyordu. Bir sonraki aşama, uzak birimlerden santrale dijital iletim ortamını kullanmaktır.

Dünya çapındaki birçok servis sağlayıcı, 1200 baud'dan 64 kbps'e kadar olan hızlar için dijital bağlantı hattı servislerini taşımak için özel olarak dizayn edilmiş adanmış dijital veri şebekesi kurmuş-

tur.

Servis detayları

Noktadan noktaya ve noktadan çoklu noktaya bağlantılar için adanmış bir dijital iletim servisi, dijital veri servisi (DDS) olarak adlandırılır. DDS, DATEL servislerine benzer işlevli, senkronize, kiralanan hat servisleri için 2400, 4800, 9600 ve 48 kbps veri hızı sunar.

Noktadan noktaya bağlantı için adanmış bir dijital iletim servisi, 2400, 4800, 9600, 48 k, 64k ve 2 Mbps'e kadar 64 k'nın katları olan veri hızlarını sunar. Veri bağlantıları, kiralanan dijital hatlarda ve bazı kiralanan analog hatlarda, daha düşük hızlar için eş zamanlıdır.

Çoklayıcı birimler, kullanıcılardan gelen tüm farklı hız bağlantılarının santraller arasında iletim için birlikte çoklandığı farklı hız bağlantıları olan santrallerde konumlandırılır. Çoklama, Avrupa'da, Asya'da, Afrika'da E1 PCM 30'a ya da ABD'de T1 PCM 30 kanal bağlantısına yapılır.

DDS şebekesi, dijital iletimi taşımak için özel olarak dizayn edilmiş adanmış bir dijital veri şebekesidir. Bu, PSTN kısmında değildir. Tüm bağlantıların, hataların kolayca tespit edilebildiği, BER testinin yapılabildiği ve aksaklık olduğunda servislerin kolayca depolandığı merkezi bir şebeke yönetim merkezinden izlendiği sofistike bir veri şebekesidir.

DDS servisleri, normal kiralanan analog hatlarından ya da DATEL servislerinden genellikle daha pahalıdır. Çünkü, ileri şebeke izleme ve yönetim olanakları ile eşdeğer analog servislerden daha yüksek ulaşılabilirlik garantisi sağlayan dijital bir servistir. Bu nedenle telemetri uygulamalarında nadiren kullanılır. Yüksek derecede güvenilirliğe sahip yüksek kalitede veri bağlantısı zorunluluğu, veri bağlantısının, prosesin kritik bir parçası olduğu bir uygulama için gereklidir.

DDS, genellikle, noktadan noktaya bağlantılar için teklif edilen veri kominükasyon servislerinin en başında gelir. ISDN ve X.25 gibi servisler, DDS gibi aynı test ve yönetim olanaklarına sahip değildir. DDS genellikle üç tip arayüz sunar:

- 9600 bps'e kadar senkronize hızlar için ve 2400 bps'e kadar asenkronize hızlar için X.21 bis.
- Geniş bant analog veri hatlarında 48 k bps veri hızları için V.35 (RS449)
- 2400'den 64 k bps'ye senkronize servisler için X.21

DDS servisleri, devrenin hızı bazında ve son kullanıcılar arasındaki uzaklığa göre fiyatlandırılır. Bir santral, askıda tutan (:hang off) terminaler için sabit bir fiyat vardır ve farklı santralleri askıda tutan kullanıcılar için fiyat, santraller arasındaki uzaklığa bağlıdır.

Sağlanan tüm servisler, senkronize modda çalışan X.21 bis arayüz standardını kullanır. Bu servis sayesinde, bir çok düşük hızlı veri bağlantısını yüksek hız veri bağlantısı haline getirmede çoklayıcı kullanılabilir. DDN yoluyla, bir sahaya 2 Mbps hız sağlama olanağı da mevcuttur.

DDN şebekesindeki verinin, DDN çıktısı veri saatiyle saati ile faz ve hız senkronize olmasına dikkat edin. Bu saat, taşıyıcı tarafından, DDN şebeke sonlandırıcı birimlerde (NTU) sağlanır. Eğer bir RTU, NTU'dan belirgin bir uzaklıkta ise, RTU'dan gelen veride bir gecikme olabilir, bu da, bu veriyi, DDN verisiyle faz dışı yapar. Bu nedenle, RTU'dan DDN saati ile gelen bilgiyi tekrar yerleştirmek için özel protokoller gerekir.

Büyük şehirlerin metropolitan alanlarındaki kullanıcılar için dijital metropolitan servisi (DMS) olarak adlandırılan ve kullanıcıya sunulan bir başka servis daha vardır. Temelde, temel bir DDS servisi, 2400, 4800 ve 9600 bps hızlarda bir noktadan noktaya ya da noktadan çoklunoktaya konfigürasyonda önerilir.

Paket aktarmalı servisler

Giriş

Veriyi yerel aktarmalı veri şebekeleri ile iletimde kullanılan önemli bir yöntem, bugünlerde yaygın olarak kullanılan, veri paketlerinin kullanımınıdır.

Veri, terminalde belirli miktarda byte toplanana kadar depolanır ve daha sonra veri paketlere çevrilir ve bir paket aktarmalı şebekeye gönderilir. Sistem, iletim için veri ürettikçe, bu veri paketlerini şebekeye gönderecektir.

Paket aktarmalı şebekede, veri paketleri, girdiği sahada, veriyi bir sonraki paket şebeke sahasına iletecek serbest iletim kapasitesi mevcut olana kadar depolanır. Bu depolama sisteminde, ileri yönlü hareket yüzünden, veri paketlerinin alıcı terminale, gönderildiği anda ulaşma garantisi yoktur. Ayrıca paket gönderiminden alımına kadar oluşan bir gecikme (veri iletişim sürecinde) vardır.

Bu gecikmenin asıl süresini tahmin etmek zordur. Bu daha çok paket şebeke sahaları arasındaki şebeke süresi ve bağ kapasitesinde akan trafiğin yoğunluğuna bağlıdır. Bu nedenle paket aktarmalı veri servisleri, genellikle zaman kritik uygulamalar için kullanılmaz.

Bu servislerin tedarikçileri, sistemler için gecikme tarifeleri yayınlar ve normal ortalama gecikmeyi gösterirler fakat garantili gecikme sistemleri sağlamazlar. Arama kurulum ve silme zamanlarını içeren ortalama bir sistem için ortalama gecikme yaklaşık 1.5-2 saniyedir. En kötü gecikme yaklaşık, 3 saniyedir.

Gönderilebilen en büyük veri paketi yaklaşık 4000 byte'tır (yani 4000 karakter). Fakat ortalama paketler, yaklaşık, 140 byte uzunlukta olacaktır.

Figür 4.30, dört sahanın paket aktarmalı şebeke bağlantısının olası uygulamasını gösterir. X.25, veri paketlerinin nasıl çerçevlendiğini, formatlandığını, ve paket aktarmalı şebekeye (genellikle yerel aktarmalı paket veri şebekesi (PSPDN) olarak adlandırılır) nasıl gönderildiğini tarif eden

CCITT standardıdır.

Sahalardan paket şebekesine erişim sağlamak için normalde adanmış bir dijital veri bağlantısı ya da adanmış bir analog veri kullanılır.

Birinci sahada, X.25 terminali ile şebeke erişim birimi (DCE) arasındaki bağlantı, CCITT X.21 standardına çalışan senkronize dijital veri bağlantısıdır. Şebekeye bağlantı adanmış bir dijital bağlantı hattı yoluyla sağlanır. DCE, genellikle, paket düzenleyici/açıcı (PAD) olarak tanımlanır.

İkinci sahada, CCITT X.28 kullanımı için terminal (DTE) ve şebeke erişim birimi (DCE) arasında bir asenkronize dijital bağlantı gerekir. Bu durumda terminale geriye doğru adanmış bir analog hat gerekir.

Üçüncü sahada, paket aktarmalı şebekeye erişim, normal analog PSTN şebekesi ile sağlanır. Bundan dolayı, paket aktarmalı şebekeyi doğru olarak değerlendirmek için, terminal (DTE) ve modem (DCE) için özel bir arayüz standardı gerekir. Bu durumda, CCITT X.32 arayüz standardı kullanılır.

Dördüncü saha, uzak bir sahadır ve terminal (DTE) yıllar boyunca analog senkronize modellerle kullanılmıştır. X.25 terminallerinin doğrudan analog şebeke erişim ünitesine arayüz oluşturmasını sağlamak için fiziksel arayüz standardı CCITT X.21 bis kullanılır. Bu servislerin detayları aşağıdaki gibidir:

X.25 servisi

X.25 paket düzenleyici/açıcı (PAD) olarak adlandırılan, tüm müşteri sahalarında yerleştirilecek bir ünite gerektirir. Bu, DTE'den veri alır, onu uygun veri paket boyutlarında birleştirir ve PSDN'e gönderir. Genel olarak, telekomünikasyon servisi sağlayıcıları PAD'leri sağlamaz çünkü kullanılan PAD'nin tipi, gereken özellikler ve bağlanılan DTE'nin tipine bağlıdır.

Genel olarak veri transferi, veri gönderen ve aramayı kapatan iki uç arasında arama kurarak sağlanır. İki uç arasında fiziksel bağlantı olmadığından, bu, sanal devre olarak adlandırılır. Bir arama yapıldığında, bunu açık tutmak ve veriyi her seferinde tekrar bağlantı sağlayarak göndermek mümkündür böyle durumlarda, Saponet servisi ile bir kalıcı sanal devre kurmak mümkündür.

Şebekedeki veri iletim zamanı, bağlantı uygunluğuna ve iletim zamanındaki trafiğe bağlıdır. Standarda göre amaç, şebekede %90 trafik yoğunluğu olduğunda santralden santrale maksimum 1.25 saniyede iletmektir. DTE'den DTE'ye iletim zamanı 1 ile 3 saniye arasında değişir. X.25 servisi, 2400'den 64000 bps'e dahili olarak (DTE'den PAD hızına) tüm standart senkronize hızlar için bu koşulu sağlar. Eğer bu servis kullanıldıysa, X.25 servisi ile mümkün olan bir çok opsiyon vardır. Yerel servis sağlayıcınızda bilgi mevcuttur.

X.25 ile ilgili fiyatlar aşağıdaki gibidir:

- Analog ya da dijital kiralanan hattın kira ücreti
- Bağlantının veri hızı
- NTU(PAD)'nin kiralama ya da satın alma maliyeti
- Arama ücretleri-aşağıdaki elementlere ayrılır:
 - -Paket sayma ücreti
 - -Arama süresi ücreti
 - -Arama teşebbüsü ücreti
- (Birincisi en önemli bileşendir.)
- Bunlara uygulanan ücretler gönderildiği hafta ve güne ve pakete uygulanan mesaj önceliğine göre değişiklik gösterir.

X.28 servisleri

X.25 servisi, daha büyük organizasyonlar için dizayn edilmiştir, düşük veri transfer koşulları gereken arada sırada kullanan kullanıcılar için değildir. Bu nedenle, X.28, pazarın bu ucuna hizmet etmek için dizayn edilmiştir. X.28 aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Sadece asenkronize modda çalışır
- 1200 ve 2400 bps veri hızında çalışır
- Adanmış analog ya da dijital hatlarla kullanılabilir
- Çevirmeli hatlarla kullanılabilir
- Veri transferi genellikle ASCII karakterindedir
- Paket düzeneği ve açıcısı, santralde yer alan ve abone binalarında yer almayan çok portlu bir PAD ile taşınır
- İşlem, sadece yarı dublektir (X.25 tam dubleks olabilir)
- X.25'te olduğu gibi, protokolda otomatik hata tespiti ve düzeltme yoktur

X.28 ile ilgili fiyatlar, X.25 ile aynıdır, sadece, burada mevcut öncelikli mesajlar yoktur.

X.32 servisleri

X.32, kullanıcının, X.25'in tam işlevselliğini gerektiren fakat şebekeye ara sıra bağlanması gereken durumlar için geliştirilmiştir. Kiralanan hatlar koparsa, X.25 servisine yedek olarak da kullanılabilir.

X.32, paket aktarmalı şebeke ve PSTN yoluyla erişim kazanan paket mod DTE arasındaki arayüzü tanımlar. Komünikasyon protokolü X.25 (HDLC) ile kullanılan protokolle aynıdır. DTE ile şebeke arasındaki iletim, herhangi bir standart V-seri çevirmeli modem kullanarak tam dubleks senkronize moddadır. Şu anda desteklenen iki hız, V.22 bis ve V.32 modem kullanan 2400 ve 9600 bps'tir.

X.32 ile ilgili ücretler, kiralanan hat ücreti olmaması sadece aktarmalı hat ücreti olması dışında X.25 ile aynıdır.

X.32, ara sıra erişim gerektiğinde ve sistem daha büyük paket aktarmalı sisteme bağlanması gerektiğinde uzak telemetri için iyi bir opsiyondur.

Çerçeve rölesi

Çerçeve röle paket aktarmasında, çok yüksek hızı destekleyen, oldukça yeni bir kavramdır. Çok basitleştirilmiş bir X.25 servisedir, dizi numaralama, çerçeve onaylama ve otomatik geri iletimi sağlar ve doğru yere doğru hızda veriye ulaşımında hızlıdır.

HDLC protokolünün kısaltılmış versiyonunu kullanır. Kavram, bir ya da daha fazla ISDN standart kanalı kullanmaya dayanır. Bundan dolayı, işlemin en düşük hızı 64 kbps'dir. Şebekede oluşan hatalar sayılmaz ve hatalı paketler direk atılır. Hata giderme terminallerin uç noktalarına bırakılır.

Çerçeve röle için ücretlendirme, X.25'e çok benzer. Her devre bir kiralanan 64 kbps dijital hat ya da ISDN hat erişimi gerektirir.

ISDN

ISDN, entegre servisler dijital şebekesi için sözcüklerin baş harfinden oluşan terimdir. 1970'lerin sonunda kurulmuş olan bir uluslararası standartlar organizasyonu olan Uluslararası Telefon ve Telgraflar için Danışman Komitee (CCITT) tarafından ortaya atılan bir öneridir. Kavram, evlerden büyük çok uluslu organizasyonlara kadar tüm telekomünikasyon kullanıcılarına dijital iletişim sağlayan açık dijital iletişim standardı sağlamıştır.

ISDN, müşterilere iki düzeyde sağlar. Birincisi temel hız erişimidir (BRA). BRA, müşteri binalarına 192 kb bağlantı sağlar. Bu bağlantı, B kanalları olarak adlandırılan 2x64 kbps kanala ve D kanalı olarak adlandırılan bir 16 kbps kanalına ayrılır. B kanalı ses ve veri için kullanılabilir, D kanalı ise ses devreleri ve/veya yavaş hız verisi için kullanılır.

Servisin ikinci düzeyi birincil hız servisi (PRA) olarak adlandırılır. PRA, ses ve veri için 30x64 kbps kanallarını (yani 30xB kanalı), sinyalizasyon ve veri için 1x64 kbps sinyalizasyon kanalını ve 1x64 kbps zamanlama kanalını kapsar.

Bu servisler, analog aktarmalı servislerle aynı işlevselliktedir fakat ana fark, bunların tamamen dijital aktarmalı hatlar olmasıdır. Adanmış 64 kbps bağlantı hatları, gerekirse ISDN aktarmalı dijital şebeke (yarı kalıcı hatlar olarak adlandırılır) ile kurulabilir. Günümüzde, ISDN'in yüksek hızı

nedeniyle, bu servisler telemetri uygulamaları için uygun değildir. Fakat önümüzdeki son 10 yılda dijital servisler analog servislerin yerini alacağından aktarmalı dijital teknolojinin fiyatları düşecek ve bunlar, telemetri uygulamaları için daha uygun olacaktır.

Daha basit bağlamda, ISDN, mevcut düz eski telefon sisteminin (POTS) dijital şeklidir. Almanya, ISDN'in tanıtımında lider ülke olarak görülmektedir ve tüm başkentlerde ve bazı şehirlerde, artık, dijital santraller mevcuttur. Kaliforniya, İngiltere, ve Fransa uygulama seviyelerini çok yakından takip etmektedir. Büyük bir santral numara grubu mevcuttur ve ISDN, mevcut analog şebekesini kullandığı için iki sistem arasında birçok bağlantı vardır ve böylece ISDN'den kaynaklanan telefon aramaları, kullanıcıya oldukça anlaşılır bir şekilde POTS şebekesine gitmektedir.

Yerel telefon taşıyıcı servisin gerektiği yere yakın bir yere terminal adaptörü kuracaktır ve kullanıcı onaylanmış ISDN servisini bağlayabilecektir. Bu, bir bilgisayar veri hattı, bir dijital PABX ya da telefon, bir video konferans sistemi ya da kopya makine kalitesinde faks benzer bir makineye 5 saniyede iletim gerçekleştiren bir grup 4 faks makinesi olabilir. Bu cihazların hepsi ISDN yolu ile uyumlu bir makineyi çevirebilir ve aramalar, uzun dönemli kullanımlara yönelik uygun tarife düzenlemeleriyle, yarı geçirgen bir devre üstünde sağlanabilir.

Figür 4.31, temel ISDN şebekesinin genel bir düzenlemesini gösterir.

ISDN'in ilginç bir uygulaması, özel bir şebekede ya da tesis proses kontrolörü ve bir merkezi bilgisayar arasında veri bağlantısı olarak işleyen yerel bir taşıyıcı yoluyla normal veri hattına yedek olarak kullanılmasıdır. Ekipman normal devreye her uçtaki bir adaptor yoluyla bağlanır. Adaptörden ikinci bir bağlantı her uçtaki bir ISDN terminal adaptörüne gider. ISDN normalde kullanılmaz, bununla birlikte eğer adaptörler normal hatta bir veri kaybı bulursa, onlar, hata süresince çabukça ve otomatik olarak bir ISDN bağlantısı kuracaklardır. Figür 4.32, böyle bir sistemin nasıl işlediğini göstermektedir.

ATM

Asenkronize transfer modu (ATM), sonunda tüm diğer standartların (fakat hızla değişen telekomünikasyon endüstrisinde, biri bu tip açıklamaları kullanırken çok dikkatli olmalıdır.) yerini alacak veri standardı ve telekomünikasyon iletimi olarak bilinir. Bu, sesin, verinin, ve videonun eş zamanlı iletimini sağlar.

Standartların büyük çoğunluğu imzalanmış olmasına karşın halen geliştirilmekte olan standartlarda bulunmaktadır. Neredeyse tüm veri iletişim ürünlerinin satıcıları ATM ekipmanı bulundurmaktadır.

ATM, genişbant ISDN (B-ISDN) olarak bilinen, ISDN'in genişletilmiş halidir. Bu aşamada, minimum planlanan bağlantı hızı 45 Mbps'tir.

ATM veri bağlantıları, 53 byte hücreleri 5 byte hücre başlıklarını taşıyan, hücre aktarması adında,

paket aktarmanın yüksek hızlı bir şeklini kullanır. Çok hızlı hücre aktarması, sanal devreler yaratmak için kullanılır. Bu, kullanıcıların devre aktarma ve şebeke bant genişliği avantajlarını belirli bir uygulamaya yönelik kullanmasını sağlar.

ATM teknolojisi, günümüzün LAN karakteristiklerine sahip şebekeler sağlayacaktır. Fakat her kullanıcı, özel uygulama için gereken bant genişliğine sahip olacaktır. Benzer şekilde, ATM WAN'ları kurulabilir. ATM teknolojisi, uzun vadede mevcut LAN ve WAN teknolojisinin yerini alacaktır.

• Yerel Alan Şebeke Sistemi

Giriş

Yerel alan şebekeleri/ağları (LAN'lar), bilgi ve kaynakların paylaşımı ile ilgilidir. Şebeke üstündeki bütün nodların bu bilgiyi paylaşmasını sağlamak için, bir takım iletim ortamıyla birbirine bağlı olmaları gerekir. Bu bağlantı metodu, şebeke topolojisi olarak bilinir.

Nodlar, bu iletim ortamını, bütün nodların ortama erişimini sağlayacak ve kurulan bir gönderici bağıni koparmayacak biçimde paylaşmalıdır. Bu medya erişim kontrolünün temel metotları incelenecek ve bunların sistem performansı üzerine etkileri araştırılacaktır.

LAN, bir veya daha fazla bilgisayarla, cihaz veya sunucu olarak adlandırılan, dosya sunucuları, terminaler, çalışma istasyonları ve çeşitli diğer akıllı çevresel ekipmanlar arasında, bir iletişim ortamı sağlar. Bir LAN, cihazların bir çok kullanıcı arasında, şebeke üstündeki bütün istasyonlar arasında paylaşımına olanak tanır. Bir LAN genelde, özel bir yönetici tarafından yönetilir ve bir lokal bina grubunda konumlandırılır.

Bir cihazın LAN'a bağlantısı bir nod aracılığıyla sağlanır. Bir nod, bir cihazın bağlandığı her hangi bir noktadır ve her bir noda, özel bir adres ataması yapılır. LAN üstünde gönderilen her bir mesajın öneki, hedef nodun özel adresi olmalıdır. Bir noda bağlı bütün cihazlar, aynı zamanda, şebeke üstünden kendi özel adreslerine gönderilecek mesajları beklerler. Küçük bir coğrafik alanda (yani yerel), paylaşılmış bir iletim ortamına nazaran, LAN'lar, daha yüksek hızlarda çalışır.

Bir LAN içinde, şebeke üstünde, cihazlar arasında, mesaj transferini kontrol eden yazılım, çakışma ve veri kaybı olmaksızın, ortak şebeke kaynaklarının paylaşımını sağlamak zorundadır. Birçok kullanıcı, şebekeye aynı anda erişebileceğinden, hangi cihazların, ne zaman ve hangi koşulda şebekeye erişebileceğini düzenleyen bazı kurallar oluşturulmalıdır. Bu kurallar, medya erişim kontrolü başlığı altında incelenmiştir. Uygulanan kurallar, şebekenin yapısına (yani, bu kurallar, yıldız, halka veya bus topolojilerinde farklıdır) bağlıdır.

Bir nod, veri iletmek için kanala eriştiğinde, veriyi bir paket içinde gönderir. Bu paket, başlığında, hem kaynak, hem de hedef adreslerini içerir. Bu metot, şebeke üstündeki her bir nodun veriyi alma

veya göz ardı etmesine olanak tanır. Gönderilen paketi (veya iletilen mesaj) belirtmek için genelde çerçeve terimi kullanılır. Bu, ileticinin, veriyi, özel karakterler içeren bir başlangıç ve son vurgusu arasında çerçevelemesinden türetilmiştir.

Şebeke topolojileri

Bir şebeke oluşturmak üzere nodların bağlanma şekli, topoloji olarak adlandırılır. Mevcut çok sayıda topoloji mevcuttur ama temelde ikiye ayrılırlar: mantıksal ve fiziksel.

Mantıksal bir topoloji, şebekedeki elemanların nasıl iletişim kurduğunu ve bilginin nasıl iletildiğini tanımlar. Bölüm 5.3'te anlatılan, farklı medya erişim metotları, bir nodun, şebeke boyunca, bilgiyi nasıl iletildiğini belirliyor. Bir yayıncılık topolojisinde, bütün bilgi yayını, verilen zamanda, her bir noda iletilir, gerçekte bu zaman, bir sinyalin, kablunun bütününe katetmesi için gereken zamandır. Bu zaman aralığı, maksimum hız ve şebeke ebatını sınırlar. Bir halka topolojisinde, her bir nod, sadece tek bir noddan gelen mesajları dinler ve sadece bir tek noddan mesaj gönderilir. Bilgi, önceden tanımlı bir işlem dahilinde, sırayla bütün nodlardan geçirilir. Bir seçme veya jeton mekanizması, hangi nodun iletim hakkına sahip olduğunu belirlemede kullanılır ve bir nod, sadece hakkı olduğu zaman iletim gerçekleştirir.

Fiziksel bir topoloji, bir şebekenin kablolama şemasını tanımlar. Bu topoloji, şebekedeki elemanların, birbirine elektriksel olarak nasıl bağlandığını tanımlar. Bu düzenleme, şebekedeki bir nodun başarısızlığı durumunda, ne olacağını belirler. Fiziksel topolojiler üç an kategoriye ayrılır – bus, yıldız ve halka topolojisi. Bu üç topoloji kullanılarak, birbirinin zayıflıkları ve sınırlamalarının giderildiği, hibrid topolojiler oluşturulabilir.

Bus topolojisi

Bir bus, hem fiziksel, hem de mantıksal bir topolojidir. Fiziksel topoloji olarak, bir bus, her bir nodun ortak tek bir iletişim kanalına veya 'bus'a bağlandığı bir şebekeyi açıklar. Bu bus, şebekenin belkemiğini oluşturduğundan, bazen, omurga olarak adlandırılır. Her bir nod, mesaj paketi geçerken dinlemededir. Mantıksal olarak, pasif bir bus, paketlerin yayınlandığı ve her bir nodun mesajı aynı anda aldığı gerçeğiyle ayırt edilir. İletilen paketler, bus boyunca, her iki yönde de hareket ederler ve noktadan noktaya sistemlerde olduğu gibi, her bir noddan geçmeleri gerekir. Fakat burada, her bir nod, paketin kendisine yönlendirilip yönlendirilmediğini anlamak için, mesajın içerdiği hedef adres kısmını denetler. Sinyal, bus sonuna ulaştığında, elektriksel bir sonlandırıcı, paket enerjisini emerek, paketin bus kablolarından geriye yansımaları engeller; bu yansıma, bus üzerinde olabilecek diğer mesajlarla etkileşime geçeceğinden, paket sinyali sonlandırılır. Bus kablolarının her bir ucu sonlandırılmalıdır, bu sayede, sinyaller, bus kablolarının ucuna geldiklerinde, kabloları kaldırılırlar. Bir bus topolojisinde, nodların, birbirini etkilememesi için, arada yeterince mesafe olmalıdır. Buna rağmen, eğer omurga bus'ı çok uzunsa, bir takım yükseltici veya tekrarlayıcılarla, sinyal şiddeti artırılmalıdır. Bir bus'ın maksimum uzunluğu, 'eş zamanlı' paket alımını

belirleyen zaman aralığı ile sınırlıdır. Figür 5.1, bus topolojisini göstermektedir.

Bus topoloji avantajları

Bus topolojilerinin avantajları:

- Bus topolojileri, diğer düzenlemelere göre, daha az kablolamaya ihtiyaç duyar ve en basit kablo düzenlemesini gerektirir.
- Nodlar, bir omurga kablosu üstündeki yüksek empedanslı kılavuzlara bağlı olduklarından, bir bus'a, nod eklemek ve çıkarmak kolaydır. Bu, bus topolojisini genişletmeyi kolaylaştırır.
- Bu topolojiye dayalı mimari, basit ve esnekler.
- Mesajların yayınlanması, bir noddan çok noda veri iletimleri için avantajlıdır.

Bus topoloji dezavantajları

Bus topolojisinin dezavantajları:

- Her bir nod, kendine gönderilmese bile, bütün mesajları görebileceğinden, bir güvenlik sorunu yaratır.
- Diagnostik (:teşhis)/sorun giderme (hata izolasyonu), hata, bus'ın üstünde her hangi bir noktada olabileceğinden, zorlu olabilir.
- Mesajlar, bus'ın sonunda sonlandırıldıkları ve göndericiye geri döndürülmediği için, mesajların otomatik onaylanması yoktur.
- Bus kablosu, trafik yoğunlaştığında tıkanabilir. Bunun nedeni, nodların, büyük bir zamanı, şebekeye erişimde harcamalarından kaynaklıdır.

Yıldız topolojisi

Bir yıldız topolojisi, çoklu nodların, genelde, hub olarak bilinen merkezi bir bileşene bağlanmasıyla oluşturulan fiziksel bir topolojidir. Bir yıldızın hubu, genelde sadece bir kablolama merkezidir; bunun anlamı, nodlar için ortak bir sonlandırma noktası olması ve devamında tek bir hat bağlantıda birleştirilmesidir. Bazı durumlarda, hub, bir dosya sunucusu (merkezi dosya ve kontrol sistemini içeren merkezi bir bilgisayar) görevi görür ve diğer bütün nodlar doğrudan sunucuya bağlıdır. Bir kablolama merkezi olarak, bir hub, bir diğer huba veya bir dosya sunucusuna bağlı olabilir. Bütün sinyal, talimat ve veriler, nodun bağlı bulunduğu hub üzerinden geçmelidir. Telefon sistemi, şüphesiz, en iyi bilinen yıldız topolojisidir; özel telefonlardan giden bütün hatlar, merkezi bir konumdan gelir. Mantıksal yıldız topolojisini kullanan, çok fazla LAN uygulaması yoktur. Düşük empedanslı, ARCnet şebekeleri, en iyi bilinen örneklerdir. Buna rağmen, diğer bir çok LAN'ın fiziksel taslağının, farklı bir adı olmasına rağmen, yıldız topolojisine benzediğini göreceksiniz. Yıldız topolojisi örnekleri, Figür 5.2'de verilmiştir.

Yıldız topolojisinin avantajları

- Sorun giderme ve hata izolasyonu kolaydır.
- Nod ekleme ve çıkarmak ve kablo yapısını değiştirmek kolaydır.
- Tek bir nodun sorunlu olması, diğer nodları izole etmez
- Merkezi bir hubun kullanılması, yönetim amaçlı trafik izlemesini kolaylaştırır

Yıldız topolojisinin dezavantajları

- Eğer hub çökerse, bütün şebeke çöker. Bu tür bir çökmeyi engellemek için, bazen, bir yedek merkezi makine kullanılabilir.
- Bir yıldız topolojisi, çok sayıda kablolama gerektirir.

Halka topolojisi

Bir halka topolojisi, hem mantıksal, hem de fiziksel bir topolojidir. Mantıksal topoloji olarak, bir mesaj paketi, noddan noda, önceden belirli bir sırayla iletilir ve bir noktadan noktaya iletim örneğidir. Nodları kapalı bir döngüde düzenlenir, bu sayede, gönderimi başlatan nod, paketi alacak son noddur. Fiziksel bir topoloji olarak, bir halka, her bir nodun sadece iki noda bağlı olduğu bir yapıyı tanımlar. bilgi, tek yönlü bir yol izler, bu nedenle, bir nod, paketleri her zaman aynı noddan alır ve her zaman aynı noda iletir. Bir mesaj paketi, halka etrafında dolaşır ve ilk gönderildiği noda geri döner. Bir halka topolojisinde, her bir nod, paketi iletmeden önce, bir tekrarlayıcı ve sinyal şiddetini arttırıcı bir işleve sahiptir. Her bir nod, hedef adres kısmının kendi adresi ile eşleşip eşleşmediğini denetler. Paket hedefine ulaştığı zama, hedef nod paketi kabul eder ve alımı onaylamak için göndericiye geri yollar. Daha sonra bu ünite incelendiği gibi, halka topolojileri, şebekeye erişimi kontrol etmek için jeton geçişini kullandığından, jeton, göndericiye onaylama ile birlikte gönderilir. Gönderici, daha sonra jetonu (gönderim yetkisini), sıradaki bir sonraki noda iletir. Eğer bu nodun iletilecek bir şeyi yoksa, nod, jetonu bir sonraki noda iletir ve bu işlem böylece devam ettirilir. Jeton, paket göndermek isteyen bir noda ulaştığında, bu nod, paketini halkaya iletir. Fiziksel halka şebekeleri, nadiren kullanılır çünkü bu topoloji, ilerde incelenecek, daha pratik, yıldız halka hibrid topolojisi ile karşılaştırıldığında, çok sayıda dezavantajı vardır.

Figür 5.3, bazı halka topolojileri örnekleri gösteriyor.

Yıldız topolojisinin avantajları

- Fiziksel bir halka topolojisi, minimum kablolama gerektirir.
- Merkezi bir kablolama merkezine ihtiyaç yoktur.
- Mesaj, otomatik olarak onaylanır.

- Her bir nod, sinyali tekrar üretebilir.

Yıldız topolojisinin dezavantajları

- Eğer her hangi bir çökerse, bütün halka çöker.
- Diagnostik/sorun giderme (hata izolasyonu), komünikasyon tek yönlü olduğundan zordur.
- Bir no ekleme veya çıkarma, şebekeyi iptal eder.
- Nodlar arasındaki mesafede bir sınırlama söz konusudur.

Medya erişim metotları

Farklı LAN türlerini ayırmada yaygın olarak kullanılan önemli metotlardan bir tanesi, medya erişim kontrolüdür. Hangi nodun mesaj gönderebileceğini belirleyen bir metot olması gerektiğinden, bu, LAN'ın verimliliğini belirleyen kritik bir etkidir. Düşünülmesi gereken bir çok metot arasında, en yaygın olan iki tanesi, rekabet metodu ve jeton geçirme metodudur. Diğer bazı LAN modellerinden de kısaca bahsedileceği gibi, LAN çalışmasının bir parçası olarak bu bahsedilen LAN metotlarını da yakından tanıyacağız.

Rekabet sistemleri

Bu, temelde, 'ilk gelen, hizmeti ilk alır' felsefesiyle işleyen medya erişim kontrolüdür. Bu metot, kibar insani komünikasyon tarzında işler. Konuşmadan önce, konuşanı dinleriz. Eğer, aynı anda iki kişi konuşmaya başlarsa, bunun farkına varır ve her ikimizde konuşmamızı keseriz. Bir müddet bekledikten sonra da konuşmaya devam ederiz. Rekabet tabanlı erişim metodunda, şebekenin beklemede olduğu süre içerisinde, erişim isteyen ilk nod, iletim yetkisini eline alır. Rekabetin temeli, IEEE 802.3 ve orjinal Eternet şebekelerinde kullanılan, taşıyıcı tabanlı çoklu erişim çakışma tespiti (CSMA/CD) erişim metodudur.

Bu erişim metodunun detaylarını inceleyelim. Taşıyıcı tabanlı bileşen, mesaj iletmek isteyen, iletim medyasında bir taşıyıcının olmadığından emin olmak için iletim medyasını dinleyen bir nod içerir. Kanalin uzunluğu ve sonlu ilerleme gecikmesi, birden fazla vericinin aynı anda veri iletmeye ihtimalini gündeme getirir. Her iki nodda, ortamda, taşıyıcı bulunmadığını algılamış olabilir. Çakışma tespit mantığı, kanal üstündeki birden fazla eş zamanlı mesaj iletimin tespit edilmesini ve her iki uçtaki iletimi durdurulmasını sağlar. Kanala erişim, gelişmiş biçimde tespit edilemediğinden, sistem, bir olasılık sistemidir.

Jeton iletmeye

Jeton geçirme, bir jetonun noddan noda önceden tanımlı bir tarzda iletilmesi, deterministik bir medya erişim metodudur. Bir jeton, bir mesajla karıştırılmayacak olan, bir sinyal dizisi içeren özel bir paket veya çerçevedir. Her hangi bir anda, jeton ulaşılabılır veya kullanımdadır. Ulaşılabılır bir jeton, bir noda ulaştığı zaman, bu nod, jetonu bir diğer noda geçirmeden önce, önceden belirli

maksimum bir zaman süresince, şebekeye erişebilir.

Bu deterministik erişim metodu, her bir nodun, belirli bir zaman süresince şebekeye girmesini garantiler. Bu genelde, bir kaç milisaniyelik bir süreçtir. Bu, olasılık üzerine kurulu bir erişim metodunun (CSMA/CD gibi) aksine, nodlar, şebekeye girmeden önce, şebeke aktivitesini denetler ve beklemede olan şebekeyi ilk kullanım izni isteyen nod kullanabilir. Belirli bir süreç sonrasında, her bir noda sıra geldiğinden, deterministik erişim metodları, yoğun trafiğe sahip şebekeler için daha verimlidir. Diğer olasılık tarzındaki erişim metodlarında, nodlar, zamanın büyük kısmını, şebekeye erişim için harcarlar ve zamanın geri kalan küçük bir diliminde, şebeke üzerinde veri iletimi gerçekleştirirler. Jeton geçirme erişim metodunu destekleyen şebeke mimarileri; jeton bus, ARCnet, FDDI ve jeton halka şebekeleridir.

Jeton geçirme işlemi

İletimi gerçekleştirmek için, nod, önce, jetonu 'kullanımda' olarak işaretler ve jetonu iletilecek veriye iliştiyerek iletimi gerçekleştirir. Bir halka topoloji şebekesinde, paket, hedefe ulaşana kadar, noddan noda aktarılır. Alıcı, mesajı tekrar alıcıya göndererek paketi onaylar; gönderici nod, jetonu halka üstündeki bir sonraki noda geçirir.

Bir bus topoloji şebekesinde, jetonu bir sonra alacak nod, jetonu aktaran noda en yakın nod olmak zorunda değildir. Bunun yerine, bir sonraki nod, önceden belirli bir kural dahilinde seçilir. Gerçek mesaj, bütün nodların duyabileceği şekilde bus'a aktarılır. Örnek olarak, bir ARCnet veya jeton bus şebekesinde, jeton, bir düşük şebeke adresine sahip noda aktarılır. Jeton geçirmeyi kullanan şebekeler, genelde, jetonu hangi nodun alacağını belirlemek için, bir dizi öncelik belirler. Yüksek seviyeli protokoller, mesajın önemli olduğunu bildirir ve bir önceliğe sahip olur

IEEE 802.3 Ethernet

Ethernet, Bölüm 5.4.1'de anlatılan CSMA/CD erişim metodunu kullanır. Bu sayede, eğer sistem hafif yüklüyse, küçük bir gecikmeye sebep olur fakat erişim mekanizması, çok yüklü durumlarda çökebilir. Ethernet ticari olarak yaygın biçimde kullanılır çünkü şebeke donanımı, nispeten ucuzdur ve büyük miktarlarda üretilir. Olasılığa dayalı bir erişim mekanizması olduğundan, mesajın transferini garantilemenin ve mesajı öncelik sırasına koymanın bir yolu yoktur. Bunun anlamı, kritik (alarmlar gibi) veya önemsiz mesajların, şebekeye erişimde, aynı önceliğe sahip olmasıdır. Bu dezavantajlarına rağmen, endüstride yaygın biçimde kullanılmaktadır. Buna rağmen, Ethernet LAN yaklaşımını popüler hale getiren, maliyetidir. Bu, çoğu zaman, SCADA üreticileri tarafından tercih edilen, ve daha güvenilir olan, jeton aktarma felsefesinin maliyetinin % 10'undan daha azdır. Üstelik jeton aktarmalı şebekeler, trafik koşullarına bağlı kalmaksızın tutarlı bir performansa sahiptir.

Ethernet türleri

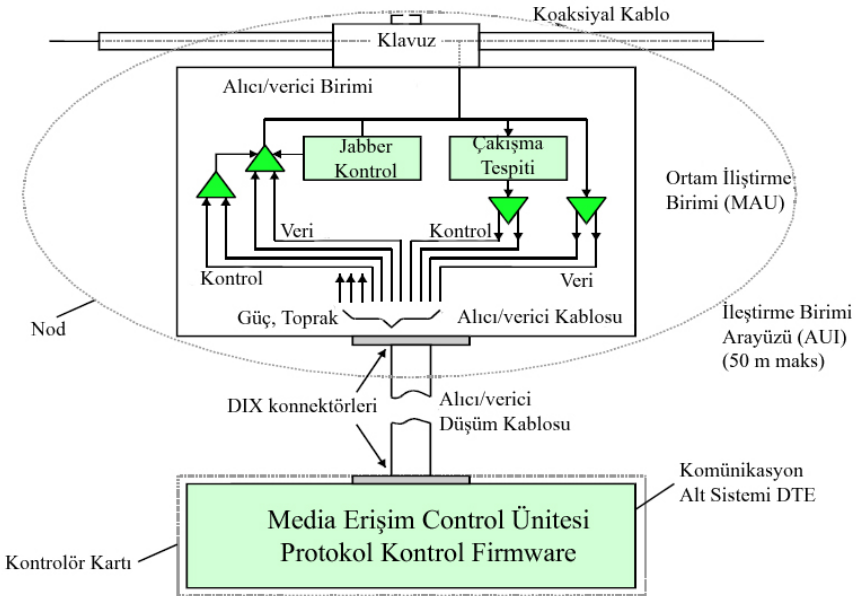
IEEE 802.3 standardı, bu standarda dayalı bir şebekede kullanılacak bir dizi kablo türünü ta-

nımlar. bunlar, koaksiyal kablo, bükmeli kablo çifti ve fiber optik kabloları içerir. Buna ek olarak, kullanılabilir, farklı sinyalizasyon ve iletim hızı standartları mevcuttur. Bunlar hem taban bant, hem de geniş bant sinyalizasyonunu ve 1 Mbps'den 10 Mbps'ye kadar olan hızları içerir. Bu standardın geliştirilmesi devam etmektedir ve bu kitapta, bu ünitenin devamında, Ethernet (100 Mbps) ve gigabit Ethernet (1000 Mbps) işlenecektir.

IEEE 802.3 standart dokümanları (ISO 8802.3), 10 Mbps'a kadar çeşitli kablo medyası ve iletim hızlarını destekler:

- 10BASE-2 – ince telli koaksiyal kablolar (0.25 inç çaplı), 10 Mbps, tek kablo bus
- 10BASE-5 – kalın telli koaksiyal kablo (0.5 inç çaplı), 10 Mbps, tek kablo bus
- 10BASE-T – perdesiz bükmeli kablo çifti (0.4-0.6 mm çaplı iletken), 10 Mbps, ikiz kablo bus
- 10BASE-F – fiber optik kablolar, 10 Mbps, ikiz kablo bus
- 1BASE-5 - perdesiz bükmeli kablo çifti, 1 Mbps, ikiz kablo bus (demode oldu)
- 10BROAD-36 – kablolu televizyon (CATV) türü kablo, 10 Mbps, geniş bant (demode oldu)

10Base5 sistemleri



Figür 5.4
10Base5 donanım bileşenleri

Bu bir koaksiyal kablo sistemidir ve Eternet sistemleri için kullanılan orjinal kabloyu kullanır, genelde, 'Thicknet' olarak adlandırılır. 50 ohm karakteristik empedansa sahip ve sarı veya turuncu renk kullanan koaksiyal bir kablodur. 10Base5 isimlendirmesinin anlamı; 10 Mbps; bir kablo üstünde, 500 metrelik segman uzunluklarını destekleyen taban band sinyalizasyonu. Bu kabloyla çalışılması zordur ve bu nedenle, normalde, doğrudan noda iletilemez. Bunun yerine, bir kablo tablasına konur ve verici/alıcı elektroniği (ortam iliştime birimi, MAU), doğrudan kablo üzerine kurulur. Buradan, bir ekleme birim arayüz (AUI) kablosu olan, bir ara kabloyla, NIC'e bağlantı kurulur. Bu kablo, maksimum 50 metre olabilir ve segman kablosunda varolmayan esnekliği kompanse eder. AUI kablosu, 5 ayrı korumalı çiftten oluşur – her iki tanesi (kontrol ve veri), iletim ve alım da; bir tanesi de güç için kullanılır.

Kabloya olan MAU bağlantısı, kablonun kesilmesi ve bir N-konnektörü ve koaksiyal bir ağacın eklenmesiyle veya daha yaygın olarak kullanılan bir 'arı iğnesi' veya 'vampir' kılavuzla yapılır. Bu mekanik bağlantı, doğrudan kablo üstüne kışaçlanır. Elektrik bağlantısı, merkezi iletkeni ve kablo kılıfında küçük bir delik açarak örgü teline fiziksel olarak tutunan sivri dişi birbirine bağlayan bir probe aracılığıyla sağlanır. Bu donanım bileşenleri, Figür 5.4'te gösterilmiştir.

Kablo üstündeki çoklu yansımaları önlemek için, bağlantının konumu önemlidir ve Thicknet kablosu, kılavuz eklemesi yapılabilecek yerleri belirlemek için, her 2.5 metrede bir, siyah veya kahverengi bir halkayla işaretlenir. Bağlanması gereken bir kaç nod varsa, fan çıkış kuturları kullanılabilir, bu sayede, her bir kılavuz, ayrı olarak bağlanmışcasına, sadece bir nodu besler. AUI kablosunun her iki ucundaki bağlantı, orjinal düzenekten sonra, çoğu zaman DIX konnektörü olarak adlandırılan bir sürgü mandalina sahip, 25-pin D-konnektörü ile sağlanır.

Eğer bir şebekede, bu kablolama mimarisi kullanılacaksa, bazı özel gereklilikler vardır. Bunlar:

- sinyal zayıflama sorunlarını önlemek için, segman uzunlukları, 500 metreden az olmalıdır
- Her bir segman üzerinde, 100'den fazla kılavuz bulunmamalıdır, yani, her bir bağlantı noktası, bir kılavuzu desteklemez
- Kılavuzlar, 2.5'un tam katları aralıklı yerleştirilmelidir
- Kablo, her iki uçta da 50 ohmluk sonlandırıcılarla, sonlandırılmalıdır
- 25.4 cm veya 10 inç'i geçen bükümler yapılmamalıdır
- kablonun bir ucu, topraklanmalıdır

Bir 10Base5 Eternet segmanının fiziksel taslağı, Figür 5.6'da gösterilmiştir.

Thicknet kablo, son zamanlara kadar (1995), bir omurga kablosu olarak kullanıldı, fakat 10BaseT ve fiber kablolar, daha popüler olmaya başladı. Bir MAU (kılavuz) ve AUI kablosu kullanıldığında, NIC kartı üstündeki, alıcı/vericinin kullanılmadığına dikkat edin. Bunu yerine, MAU içinde bir alı-

cı/verici bulunur ve bu, AUI aracılığıyla NIC'ten gelen güçle beslenir. Alıcı/verici, NIC'ten uzakta olduğundan, nod, bir çakışma olduğunda, sonlandırmanın, bunu tespit edeceğinden emin olmalıdır. Bu onaylama, MAU içinde yer alan, sinyal kalite hatası (SQE) veya kalp atışı test fonksiyonu ile sağlanır. Bus üstünde bir çakışma tespit edildiğinde, MAU'dan noda, bir SQE sinyali gönderilir. Buna rağmen, her bir çerçeve MAU tarafından iletiminin tamamlanmasından sonra, SQE sinyali, devrenin aktif olduğunu ve çakışma olabileceğini belirtmek için gönderilir. Bütün bileşenlerin SQE testini desteklemediğinin ve bunu destekleyen bir bileşenle, desteklemeyen bir bileşen kullanımının soruna yol açmayacağını farkında olmalısınız. Özellikle, eğer bir NIC, bir çerçeve iletiminden sonra bir SQE sinyali alırsa ve bunu beklemiyorsa, NIC, bunun bir çakışma olduğunu düşünür. Bunun sonrasında, kitapta daha sonra göreceğiniz gibi, NIC NIC bir karıştırma sinyali iletir.

10Base2 sistemleri

Koaksiyal kablo Ethernet şebekelerinin diğer bir türü, 10Base2'dir ve çoğu zaman, 'Thinnet' olarak veya 'Thinwire Ethernet' olarak adlandırılır. 50 ohmluk karakteristik empedans ve 5 mm çapında RG-58 A/U veya C/U kullanır. Kablo, normalde, nodlardaki NIC'lere, bir BNC-T-parça konnektörü ile bağlıdır ve kablolamada bir papaty teker yaklaşımını kullanır. Bağlantı gereklilikleri:

- Her iki uçta, 50 ohmluk sonlandırıcılarla sonlandırılmalıdır
- Bir kablo segmanının maksimum uzunluğu 185 metredir ve 200 metre değildir
- Her hangi bir segmana, 30'dan fazla alıcı/verici bağlanmaz
- Nodlar arasında en az 0.5 metre aralık bulunmalıdır
- İki 'Thicknet' segmanı arasında bir bağ segmanı olarak kullanılmamalıdır
- Minimum bükme yarıçapı 5 cm'dir

10Base2 Ethernet segmanının fiziksel taslağı Figür 5.7'de gösterilmiştir.

Thinnet kablolama, ucuz olması ve kolay şebeke kurulması yönüyle, her zaman popülerdir. Buna rağmen, bu yaklaşımın, bazı dezavantajları vardır. Bir kablo hatası, bütün sistemi çok hızlı biçimde çökertebilir. Bu tür bir sorunu önlemek için, kablo, çoğu zaman, duvar konnektörlerine, yap-kır konnektörleriyle birlikte bağlanmalıdır. Nodlara olan bağlantılar, aynı kablo türünün 'sinek uçlu'suyla yapılmalıdır. Kablo uzunluğunu hesaplariken, bu snek uçlarının uzunluğu, mutlaka hesaplamaya katılmalıdır. Sistemde, aynı zamanda, Thicknet bağlantısına benzer biçimde, nodlara AUI'lerle bağlantı yaparak, uzak MAU provizyonu da mevcuttur.

10BaseT

Ethernet şebekeleri için, 10BaseT standardı, noda bağlantı için, korumasız bükmeli kablo çifti (UTP) AWG24 kullanılır. Standardın, fiziksel topolojisi, nodların bir kablolama hubına veya bir yoğunlaştırıcıya bağlandığı, yıldız topolojisidir. Yoğunlaştırıcılar, koaksiyal veya fiber optik olan bir omurga

kablosuna bağlanabilir. Nod kablosu, aslında bütün yeni kurulumlarda kategori 5 olarak önerilse de, kategori 3 veya kategori 4 türü kablo olmalıdır. Bu sayede, daha hızlı şebekeler yaygınlaştığı zaman, bir yükseltme sağlayabilirsiniz ve kablolama maliyetine düşük bir kablo maliyeti eklenir. Nod kablosu maksimum 100 m olmalıdır; alım ve iletim işlemi için iki bükmeli çift içermelidir ve bir RJ-45 priziyle bağlanmalıdır. Kablolama hubı, dahili olarak, yerel bir bus olarak düşünülebilir ve bu nedenle, topoloji, mantıksal bus topolojisi olarak düşünülebilir. Figür 5.8, nodların, hub aracılığıyla nasıl birbirine bağlandığını göstermektedir.

Çakışmalar, NIC tarafından tespit edilir ve hub tarafından bütün çıktı çiftlerine, bir girdi sinyali iletilmelidir. Hubın içindeki elektronik, en güçlü yeniden iletilen sinyalin, zayıf girdi sinyaliyle etkileşmesini engellemelidir. Bu etki, uzak uçta diyafoni olarak bilinir (FEXT) ve özel uyumlu diyafoni eko giderme devreleriyle üstesinden gelinir.

Bazı dezavantajları olmasına rağmen, bu standart, yeni şebekelerde popüler olmaya başlamıştır:

- Kablo, elektrostatik elektrik gürültüsüne çok fazla dirençli değildir ve bütün endüstriyel ortamlar için uygun olmayabilir
- Kablo pahalı olmamasına rağmen, kablolama hublarının ek maliyeti göz önünde bulundurulmalıdır
- Noddan huba olan kablo mesafesi, 100 m ile sınırlıdır

Sistemin avantajları:

- Hangi hub uçlarının bilgi aldığını belirleyen akıllı hublar mevcuttur. Bu, şebekenin güvenliğini artırır – bu, Ethernet gibi geniş bant, ortak medya şebekelerinde olmayan bir özelliktir
- Yeni bir binaya, ilk başta gerekenden fazla kablolama noktası sağlayan bir kablolama yapılabilir fakat ilerde genişlemeye yönelik, büyük esneklik sağlar. bu yapıldığı zaman, genelde, daha fazla esneklik sağlaması açısından, yama panelleri – veya aşağı zımbalama blokları – kurulur.

10BaseF

Bu standart, 10BaseT standardı gibi, kablolama hubı kullanan yıldız topolojisine dayanır. gerçek standart, diğer alanlardaki gelişmelerin beklenmesi için ertelenmiş ve Eylül 1993'te onaylanmıştır. Üç mimari içerir:

• 10BaseFL

Mevcut fiber optik dahili tekrarlayıcı bağ (FOIRL) standardına, 2 km'lik bir yükseltme sağlamış bir fiber bağ segman standardıdır. 802.3 standardında belirlenen orjinal FOIRL, bağda 5 segman bulunması halinde, maksimum 2.5 km olmak üzere, iki tekrarlayıcı arasındaki bağı 1 km fiberle sınırlıyordu. Bunun, bir şebekedeki iki tekrarlayıcı arasında bir bağ olduğunu ve buna bir nod bağ-

lanamayacağına dikkat edin.

- **10BaseFP**

Pasif bir fiber optik yıldız eşleyicisinin kullanımına dayanan bir yıldız şebeke topolojisidir. Yıldız başına 33'e kadar porta izin verilir ve her segman, en fazla 500 m uzunluğa sahiptir. Pasif hub, harici gürültüye tamamen kapalıdır ve gürültülü endüstriyel ortamlar için mükemmel bir seçimdir.

- **10BaseFB**

Verinin, eşzamanlı olarak iletilebildiği, bir fiber omurga bağ segmanıdır. Bu sadece, tekrarlayıcıları bağlamak için tasarlanmıştır ve bu standardı kullanacak tekrarlayıcılar, dahili bir alıcı/verici bulundurulmalıdır. Bu, bir çerçevenin, tekrarlayıcı hubı üstünden geçmesi için gereken transfer süresini azaltır. Maksimum bağ uzunluğu, 2 km'dir; aslında 15'e kadar tekrarlayıcı kullanılarak büyük bir şebeke esnekliği sağlanabilir.

10Broad36

802.3 standardı içerisinde yer alan bu mimari, artık yeni bir sistemle birlikte kurulmamaktadır. Bu, Eternet'in bir geniş bant versiyonudur ve iletim için 75 ohmluk bir koaksiyal kablo kullanır. Her bir alıcı/verici sadece bir frekans üstünde iletim ve diğer bir frekans üstünde alım gerçekleştirir. Tx/Rx dizileri, 14 MHz'lik bant genişliği ve çakışma tespiti ve raporlama için ek bir 4 MHz'lik bant gerektirir. Toplam gerekli bant genişliği 36 MHz'tir. Kablo, 1800 m ile sınırlıdır çünkü her bir sinyal, kabloyu iki kez katetmek zorundadır, bu nedenle, en kötü durumda, mesafe 3600 m'dir. Bilimsel adını, bu değerden alır.

1Base5

802.3 standardı içerisinde yer alan bu mimari, artık yeni bir sistemle birlikte kurulmamaktadır. Hub tabanlıdır ve UTP ile maksimum 500 m'lik bir veri iletim ortamı kullanır. Buna rağmen, sinyalizasyon 1 Mbps'dir ve bunun anlamı, 10 Mbps'lik bir şebekede kullanılacaksa, özel bir yaklaşım kullanılmalıdır. Bunun yerini, 10BaseT almıştır.

Çakışmalar

Çakışmaların, CSMA/CD şebekesinin bir parçası olduğunun farkına varmış olmalısınız. Çakışmaları izleme ve tespit etme, bir nodun paylaşılmış ortama erişimi için kullanılan bir metottur. Sadece, aşırı derecede çakışmalar olduğunda, sorun yaratır. Bu, mevcut kablo bant genişliğini azaltır ve tekrar iletime girişimleriyle sistemi yavaşlatır. Gerçek zamanlı endüstriyel kontrol şebekelerinde, bu tür tekrar iletimlerinde oluşan zaman gecikmeleri, üzerinde durulması gereken bir husustur. Çakışmalar, kısa segman uzunluğu ve düşük trafik yoğunluğu ile azaltılabilir. Gerçek zamanlı sistemlerde, çakışmaları azaltmak için, % 5'lik bir trafik yoğunluğu tercih edilir.

MAC çerçeve formatı

Bir 802.3 şebekesi için temel çerçeve formatı, aşağıdaki figürde gösterilmiştir. Her bir çerçevede, 8 alan bulunur ve her biri detaylı olarak anlatılacaktır.

Önbaşlangıç: Bu alan, 7 oktetlik 10101010 veri dizisi içerir. Bu, alıcının, kendini, vericiye senkronize etmesini sağlar.

Başlangıç çerçevesi kısıtlayıcısı: Bu tek oktetlik alan, 10101011 veri dizisini içerir. Bu, alıcıya, adres alanının başladığını bildirir.

Kaynak ve hedef adresler: Bu, hem kaynak, hem de hedefin, fiziksel adresleridir. Bu alanlar, 2 oktetten 6 oktet uzunluğuna kadar olabilir. 6 oktetlik standart, en yaygın kullanılan uzunluktur. Altı oktetlik alan, iki adet 3 oktetlik bölme ayrılır. İlk 3 oktet, bu tür NIC'lerin tamamının bağlı bulunduğu blok numarasını gösterir. Bu, lisans numarasıdır ve bu şirket tarafından üretilen bütün kartlar, aynı numaraya sahiptir. İkinci 3 oktetlik blok, cihaz belirleyicisidir ve her bir kart, üreticinin lisansı altında, farklı özel bir adrese sahiptir. Bunun anlamı, Eternet kartlarında, 248 farklı adresin mümkün olmasıdır.

Mevcut üç adres modu vardır. Bunlar:

- Geniş yayın – hedef adresin tamamı 1'e veya FFFFFFFF'e ayarlanır.
- Çoklu yayın – hedef adresin ilk biti 1'e ayarlanır. Bu grup sınırlı iletişim sağlar.
- Özel veya noktadan-noktaya – adresin ilk biti 0'a ayarlanır ve geri kalanı, hedef noda göre ayarlanır.

Uzunluk: Veri alanının uzunluğunu belirten 2 oktetlik alandır. Bu, çerçevede bir bitiş sınırlayıcısının olmaması yüzünden gereklidir.

Bilgi: LLC alt katmanından gönderilen bilgi

Pad: Çakışma mekanizmasının çalıştığından emin olmak için, iletilmesi gereken 64 oktetlik bir çerçevenin çerçevenin bir minimum uzunluğu olduğundan (512 bit veya ön başlangıç dahil edilirse 576), pad alanı, bu gerekliliğe uymayan herhangi bir çerçeveyi doldurmada kullanılır. Bu pad, eğer kullanılırsa, rasgele veriyle doldurulur. Veri üstünde, CRC, pad alanındaki veriden hesaplanır. CRC denetimleri tamamsa, alıcı nodu, pad verisini, uzunluk verisine bakarak harif tutar.

FCS: Verici donanımında hesaplanan ve çerçeveye eklenen, 32 bit uzunluğundaki CRC değeri. Bu, alıcı nodu tarafından, çerçevenin bütünlüğünü belirlemek için denetlenir.

Yüksek hızlı Eternet sistemleri

Dünya çapında, 200 milyonun üstünde noda kurulmuş olan Eternet, bir şebekede bilgisayarları

bağlamada, en popüler metot olmasına rağmen, 10 Mbps'lik hızı, veri duyarlı veya gerçek zamanlı uygulamalar için uygun değildir.

Felsefi açıdan bakacak olursak, bir şebeke üstünde hızı arttırmanın, bir çok yolu vardır. Kavramsal olarak, en kolay yol, bant genişliğini ve veri sinyal değişim hızını arttırmaktır. Bu daha geniş bir banda sahip ortam gerektirir ve bakır kablolar üstünde, giderilmesi zor olan çok yüksek frekanslarda elektrik gürültüsü oluşturur. İkinci yaklaşım, seri veri iletiminden, her bir noktada çoklu devrelerin bulunduğu, paralel veri iletimine geçmeyi gerektirir. Bir üçüncü yaklaşım, her bir elektrik değişiminde, bir bittin fazla verinin iletilmesini sağlayan, veri sıkıştırma teknikleri kullanmaktır. 1000 Mbps gigabit Ethernet'le kullanılan bir dördüncü yaklaşım, devreleri, tam dubleks modda çalıştırarak, her iki yönde eşzamanlı iletim sağlamaktır.

Yukarıda bahsedilen üç yaklaşım da, günümüz yüksek hızlı LAN teknolojilerinde, fiber optik ve bakır kabloları üstünde, 100 Mbps hızlı Ethernet ve 1000 Mbps gigabit Ethernet iletimini sağlamak için kullanılır.

Kablo sınırlamaları

Tipik olarak, bir çok LAN sistemi, koaksiyal kablo, korumalı (STP), korumasız bükmeli kablo çifti (UTP) veya fiber optik kablolar kullanır. Koaksiyal kablonun kapasitansı, yüksek frekans iletiminin gerçekleştirilebileceği mesafe üstünde kısıtlama getirir. Sonuç olarak, yüksek hızlı LAN sistemleri, koaksiyal kablo kullanmazlar.

Korumasız bükmeli çift, açıkçası, kurulum kolaylığı ve düşük maliyetinden dolayı popülerdir. Bu, 10BaseT Ethernet standardının temelini oluşturur. Kategori 3 kabloları, sadece 10 Mbps'lik hızlara olanak tanıırken, kategori 5 kabloları, standart kablolardaki dört çift, bir çok paralel veri dizisini işlemeyi sağlarken, 100 Mbps'lik veri hızlarına ulaşabilir.

Gördüğümüz gibi, fiber optik kablolar, çok büyük bant genişliklerine sahiptir ve gürültüye karşı mükemmel bir dayanıklılığa sahiptirler ve bu nedenle, yüksek hızlı LAN sistemleri için, seçilmesi gereken kablolardır.

100Base-T (100Base-TX, T4, FX, T2)

Hızlı Ethernet genel açıklamaları

Bu hızı geliştirmek için, çeşitli gelişmiş fiziksel medyaya bağlı (PMD) katmanları ile, mevcut Ethernet MAC katmanını kullanan, 100 Mbps iletim için tercih edilen yaklaşımdır. Bunlar, IEEE 802.3u ve 802.3y standartlarında açıklanmıştır:

IEEE 802.3u, bu fiziksel medyaya bağlı üç farklı versiyon tanımlar:

- 100Base-TX, iki çift kategori 5, UTP veya STP kullanır
- 100Base-T4, dört çift kategori 3, 4, 5, veya UTP kullanır

- 100Base-FX, çok modlu veya tek modlu fiber optik kablo kullanır

IEEE 802.3y:

- 100Base-T2, iki çift kategori 3, 4, veya 5 UTP kullanır

Bu yaklaşım mümkündür çünkü orjinal 802.3 belirlemesi, MAC katmanını, desteklediği çeşitli fiziksel PMD katmanlarından bağımsız tanımlamıştır. MAC katmanı, Ethernet çerçevesinin formatını ve CSMA/CD erişim mekanizmasını tanımlar. Zaman bağımlı parametreler, 802.3 belirlemesinde, bit zaman aralıklarına göre belirlenir ve bu nedenle, hızdan bağımsızdır. 10 Mbps Ethernet InterFrameGap, mutlak 9.60 mikrosaniye olarak tanımlanırken, 96 bit zamanına karşılık gelir; 100 Mbps sistemi, bunu 10 kat azaltarak 960 nanosaniyeye düşürür.

100Base-T sistemlerinin sınırlamalarından biri, çakışma alanının ebatıdır; 250 m. Bu, çakışmaların belirlenebileceği maksimum ebatlı şebekedir. Bu, 10 Mbps'lik bir şebekenin, onda biridir. Bu, 10base-T'de olduğu gibi, çalışma istasyonu ve hub arasındaki mesafeyi 100 m ile sınırlar, fakat, bir çakışma alanında, sadece bir hub'a izin verilir. Bunun anlamı, 200 m'den büyük şebekeler, köprü, router ve anahtarlar gibi depola ve ileri yönde ilet türü cihazların, mantıksal olarak birbirine bağlama zorunluluğudur. Buna rağmen, bu, her bir çakışma alanındaki, trafiği ayırarak, şebekedeki çakışmaları azaltmasından dolayı kötü bir durum değildir. Trafik ayırma işlemi için, bu tarzda köprü ve router kullanımı, endüstriyel CSMA/CD şebekelerinde sık rastlanan bir durumdur.

Dominant 100Base-T sistemi, 100Base-TX'tir. Bütün Ethernet kullanımlarının, % 95'ini oluşturur. 100Base-T4 sistemleri, 4 çift kategori-3 kablosu kullanımı için geliştirilmiştir; buna rağmen, çok az sayıda kullanıcıda, yedek kablo mevcuttur ve T4 sistemleri, tam dubleks işlem yapma kapasitesine sahip değildir, bu nedenle, bu sistem, geniş çapta kullanılmamaktadır. 100Base-T2 sistemleri, bu aşamada, henüz pazara sunulmamıştır, buna rağmen, bunun alt yapı teknolojisi, dijital sinyal işleme (DSP) tekniklerini kullanarak, 1000Base-T sistemleri için, iki çift kategori-5 kablolar kullanılmaktadır. Kategori-3 kablolarının önemini yitirmeye başlamasıyla, 100Base-T2 sistemlerinin, belirgin kullanım alanı bulamayacağı düşünülmektedir.

100Base-TX ve FX

Bu, iki çift kategori-5 bükmeli çift veya iki çoklu mod fiber kullanır. Veri güvenliği için, dizi şifre karıştırma ve MLT-3 kodlaması kullanır. Çok seviyeli eşik değeri-3 (MLT-3) bit kodlaması, üç seviyeli voltaj kullanır. +1 volt, 0 volt ve -1 volt. Seviye, ardışık sıralanan aynı bitler için aynı kalır, yani, sürekli '1' gibi. Bir bit değişimi olduğunda, voltaj seviyesi, dairesel olarak, 0V, +1V, 0V, -1V, 0V şeklinde değişir. Bu, kodlanmış bir sinyal verir. Bu, gelen, bit dizisinden, düşük frekanslı, daha düzgün bir sinüs dalga elde edilmesini sağlar. Dolayısıyla, bir 31.25 MHz temel bant sinyali için, 125 Mbps'lik sinyalizasyon bit dizisi için, 100 Mbps'lik (4 B/5B kodlayıcı) iletim sağlar. MAC, bir NRZ kodu çıktısı verir. Bu kod, daha sonra bir karıştırıcıya gönderilir. Bu sayede, NRZI çıktısında, geçersiz grupların olmadığı teyit edilir. NRZI değiştirilmiş veri, üç seviyeli kod bloğundan geçirilir

ve çıktı alıcı/verici'ye iletilir. Kod kelimeleri, seçici biçimde seçili, bu nedenle, ortalama hat sinyal hattı sıfırdır, diğer bir deyişle, hat, DC dengelidir.

Üç seviyeli kod, daha düşük frekanslı bir sinyal sağlar. Gürültü toleransı, çok seviyeli kodlama sisteminden dolayı, 10Base-T kadar yüksek değildir; dolayısıyla veri dereceli (kategori-5) kablosu gereklidir.

İki çift tel, RJ-45 konektörleri ve bir hub, 100Base-TX'in gereklilikleridir. Bu faktörler ve nodlar ve hublar arasındaki 100 m'lik bir mesafe, 10Base-T'ye çok benzer bir mimari oluşturur.

100Base-T4

100Base-T4 sistemleri, dört çift kategori-3 UTP kabloları kullanır. Veri, MLT-3'e benzer, sekiz ikilik altı üçlük (8B/6T) kodlama sistemiyle kodlanır. Veri, bit süresi başına, üç voltaj seviyesi kullanılarak kodlanır; +V, 0 ve -V. Bunlar, kısaca, +, 0 ve - olarak yazılır. Bu kodlama sistemi, 8 bitlik ikilik verinin, altı üçlük sembole kodlanmasını sağlar ve gerekli bant genişliğini 25 MHz'e düşürür. 256 kod kelimesi seçilir, bu nedenle, hat, 0 voltluk ortalama hat sinyaline sahiptir. Bu, alıcının, sıfır voltaj seviyesine göre, artı ve eksi voltajları ayırt etmesine yardımcı olur. Kodlama, sadece 0 ve +1 değerlikli kod kelimelerini kullanır. Aynı zamanda, saat senkronizasyonu için, iki sinyal geçişini kullanır. Mesela, 20H veri byte'ı, bileşik değerliği 0 olan, +-+-00'dır. 40H veri byte'ı, bileşik değerliği +1 olan, -00+0+'dır.

Eğer +1 değerlikli kod kelimeleri sürekli dizi halinde gönderilirse, ortalama sinyal, sıfırdan uzaklaşacaktır – bu, DC'den ayrılma olarak da bilinir. Bu, alıcının, ortalama voltaj beklentisinden dolayı, veriyi yanlış yorumlamasına sebep olur; ortalama değerliği '+1' olan referans sinyal almaya başlar. Bunu engellemek için, iletimden önce, işaret değişimli +1 değerlikli kod kelimeleri dizisi gönderilir. Bir dizi ardışık 40H byte'ı gönderildiğini düşünün. Kod kelimesi, -00+00'dır ve bunun değerliği +1'dir. Bu, -00+0+, +00-0-, -00+0+, +00-0- olarak gönderilir. Sonuçta elde edilen dizinin, ortalama değeri 0'dır. Alıcı, geri kodlama gerçekleştirmeden önce, bütün dönüşümlü kod kelimelerini geri dönüştürür.

Bu sinyaller, üç çift paralel kategori-3, 4 veya 5 UTP kablosuyla, yarı dubleks modda iletilir. Çakışma tespit sinyal alımı için, dördüncü bir tel çifti kullanılır.

100Base-TX ve 100Base-T4, alıcı vericide medyadan bağımsız bir arayüz ve hub2ta uyumlu (Sınıf 1) tekrarlayıcı arasında çalışabilir şekilde tasarlanmıştır. Nod'tan hub'a maksimum 100 m mesafe ve maksimum 250 m çaplı şebekeleri destekler – hub2tan hub'a maksimum mesafe 10 m'dir.

100Base-T2

IEEE, 100Base-T2 sistemini 1996'da, IEEE 802.3y standardı olarak yayınlamıştır fakat şu aşamada henüz piyasaya sunulmamıştır. Bu, 100Base-T4'ün eksikliklerini gidermek için tasarlanmıştır ve tam dubleks 100 Mbps'lik iletimlerin, kurulumlara, sadece kategori 3 kablo çiftleriyle erişimini

sağlamıştır. Standart, 100Base-TX'ten 2 yıl sonra tamamlanmıştır; bu aşamada TX'ler pazarın dominant unsuru haline geldiğinden, T2'lerin ticari olarak üretimi yapılmamıştır. Buna rağmen, burada, alt yapı teknolojisinde dijital sinyal işleme (DSP) teknikleri kullanıldığından ve 100Base-T sistemleri için, iki çift kategori-5 çifti ile beş seviyeli kodlama (PAM-5) yapıldığından dolayı referans olarak belirtiliyor.

100Base-T2 sistemlerinin özellikleri:

- İki çift kategori-3, 4 veya 5 UTP kullanır
- İki çifti eşzamanlı iletim ve alım için kullanır – bunlar yaygın olarak çift dubleks iletim olarak bilinir. Bu, dijital sinyal işleme (DSP) teknikleri ile sağlanır.
- Sembol başına iki bit iletmek için, darbe genlik modülasyonu (PAM 5) olarak adlandırılan beş faz açısıyla, beş seviyeli kodlama sistemi kullanır.

100Base-T hubları

IEEE 802.3u spesifikasyonu, iki sınıf 100Base-T hub'ı tanımlar, bunlar normalde, tekrarlayıcı olarak adlandırılırlar:

Sınıf I, veya çevirim tekrarlayıcıları, hem TX/FX hem de T4 sistemlerini destekler

Sınıf II, transparan tekrarlayıcılar, sadece bir sinyalizasyon sistemini destekler.

Sınıf I tekrarlayıcılar, her iki sinyalizasyon standardını desteklemesi açısından, büyük gecikmeye sahiptir (0.7 μ s maksimum) ve bu nedenle, her bir çıkışma alanında, sadece 1 hub'a izin verir. Sınıf I tekrarlayıcılar, her gelen TX veya T4 paketini, medyadan bağımsız arayüzde (MII) tamamen dijital hale kodlar ve daha sonra, bu paketleri, hub'ın diğer her bir portundan, analog sinyal olarak gönderir. Bütün T4 portlarına veya TX ve T4 portlarının kombinasyonuna sahip (bunlara çevirim tekrarlayıcıları denir) sahip tekrarlayıcılar mevcuttur. Bunların taslağı, Figür 5.11'de gösterilmiştir.

Sınıf II tekrarlayıcılar, portları (hepsi aynı türden) analog seviyede bağlayarak, 10Base-T tekrarlayıcılar gibi çalışır. Bunların, tekrarlamaları arasındaki gecikmeler, daha düşüktür (0.46 μ s maksimum) ve bu nedenle, aynı çıkışma alanında iki hub'a izin verilir fakat aralarındaki mesafe sadece 5 m olmalıdır. Alternatif olarak, bütün fiber şebekelerinde, fiber segmanlarının toplam uzunluğu, 228 m'dir. Bu, tekrarlayıcı veya herhangi bir kombinasyon arasında 28 m'lik mesafe ile, nodlara mesafesi 100 m olan iki segmana izin verir. Günümüzde mevcut olan bir çok hızlı Ethernet tekrarlayıcıları, sınıf II tipindedir.

100Base-T adaptörleri

Adaptör kartları, standart 100 Mbps ve 10/100 Mbps olarak mevcuttur. Bahsedilen ikinci kartlar, hub'ta her türlü hızlı sistemlerle çalışabilir türdendir.

Hızlı Eternet tasarım hususları

UTP Kablolama Uzaklıkları 100Base-TX/T4

UTP hub'ı ve masaüstü NIC'i arasındaki maksimum mesafe, 100 m'dir; aşağıdaki gibi kurulur:

- Hub'tan yama paneline 5 m
- Yama panelinden delikli ofis bloğuna yatay kablolama ile 90 m
- Delikli kart bloğundan masaüstü NIC'ine 5 m

Fiber optik kablo uzaklıkları 100Base-FX

Çok modlu kabloların (62.5/125) aşağıdaki maksimum kablo mesafeleri, 100Base-T bit stoğu ile uyumludur (Bölüm 5.9.3'e bakınız):

- Nod'dan hub'a: çok modlu kablo (62.5/125) ile maksimum mesafe, 160 m'dir (tek bir sınıf I tekrarlayıcı kullanan bağlantılar için)
- Nod'dan anahtara: maksimum çok modlu kablo mesafesi, 210 m'dir
- Anahtardan anahtara: iki 100Base-FX anahtar portu arasında bir omurga bağlantısı için maksimum çok modlu kablo mesafesi 412 m'dir
- Anahtardan anahtara tam dubleks: iki 100Base-FX anahtar portu arasında tam dubleks bir bağlantı için maksimum çok modlu kablo mesafesi 2000 m'dir

Not: IEEE, 802.3u standardında, tek modlu fiber kullanımını içermemiştir. Buna rağmen, çeşitli dağıtıcılar, tek modlu fiber kullanımıyla, anahtardan anahtara, 10 veya 20 km'ye varan bağlantı sağlamaktadır.

100Base-T tekrarlıma kuralları

100Base-T çakışma alanında kullanılacak, kablo mesafesi ve tekrarlayıcı sayısı, kablodaki ve tekrarlayıcılar ve NIC'lerdeki gecikmeye bağlıdır. 100Base-T sistemleri için, maksimum yuvarlak dolaşım gecikmesi, 64 byte'lık veya 512 bitlik verinin iletimidir yani, 5.12 μ s'dir. Bir çerçeve, ileticiden en uzak noda, oradan da tekrar ileticiye, çakışma tespiti için bu dolaşım süresi içinde gidebilmelidir. Bu sebeple, tek yönlü zaman gecikmesi, bu sürenin yarısı olacaktır.

Maksimum ebatlı çakışma alanı, aşağıdaki hesaplamayla bulunabilir:

Tekrarlayıcı gecikmeleri + Kablo gecikmeleri + NIC gecikmeleri

+ Güvenlik faktörleri (en az bit) < 2.56 μ s

Aşağıdaki Tablo 5.1, çeşitli bileşenler için, tek yönlü tipik gecikme sürelerini içeriyor. Kendi özel bileşenleriniz için tekrarlayıcı ve NIC gecikmeleri, üreticinizden temin edilebilir.

Notlar: Eğer istenen mesafe çok büyükse, bir tekrarlayıcı yerine bir anahtar kullanarak yeni bir çakışma alanı oluşturmak mümkündür. Bir çok 100Base-T tekrarlayıcıları, birbirlerinin üstüne kurulum şeklinde çoklu birimler halinde kullanılabilir ve bunlar hızlı bir arka düzlem bus'ı ile birbirine bağlanır. Bu tür bağlantılar, bir tekrarlayıcı sığması sayılmazlar ve bu düzenek, tek bir tekrarlayıcı gibi hareket eder.

Gigabit Ethernet 1000Base-T

Gigabit Ethernet özeti

Gigabit Ethernet, 10 Mbps ve 100 Mbps Ethernet sistemleriyle, aynı 802.3 çerçeve formatını kullanır. Bu, 1 Gbps'ta, hızlı Ethernet'in saat hızının 10 katı hızıyla çalışır. Ethernet'in önceki versiyonlarında olduğu gibi, aynı çerçeve formatını kullanarak, önceki versiyonlarla, geri uyumluluk sağlanır ve bu sayede, cihazlara, Ethernet ürünleriyle, daha yüksek bir bant genişliği bağlantı sistemi sunularak, çekiciliği artar.

Gigabit Ethernet, IEEE 802.3z standardı ile tanımlanmıştır. Bu, üç farklı fiziksel katmanla birlikte, Gigabit Ethernet medya erişim kontrol (MAC) katman işlevini tanımlar: 1000Base-LX ve 1000base-SX, fiber kullanır; 1000Base-CX bakır kablo kullanır. IBM, bu fiziksel katmanları, ANSI fiber kanal sistemleri için geliştirdi ve yüksek hızlı sinyaller göndermek için gerekli olan 8B/10B kodlaması kullandı. IEEE, gigabit medyadan bağımsız arayüz kullanarak (GMII), fiber kanalını Ethernet MAC ile birleştirdi ve mevcut fiber kanal PHY çiplerinin kullanıma yönelik, elektriksel arayüz tanımladı. Bu sayede, gelecekte geliştirilecek fiziksel katmanların eklemesi daha kolay olacaktır.

1000Base-T, dört çift kategori-5 kablo veya daha iyi bakır kablo üzerinden daha iyi servis sağlamak için geliştirildi. Daha önce de anlatıldığı gibi, bu, 100Base-T ile aynı teknolojiyi kullanır. Bu gelişim, IEEE 802.3ab standardı ile tanımlanmıştır.

Bu Gigabit Ethernet versiyonları, Figür 5.12'de özetlenmiştir.

Gigabit Ethernet MAC katmanı

Gigabit Ethernet, standart 802.3 çerçeve formatını korumuştur, buna rağmen, CSMA/CD algoritması, 1 Gbps'ta işlevsel olarak etkili biçimde çalışabilmesi için, bazı küçük değişimler geçirmiştir. Hem 10 Mbps, hem de 100 Mbps'ta kullanılan 64 byte'lık zaman bölmesi, 512 byte'a çıkarılmıştır. Bu arttırılmış zaman bölmesi olmadan, şebeke, hızlı Ethernet'in onda biri büyüklüğünde olacaktı – sadece 10 m.

Zaman bölmesi, iletilen nod'un, ortam kontrolünü elinde tuttuğu ve çakışma tespitinden sorumlu zaman olarak tanımlanır. Gigabit Ethernet'lerde, bu hızı, 8 katına çıkarmak gerekliydi, yani 10 kat hız sağlamak için 4.096 µs. Bu sayede, 200 m'lik bir çakışma alanı sağlanır.

Eğer iletilen çerçeve, 512 byte'dan küçükse, iletilen, 512 byte'lık çerçeveyi doldurmak için iletme

devam eder. Çerçevesi işaretlemek için, 512 byte'tan daha küçük bir taşıyıcı genişletme sembolü kullanılır ve çerçevenin geri kalanı bu işaretle doldurulur. Bu, Figür 5.13'te gösterilmiştir.

Şebeke ebat sorununu çözmek için, bu, basit bir teknik gibi görünse de, bazı endüstriyel kontrol sistemlerinde olduğu gibi, eğer çok fazla sayıda kısa çerçeveler gönderilirse, bu, bir sorun yaratabilir. Örnek olarak, 64 byte'lık bir çerçeveye, 448 taşıyıcı genişletme sembolü eklenir ve bu, % 10'dan daha az bir kullanımdır. Bu kaçınılmazdır fakat paket patlatma denilen bir teknikle, çok sayıda kısa çerçeve gönderimi ile, etkisi azaltılabilir. Bir patlamadaki, ilk çerçeve, 512 byte'lık çakışma penceresinden geçtiğinde, eğer gerekliyse taşıyıcı genişletme kullanarak, patlamaya eklenen çerçevelerin iletimiyle devam edilir. Bu, patlama limiti 1500 byte'a ulaşana kadar devam ettirilebilir. Bu, bir dizi çerçevede, gereksiz taşıyıcı genişletme sembolü için harcanacak zamandan tasarruf anlamına gelir. Patlamanın ebatı, gönderilen çerçeve sayısına ve bunların uzunluklarına bağlıdır. Çerçeveler, patlamaya gerçek zamanlı olarak eklenir ve her bir paket arasına çerçeve genişletme sembolü konur. Patlamada gönderilen toplam byte sayısı, her bir çerçeveden sonra toplanır ve iletim, 1500 byte'a ulaşana kadar devam ettirilir. Bu işlem, Figür 5.14'te gösterilmiştir.

Yatay fiber için 1000Base-SX

Bu Gigabit Ethernet versiyonu, yatay şebeke kablolama için, kısa omurga bağlantıları için geliştirilmiştir. SX sistemleri, sadece çok modlu fiber kullanımıyla, en ucuz 850 nm dalga boyuna sahip lazer diyotlar kullanılarak tam dubleks modda çalışır. Desteklenen maksimum mesafe, bant genişliğine ve kullanılan fiber optik kablunun zayıflatmasına bağlı olarak 200 ile 550 m arasındadır. Günümüzde mevcut olan standart 1000Base-SX NIC'leri, tam dublektir ve SC fiber konnektörlerle kullanılırlar.

Dikey ana hat kablolama için 1000Base-LX

Bu versiyon, dikey şebeke kablolaması için daha uzun omurga bağlantılar için geliştirilmiştir. LX sistemleri, daha pahalı 1300 nm lazer diyotlarıyla, tek modlu veya çok modlu fiberler kullanabilirler. tam dubleks modda çalışan bu sistemler için IEEE tarafından önerilen maksimum mesafeler, tek modlu fiber kablo için 5 km, çok modlu fiber kablo için 550 m'dir. Bir çok 1000Base-LX sağlayıcıları, 10 km gibi daha büyük mesafeleri garanti etmektedir. 80 km'ye kadar servis sağlamaya yarayan fiber uzatıcılar mevcuttur. Günümüzde mevcut standart 1000Base-LX NIC'leri, tam dublektir ve SC fiber konnektörler kullanır.

Bakır kablolama için 1000Base-CX

Bu Gigabit Ethernet versiyonu, kapalı bir kablolama ağında, anahtar, hub veya routerlar için arası kısa bağlantılar için geliştirilmiştir. Bu, IBM jeton halka sistemlerinde kullanılan, 150 ohm'luk twinax kablo için tasarlanmıştır. IEEE, iki tür konnektör belirlemiştir: yüksek hızlı, seri veri konnektörü (HSSDC), fiber kanal stil 2 konnektör olarak bilinir ve IBM jeton halka sistemlerinde kullanılan, dokuz pinli D-alt minyatür konnektör. Maksimum kablo uzunlukları, hem tam dubleks hem de

yarı dubleks mod için 25 m'dir.

Farklı anahtarları bağlayana sistemler, henüz pazarda mevcut değildir. Tercih edilen bağlantı düzenlemeleri, şase tabanlı ürünleri, bir arka düzlem aracılığıyla; üstüste bağlanabilir hubları, düzenli bir fiber port aracılığıyla bağlamaktır.

5 UTP kategorisi için 100Base-T

Bu gigabit Ethernet versiyonu, IEEE 802.3ab standardı altında, dört çift kategori-5 çifti veya daha iyi bir kablo üzerinden iletim için geliştirilmiştir. Bu, her iki dört çift üzerinden, eş zamanlı iletim ve alımla sağlar. Bunu, iletim ve alım için özel çiftlere ihtiyaç duyan mevcut 100Base-TX sistemi ile karşılaştırın

Bu sistem, 100Base-T2 için geliştirilen, PAM 5 veri kodlamasını kullanır. Bu, beş voltaj seviyesini kullanır, bu nedenle, gürültüye karşı dayanıklılığı düşüktür, buna rağmen, her bir çiftin gerçekleştirdiği dijital sinyal işleme (DSP), bu alanlardaki sorunların üstesinden gelir. Sistem, 100Base-T2 sistemine göre, on kat hızlı iletimi, iki kat fazla çift kullanımı (4) ve beş kat hızlı saat frekansı (125 MHz) kullanımıyla gerçekleştirir.

Gigabit Ethernet full dubleks tekrarlayıcılar

Gigabit Ethernet nodları, tamponsuz anahtarlar veya tamponlu dağıtıcılar olarak adlandırılan, tam dubleks tekrarlayıcılara bağlanmıştır. Bu cihazlar, her bir portta, temel bir MAC işlevi görürler. Bu sayede, bir çerçevenin tamamının alınmasını ve çerçeve denetim işleminin (CRC) hesaplanarak çerçeve geçerliliğinin denetlenmesini sağlar. Daha sonra, çerçeve, tekrarlayıcının diğer portlarına iletilmeden önce, portun dahili hafızasına tamponlanır. Bu sayede, bir tekrarlayıcının ve anahtarın işlevlerinin bir kombinasyonu elde edilir.

Tekrarlayıcı üstündeki bütün portlar 1 Gbps hızda ve tam dubleks çalışır, bu nedenle, herhangi bir porttan eş zamanlı alım ve iletim gerçekleştirilebilir. Tekrarlayıcı, her bir portun dahili küçük tamponlarında taşma olmaması için, 802.3x akış kontrolü kullanır. Tamponlar, belirli kritik bir seviyeye kadar dolduklarında, tekrarlayıcı, tamponlar yeterince boşalana kadar, ileticiye veri gönderimini durdurması talimatını iletir. Tekrarlayıcı, bir anahtarın yaptığı gibi, paketi nereye göndermesi gerektiğini belirlemek için paket adres alanına incelemesiz fakat bütün geçerli paketleri, tekrarlayıcı üstünde olan bütün portlara gönderir.

IEEE, yarı dubleks gigabit tekrarlayıcılara izin vermiştir – buna rağmen, günümüzde, yarı dubleks gigabit tekrarlayıcılar mevcut değildir.

Şebekeler arası bağlantı bileşenleri

LAN'ların mesafeleri, çoğu zaman sınırlıdır ve çoğu zaman bu menzili arttırma ihtiyacı vardır. Bu menzili elde etmek için kullanılan, tekrarlayıcı, router ve geçit yolu gibi bir dizi cihaz vardır. Aynı

zamanda, bir şebekeyi, güvenlik ve trafik yüklemesi gibi sebeplerden dolayı, ayrı şebekelere bölme gerekebilir.

Ayrı ayrı işlenecek bu bileşenler:

- Tekrarlayıcılar
- Köprüler
- Routerlar
- Geçit yolları
- Hublar
- Anahtarlar

Tekrarlayıcılar

Bir tekrarlayıcı, OSI modelinin fiziksel katmanında çalışır ve basit anlamda gelen bir elektrik sinyalini iletir. Bunun anlamı, bir segmandan gelen bir sinyalin yükseltilmesi ve sinyalin yeniden zamanlanmasıyla, diğer bütün segmanlara yeniden iletilmesidir. Bütün segmanlar aynı medya erişim mekanizmasıyla çalışmak zorundadır ve tekrarlayıcı, veri dizisindeki özel bitlerin anlamıyla ilgilenmez. Bir segman üstündeki çakışma, kesik paketler veya elektrik gürültüsü, diğer bütün segmanlara iletilir.

Tekrarlayıcı kullanmanın temel sebebi, segmanı, önerilen uzunluğun ötesine uzatmaktır.

Genellikle, kullanılacak tekrarlayıcı sayısı iki ile sınırlıdır (fakat bazıları maksimum dört önerir). Bir çok tekrarlayıcı kullanıldığı zaman, zamanlama sorunları oluşur.

Tekrarlayıcı tarafından bağlantılı segmanlar, genellikle, bir segmandaki trafik diğer bütün segmanlara aktarıldığından, benzer trafik yoğunluğuna sahiptir.

Standart tekrarlayıcının bir çeşidi de, iki segmandan fazla segmanı bağlamaya yarayan çok portlu tekrarlayıcılardır. Kullanışlı bir çok portlu bir tekrarlayıcı uygulaması, farklı kablo medyalarını birbirine bağlamaktır (mesela, kalın koaksiyali ince koaksiyal veya bükmeli çifte bağlamak). Çok portlu tekrarlayıcılar, bazen, çok medyalı yoğunlaştırıcılar olarak da anılır.

Köprüler

Köprüler, mantıksal bir şebeke oluşturmak için, iki ayrı şebekeyi birbirine bağlamak için kullanılır. Köprü, her bir şebeke üzerinde bir noda sahiptir ve karşılıklı şebeke üstündeki hedef noktalara doğru sadece geçerli mesajları iletirler. Köprü, bir şebekeden bir diğerine giden çerçeveyi depolar ve köprü üzerinden geçirilip geçirilmeyeceğini belirlemek için hedef adresini inceler. Figür 5.16, temel bir Eternet köprü konfigürasyonu gösteriyor.

Köprüler, bağlı oldukları şebekelere ait nodların Eternet adreslerini bulundurlar. Veri bağ protokolü, köprünün her iki ucunda da özdeş olmalıdır, buna rağmen, fiziksel katmanlar (veya kablo medyaları) aynı olmak zorunda değildir. Böylece, köprü, şebekelerin medya erişim mekanizmalarını izole eder. Bu sayede veri, Eternet ve jeton halka LAN'ları arasında transfer edilebilir. Örnek olarak, Eternet veya jeton sistemindeki çakışmalar, köprüyü geçemez. Köprü, maksimum sayıda istasyon, tekrarlayıcı ve kablo uzunluğu içeren tam kapasiteli bir LAN'la diğer LAN'lar arasında transparan bir bağlantı vazifesi görür.

Köprüler, bir şebekenin menzilin genişletmek için kullanılabilir (tekrarlayıcılar gibi) fakat buna ek olarak, şebeke performansını da artırır. Örnek olarak, eğer bir şebekenin tepki süreleri yavaşsa, temelde birbiriyle iletişim halindeki nodlar bir segmanda gruplandırılır ve diğer nodlar ayrı bir segmanda gruplandırılır. Yoğun segmanın tepki sürelerinde fazla bir gelişme gözlenmez (zaten oldukça yoğundur) fakat düşük aktiviteli segmanında, tepki sürelerinde gözle görülür bir gelişme sağlanır. Köprüler, trafiğin % 80'inin LAN dahilinde ve sadece % 20'sinin köprü üstünde olacak biçimde tasarlanmalıdır. Aşırı trafik üreten istasyonlar, bir protokol analizcisi yardımıyla belirlenmeli ve bir diğer LAN'da konumlandırılmalıdır.

Routerlar

Routerlar, aynı şebeke katman protokollerine (TCP/IP gibi) sahip iki şebeke arasında veri transferi için kullanılır fakat aynı fiziksel veya veri bağ protokolleri olmak zorunda değildir. Figür 5.17, router uygulamasını göstermektedir.

Routerler, bağlı oldukları şebekelere ait tablolar içerirler ve bu sayede mesajları yönlendirirler. Mesajın nereye gönderilmesi gerektiğini belirlemek için, şebeke adreslerini (IP) kullanırlar çünkü şebeke adresleri, yönlendirme bilgisi barındırırlar. Routerlar, özel bir şebekeye optimum yoldan ulaşmak için, tablolar içerirler ve yol boyunca, mesajı, bir sonraki routera yönlendirirler.

Örnek olarak, Figür 5.17 de, mesajı, 13.0 şebekesindeki A nodundan, 16.0 şebekesindeki B noduna iletmek için, router 1, mesajı, şebeke 14.0'a yönlendirir ve router 2, bunu, şebeke 16.0'a iletir.

Router 1, A'dan gelen mesajı hafızasına alır ve hedef adresi inceler (16.0.1.7). kendi yönlendirme tablolarına bakarak, mesajın şebeke 16.0'a gönderilmesi için, router 2'ye gönderilmesi gerektiğini belirler. Mesajdaki, hedef donanım adresini, router 2'nin adresiyle değiştirir ve mesajı, şebeke 14.0'a gönderir. Router 2, işlemi tekrar eder ve hedef adres kısmını belirler (16.0.1.7) ve mesajı doğrudan şebeke 16.0'a gönderir. Router 2, donanım adres kısmını, kendi yönlendirme tablolarından düzenler (16.0.1.7) ve mesajdaki hedef adres kısmına bu adresi ekler ve şebeke 16.0'a gönderir.

Geçiş kapıları

Bir geçit yolu, benzer olmayan şebekeleri birbirine bağlamada kullanılır. Bir geçit yolunun, iki ucu-

nun bağı olduğu iki farklı şebekenin bütün yedi katmanını, geri kodlaması ve yeniden kodlaması gerekebilir. Geçit yolları, en yüksek yoğunluklu işlemi gerçekleştirir ve en düşük performanslı şebekeler arası cihazdır. Örnek olarak, bir geçit yolunun, bir Eternet şebekesi ile bir jeton halka şebekesini bağladığını düşünün. Geçit yolu, bir protokolü diğerine (muhtemelen) OSI modelinin bütün 7 katmanını) çevirir ve fiziksel sinyaller, format ve hız arasındaki farklılıkların üstesinden gelir.

Hublar

Hublar, 10Base-T ve jeton halka sistemleri için, fiziksel yıldız topoloji uygulamalarında kullanılır, bu sayede, noddan huba bağlardaki elektriksel sorunlar, bütün şebekeyi etkilemez.

Hublar, genellikle, iki türdür – kabine hublar ve şase hublar. İlk bahsedilen, bütün bağlantıların eklendiği mühürlü kabindir ve dahili kapasite genişletmesi yoktur. Bu birimlerin ilk maliyeti düşüktür ve küçük ebatlılardır.

Şase hubları, kablo bağlantı modüllerini bağlamak için, bir arka düzlemi üstündeki bir kabineden yararlanır. Aslında, daha pahalı olmalarına rağmen, bu şase hubları, daha yüksek esneklik sağlayarak, ulaşılamaz hublar arası kablolamayı ortadan kaldırarak ve hub arka düzleminde ek tekrarlayıcılara ihtiyaç duyulmaksızın genişlemeye olanak tanıyarak, şebeke güvenilirliğini geliştirirler.

Anahtarlar

Günümüzde, şebeke ve Eternetlerin kullanımını büyük çapta değiştiren, her yerde bulunabilen anahtarlardır. Bu, tam dubleks modda, çoklu cihaz çiftleri arasında doğrudan iletişim sağları; böylece, klasik Eternet mimarisinin sınırlamalarını ortadan kaldırır.

Anahtarlar, bir şebeke üstündeki, bir çift özel ve uzak cihaz arasında, adanmış tarzda veri transferi sağlar. Her bir terminalin merkezi bir hub'a özel kablo gerektirdiği, yıldız şebekesi düşüncesinden yola çıkarak, iki nod veya terminali birbirine etkin ve hızlı bağlamak için, bir şebeke gerektirmez. Bu, cihazların, hem bir Eternet 10BaseT doğrudan hem de 10 Mbps bağlantı bulundurmasını gerektirir.

Aşağıda resmedilen, 8 eternet terminalinin bağlı olduğu, bir Cisco Kalpana 8 port anahtar örneğidir. Bu, bir yıldız konfigürasyonu oluşturur fakat farklı bir tarzda çalışır.

1 & 7, 3 & 5 ve 4 & 8 nodları veya terminalleri, doğrudan bağlıdır. Örnek olarak, terminal 7, kendi yerel bağlantısında, CSMA/CD tespit ederse, anahtara bir paket gönderir. Anahtar, hedef adresi belirler ve paketi ilgili porta yönlendirir; bu örnekte, port 1. Veri daha sonra, iki cihaz arasında, 10 Mbps hızla aktarılır.

Eğer terminal 3, terminal 5 ile iletişim kurmayı isterse, yukarıda bahsedildiği gibi terminal 7'nin yaptığı aynı işlem, terminal tarafından başlatılır. Aslında, eğer anahtar, 16 portlu bir anahtar olsaydı (bu örnekte, 8 portlu bir anahtar gösterilmiştir), 8 çift terminalin, birbirleri arasında eşza-

manlı iletimi mümkün olacaktı. Bütün iletimler, Ethernet hızı 10Mbps'ta gerçekleştirilir.

Anahtar, paket başlığından, Ethernet hedef adresini belirlemek zorundadır ve paketin geri kalanının ilgili port bağlantısına zamanında aktarmak zorundadır. Bazı anahtarlar, bu gerekliliği yerine getiremez. Bunların aktarımı, kendi üzerine getirilen iletim hızı gerekliliğini karşılayamaz. Bu anahtarlar, depola ve yönlendir anahtarlarıdır ve paketi depolama, anahtarla ve yönlendirme için gereken süre kadar gecikmeye sebep olurlar.

Bir diğer gelişme, bir cihazın, Ethernet bağlantısı üzerinden, eş zamanlı veri iletim, alımı sağlayan tam dubleks Ethernet'lerin geliştirilmesidir. Bu, bir terminale 802.3x protokolünü destekleyen ve bir anahtar kullanan farklı bir Ethernet kartı gerektirir; iletişim tam dubleks haline gelir. Nod, otomatik olarak, anahtarla anlaşır ve her iki cihazda destekliyse, tam dubleks modunu kullanır.

Bu tür bir konfigürasyon, büyük miktarlarda verinin, hızlı bir şekilde aktarılmasını gerektiren durumlar için kullanışlıdır. Örnek olarak, grafik çalışma istasyonları, büyük renkli yazıcılar ve dosya sunucuları olabilir.

TCP/IP protokolleri

TCP/IP katmanlama şeması, protokol yazılımını, donanım tabakası üzerinde duran dört tabakaya ayırır. The ISO modeli, TCP/IP modelinin yerini almak için değiştirilebilir fakat, bunlar arasında önemli farklar bulunmaktadır. İki farklı nod arasındaki iletişim Figür 5.20'de gösterilmektedir.

- Uygulama Tabakası: En yüksek uygulama programlarında, veriyi göndermek ya da almak, taşıma düzeyi protokolü ile etkileşim için
- Taşıma Tabakası: Taşıma tabakası uçtan uca iletişimlerini sağlar. Verinin hatasız ve aynı doğru dizi ile ulaşmasını garanti eder.
- İnternet tabakası: IP datagramında, taşıma tabakasından isteğin çerçevelenmesini sağlar, datagramın doğrudan dağıtılmasına ya da bir geçit yoluna gönderilmesine karar vermek için yönlendirme algoritması kullanır. İnternet tabakası, gerektiğinde, ICMP hatasını ve kontrol mesajlarını gönderir.
- Network arayüzü ya da fiziksel tabaka: Bu, IP datagramlarını kabul etmek için ve bunları belli bir şebeke üzerinden göndermekten sorumludur.
- Protokol katmanlaması: Protokol katmanlaması, programların modüler bir biçimde yazılabilmesini sağlar. Bir nod'daki belli bir tabaka, diğer nod ile doğrudan iletişim sağlar.

TCP/IP protokol yapısı

Bu konu, aşağıda belirtilen bölümler halinde işlenecektir. Paket dağıtım sistemi, güvenilir (garantili dağıtım sağlamayan), en iyi efora sahip, bağlantısız paket dağıtım sistemi olarak ifade edilir. Bunu açıklayan protokol, IP olarak belirtilen, İnternet Protokolü adındaki protokoldür.

IP üç önemli işleve sahiptir:

- Protokol formatının belirlenmesi
- İnternetin belli bir yolu üzerinden paket yönlendirmesi
- Paketlerin işleme nasıl tabi tutulduğu ve hataların nasıl giderildiğinin belirlenmesi, vb.

Temel paket İnternet datagramı olarak adlandırılır.

İnternet ortamında yönlendirme

Daha önce anlatıldığı gibi, yönlendirme, paketlerin gönderileceği yolun seçilmesi işlemidir. Router, kullanılacak yola ya da rotaya karar veren bilgisayara verilen addır.

IP mesajının yönlendirilmesinde, hem nod'lar hem de geçit yolları yer alır.

Yönlendirme, iki çeşittir:

- Bir nod'un bir mesajı, aynı şebekedeki diğer bir nod'a doğrudan ilettiği yönlendirme.
- Hedef nod'un doğrudan bağlı olmadığı ve mesajın, dağıtım için bir geçit yolundan geçmek zorunda olduğu yönlendirme.

Önce de anlatıldığı gibi, doğrudan yönlendirme ya da kısmi fiziksel şebeke için, verici nod, fiziksel çerçevedeki (Eternet gibi) datagramı çerçeveler, hedef internet adresini fiziksel donanım adresine bağlar ve mesajı fiziksel olarak iletir. Verici, transfer probleminin doğrudan yönlendirme olup olmadığını kolayca bilir çünkü hedef IP adresinin şebeke alanını, kendi şebeke kimliği ile karşılaştırır. Bu, yazılım içinde kolayca yapılır.

Dolaylı yönlendirme, datagramın hedef şebeke adresini (ulaştığı gibi) inceleyen ve daha sonra datagramı bir sonraki uygun geçit yoluna (hedef nod yönünde) ileten her geçit yolundaki yazılım algoritmaları (ve veri tabloları) ile yapılır. Geçit yolunun, yönlendirme yazılımının sadece şebeke adresi (nod adresi ilgili değil) ile bağlı olduğuna dikkat edin.

Datagramın etkili yönlendirme sağlayabilmesi için kullanılan teknik, tüm hedef şebekelerde bilgiyi ve onlara nasıl erişileceğini depolayan bir internet yönlendirme tablosu kullanmaktır. Yönlendirme tablosu, sadece geçit yolunun (datagrama sahip) bağlandığı şebekeye, fiziksel olarak bağlı geçit yollarını işaret eder. Yönlendirme tablosunun boyutu, şebekeler arası bağlantı sayısına bağlıdır. Çeşitli şebekelere bağlı, tek nod'ların sayısı yönlendirme tablosunun boyutunu etkilemez. Figür 5.22'de, G_8 'den yapılan yönlendirme için bir örnek sunulmaktadır.

Yönlendirme algoritması, bir sonraki sıçrama adresini (datagramın, yol üstünde, bir sonraki rou-tera gönderildiği) çıkardığında, bu bilgiyi ve datagramı fiziksel şebeke yazılımına geçer. Fiziksel şebeke yazılımı, bir sonraki sıçrama adresini, fiziksel adresle eşler. Fiziksel şebeke yazılımı, daha sonra, bu fiziksel adresi, hedef adresi (sadece bu sıçrama için) olarak kullanan bir çerçeve oluşturur ve datagramı mesajın veri kısmına koyar ve paketi gönderir. IP yönlendirme yazılımının fiziksel adresi kullanmamasının ya da hesaplamamasının sebebi IP yazılımını şebekenin fiziksel detaylarından izole etmektir. (ve IP yazılımından şebekenin detaylarını gizlemektir).

Datagram, bir hedef sunucuya (ya da nod'a) ulaştığında, fiziksel şebeke arayüz yazılımı, bunu sonraki aşama için IP yazılımına gönderir. İki durum söz konusudur:

- IP hedef adresi, hedef nod'u ile eşleşir ve mesaj IP yazılımı tarafından işleme tabi tutulur.
- Datagram hedef IP adresi eşleşmez ve nodun bu datagramdan kurtulması gerekir (ve bunu bir diğer nod'a iletmemesi gerekir).

İletim kontrol protokol (TCP)

Her ne kadar, TCP/IP İnternet protokol kısmının bir parçası olarak görülse de, bağımsız olarak kullanılabilen bir protokoldür. Fiziksel şebekeden bağımsız çalışabilir. İletim kontrol protokolü (TCP); mesajın yapısını, güvenilir veri transferi için iki nod arasındaki onayı, bir makinede mesajların çoklu hedeflere nasıl gönderildiğini, hataların nasıl bulunup düzeltildiğini belirler.

Her ne kadar, genel uygulana için yazılsa da, TCP oldukça etkilidir. 10 Mbps'de çalışan iki çalışma istasyonunda 8 Mbps'de ya da bir süper bilgisayarda 600 Mbps'e kadar çalışabilir.

Mesaj paketlerini dağıtımında güvenilir yollara ihtiyaç vardır. Paketler kaybolabilir ya da iletim hataları yüzünden zarar görebilir ya da şebeke çok yüklendiğinde aşırı yük sorun oluşturabilir. En yüksek düzeydeki uygulama programları, veriyi bir noktadan diğerine güvenilir bir şekilde gönderebilir. Güvenilir veri iletimi sorunlarını aşmak için uygulama programlarının kullanabileceği, TCP gibi genel amaçlı protokole gerek vardır.

Uygulama programları ile TCP/IP protokolü arayüzünün sağladığı beş özellik bulunmaktadır:

Dizi Oryantasyonu

Alıcı uçtaki dizi dağıtım servisi, aynı byte dizisini alıcıya, göndericinin ilettiği gibi geçer.

Sanal Devre Bağlantısı

Uygulama programları, TCP arayüzünü kullanırken, bağlantıyı (kaynak ve hedef nod'ları arasında) bir sanal devre olarak görür. TCP yazılımı, iki sistem arasında bir bağlantı kurar ve daha sonra uygulama programlarına veri iletiminin sürmesini belirtir.

Tamponlu Taşıma

Protocol yazılımı, uygulama programından veri dizisini alır, bunu iletişim bağlantısı üzerinden iletim için uygun boyuta getirir. Eğer veri, bağlantı üzerinden taşımak için daha küçük parçalara bölünmek zorundaysa, verinin ara belleğe yazılmasına ihtiyaç vardır.

Yapılandırılmamış dizi

TCP/IP protokolü, farklı türde veriyi belirlemek için, sınırlarla işaretlenmiş yapılandırılmış veri dizilerinin üstesinden gelemez (veri dizisinde). Veri dizisinin formatına karar vermek, uygulama yazılımının sorumluluğu altındadır.

Tam dubleks bağlantı

Bu, aynı zamanda, iki yönde veri transferi sağlar. Ardıl/*Piggy* -yedekleme, kaynağı geri taşımada, veriyi kaynağına geri taşımada, kontrol talimatlarının datagramlara eklendiği faydalı bir özelliktir.

SCADA ve internet

İnternet, temel oluşturan fiziksel bağlantılar düşünülmezsizin, tüm istasyonların kolayca bağlanabileceği tek bir (sanal) şebekedir. İki nod'u birbirine bağlarken, iletişim yolu, hiçbir nod'un bağlı olmadığı çoklu şebekeler (ya da yerel alan şebekeleri) üzerinden olabilir. Bu, internetin temelini oluşturan, TCP/IP adında, evrensel açık protokol kullanımı ile yapılır.

Aslında, IP protokolü, paketlerin yönlendirilmesiyle, şebekeler arası bağlantı oldukça komplike topolojiler üzerinden gönderilebilmesini sağlar. Protokolün, TCP kısmı paketlerin bir noktadan diğerine gönderilmesini ve gerekli hedefe ulaşma garantisini sağlar. Uygulama tabaka protokolleri, World Wide Web (www) tarafından kullanılan hipertekst transfer protokolü (http) olabilir. www, yada kısaca web, insanların Standard www formatında depoladığı bilgiyi okuma ve yüklemeyi sağlayan grafiksel arayüzdür. Her ne kadar, internet oldukça popüler istasyonlar arası haberleşme yolu olsa da, İnternet, SCADA dünyasında önem kazanan diğer bir terimdir. Bu, belli bir şirket içindeki iç şebekedir ve internete bağlanmak gerekli değildir. İnternet, İnternet ve Standart yerel alan şebekesi arasında bir karşılaştırma, Figur 5.23'te sunulmuştur.

Bir İnternet, tek bir şebeke içinde haberleşmek için dizayn edilmiştir. İnternetler, şebekeye bağlı tüm çalışma istasyonları için, Standart web tarayıcısını, standart kullanıcı arayüzü olarak kullanan IP-tabanlı bileşik şebekeler olarak tanımlanır. İnternetler, şebekede istikrarlı bir arayüz, kullanımı kolay web yayınlama araçları ve dilleri, karışık medya, paylaşılmış kaynakların merkezileşmiş bakımı ve bunun gibi birçok internet teknolojilerinden faydalanır. SCADA sistemi kullanan bir çok şirket, veri transferini sadece şirket içinde yapmak isteyebilirler.

SCADA sistemlerinde internet kullanımı

Bir modem ve bazı yazılımların yüklenmesiyle, fabrika-tabanlı PC sunucuları, dünyanın her yerinden ulaşılabilir İnternet noktaları haline gelmiştir. Müşteriler ve sistem kurulumcuları, uzak

fabrikaya bağlanabilir ve eğer aynı binadaysa yapabileceği her şeyi yapabilir. Bu sayede, CPU'nun revizyon numarasına bakabilir ve programın çalışmasını gözleyebilir. Yerel teknisyenler de şebekeye bağlanabileceği gibi, dünya çapındaki destek merkezleri ile daha sofistike destek için bağlantı kurabilirler.

Bu nedenle, internet sayesinde, pahalı RF çevirme ve kiralık hat komünikasyonlarıyla birlikte birçok geleneksel SCADA, telemetri ve veri kazanım sistemlerine ulaşım sağlanabilir.

Mevcut yazılım ve donanım ile, gerçek zamanlı veri elde edebilecek ve bunu dünya çapında herkeşe ulaştırılabilecek bir veri kazanım sistemi, çok düşük bir maliyetle kurulabilir.

Zayıf istemci çözümleri

Bu alanda çözümler sunan, bir çok SCADA yazılım şirketi bulunmaktadır. Bunlara iyi bir örnek, Intellution'dan FIX web sunucusudur. Bu, tesis, yönetim, üretim ve bakım personelinin standart İnternet ya da intraneti kullanarak uzak bir lokasyondan gerçek zamanlı işlem grafiklerini görebilmesini sağlayan bir 'zayıf istemci' çözümdür. Bu, World Wide Web ve/veya intranet'ten gerçek zamanlı grafiklere ve endüstriyel otomasyon yazılımına sadece okunabilir erişim sağlar. Merkezi SCADA paketinin grafikleri, herhangi bir standart internet tarayıcı kullanarak görülebilir. Bununla birlikte, veriyi korur çünkü yetkisiz bir kullanıcıya veri değiştirme izni vermez. Bir kullanıcı, üretim faaliyetinin animasyonlu görüntüsünü izlemek ve dolayısıyla daha bilgili bir karar verme aşaması sağlamak için, standart bir web tarayıcı kullanılabilir.

Intranetler, anahtar bileşen haline gelmektedir. Intranetlere harcanan paranın internete harcanandan kat kat fazla olması beklenmekteydi ve nitekim böyle de oldu. Bir şirketin karını artırabilmesinin en hızlı yolu, daha fazla kişiye daha kesin bilgi sunmaktır. İyi planlanmış bir İnternet bunu sağlayacaktır. İnternet ve internet komünikasyon teknolojisi, dünyanın her yerinden ya da bileşik bir şebekeden, kullanıcıya ortak bilgi ya da üretim bilgisini toplama ya da izleme imkanı sağlar. Standart ve açık teknolojileri uygulamak, herhangi bir tesis otomasyon uygulaması için yakın planların kolayca geliştirilmesi ve TCP/IP ve Eternet gibi açık komünikasyonlar kullanarak erişilmesi demektir. Üstelik, açık hipertekst transfer protokolü (HTTP), TCP/IP üstünde çalışır böylece tescilli şebeke gerekmez, tüm protokoller açıktır.

Güvenlik hususları

Dikkat edilmesi gereken hususlar, güvenlik sözcüğü ile ifade edilebilir. Kitabın yazıldığı sıralar, tesis müdürünün internet teknolojilerini kullanan SCADA sistemini düşünmesini gerektiren çok fazla kullanım gerçekleşmemiştir. Bununla birlikte, ticari dünyadaki güvenlikle ilgili sorunlar, SCADA arenasında da boy gösterecektir. Bu nedenle, hassas bilgiyi ve kaynakları korumak için, yeni koruyuculara ihtiyaç vardır.

Uygulama dünyasında, bir çok kullanıcı, tesisi, İnternet yoluyla çalıştırmak istemeyecektir fakat

sahada gerçek zamanlı veriyi izlemek için, interneti uzak erişim aracı olarak kullanmayı tercih edecektir. Dünyanın çeşitli yerlerindeki kişilerin tesisteki kritik parametreleri değiştirmesi tercih edilmez.

Tüm iletişim sistemi, belirli bir performans devam ettirmenin yanı sıra, SCADA sistemindeki hızlı trafik değişimlerine ayak uyduracak düzeyde dinamik olmalıdır. TCP/IP protokolleri geniş çapta kullanılsalar da, bir istasyondan diğerine paket aktarımı, önemli bir yük getirmektedir. Dolayısıyla, eğer gönderilmesi gereken veri, sadece bir kaç byte olursa, taşıma zamanının büyük kısmı, bilgiyle ilgisi olmayan yük getirecek byte'lara harcanacaktır. İnternet sistemleri tarafından kullanılan Eternet şebekeleri, hızı garanti etmez. Dolayısıyla, en kötü yüksek seviyeli trafik koşullarında (mesela, tesis durdurulması), mesajın gerekli süre içerisinde ulaştırılması için, bu şebekelerin, ebatlandırılması doğru yapılmalıdır.

Diğer konular

Bir kaç diğer husus, aşağıda sıralanmıştır:

- SCADA sistemi, şebeke üstünde, evrensel bir IP erişimi gerektirecektir. Bu, farklı konumlardaki bir çok kişiye, SCADA sistemine erişim imkanı sağlayacaktır.
- SCADA sisteminin tamamı (interneteye veya intranete dayalı), yönetilebilir olmalıdır. Bunun anlamı, sistem yöneticilerinin, veri akışı ve sistemin bütün noktaları arasındaki trafik ile ilgili net bilgisinin olması gerektirir.
- Son olarak, sistemin tamamı, uyumlu olmalıdır; SCADA sisteminin değişen gerekliliklerine ve hizmet ettiği alana yönelik ayak uydurabilmelidir.

Sonuç

Teknik mükemmeliyetçilik (doğal olarak), herhangi bir kontrol sisteminin, özelliği olarak tercih edilir. Buna rağmen, günümüzdeki, itici güç, maliyetlerin hızlı düşürülmesi olacaktır. Maliyetlerin azaltılmasında, hepimize açık ücretsiz sistemler sağlayan ve bir kuruluş içinde, bilginin hızla yayılmasını sağlayan internet, anahtar bileşen olacaktır. Tipik SCADA sistemi, artan sayıda, internet protokolleri üstünde kurulacaktır. Bu, SCADA satıcısına, şebekenin farklı bileşenlerini bağlamak için, açık internet protokollerine güvenerek, mükemmel uygulama yazılımı geliştirmeye yöneltecektir.

• Modemler

Giriş

Bu bölüm, bir telemetri sisteminde modem kavramını ve pratik kullanımını ele alıyor. Bu bölümde aşağıdaki konular incelenecektir:

- Modemin gözden geçirilmesi
- RS-232/RS-422/RS-485 standartları
- Akım kontrol teknikleri
- Modülasyon teknikleri
- Hata tespit/düzeltilme ve veri sıkıştırma
- Veri hızına karşılık baud hızı
- Modem standartları
- Radyo modem sistemleri
- Sorun giderici modem sistemleri
- Modemler için seçim kriterleri

Modem inceleme

Telefon sistemi, yerel kablolama iletişim sistemleri ve radyo sistemleri, bağlantı ortamındaki bant genişliği kısıtlamasından dolayı, sinyal sapması olmadan, dijital bilgiyi doğrudan iletmez. Örneğin bir telefon şebekesinde dijital bilgiyi iletmedeki zorluğun nedeni, kapasitans ve indüktanslı telefon kablosu gibi bağlantı ortamındaki kısıtlı bant genişliğidir. Telefon kablosu için bant genişliği (izin verilen en yüksek ve en düşük frekans arasındaki fark olarak tanımlanır) tipik olarak 300 Hz ile 3400 Hz arasındadır. Bu, Figür 6.3'te gösterilmektedir.

Bu nedenle, Modem (modülatör/demodülatör) olarak adlandırılan bir dönüşüm cihazı, dijital sinyalleri bir telefon şebekesi üzerinden iletim için uygun analog değerlere çevirmek için gereklidir. Bu, bir bilgisayar tarafından oluşturulan dijital sinyalleri, kablo ya da radyo sistemi üzerinden uzun mesafeli iletim için uygun analog şekline çevirir. Modemin demodülasyon kısmı bu analog bilgisini alır ve bilgiyi ileten bilgisayar tarafından oluşturulan orijinal dijital bilgiye geri çevirir.

Figür 6.1, iletişim hiyerarşisinde modemin yerinin şematik görünümünü gösteriyor.

Bir dijital sinyalin, doğrudan kabloya enjekte edilmesi durumunda, kablonun diğer ucunda neye

benzeyeceği, Figür 6.2'de verilmektedir.

Günümüzde, mevcut iki tip modem vardır:

- Programlanamayan (ya da akıllı olmayan) modemler, bağlı olduğu bilgisayara bağımlıdır, bu bilgisayar, modeme, telefona ne zaman cevap vereceği gibi, bir çok görevleri ne zaman yapması gerektiği talimatlarını verir.
- Akıllı modemler, otomatik çevirme ve kullanacak modülasyon yöntemi gibi fonksiyonları yaptırarak, dahili bir mikroişlemciye sahiptir.

Senkronize ve asenkronize

Modemler, ya senkronize/eşzamanlı veya asenkronize/eşzamansız olabilir. Asenkronize komünikasyonda, her karakter, karakter bit dizisinin başlangıcında bir başlangıç bitiyle ve karakter bit dizisinin sonunda bir denklik ve durdurma biti ile kodlanır. Alıcı, başlangıç bitine bakarak alınan her karakter için kendini senkronize eder. Karakter alındığında, komünikasyon bağlantısı bekleme durumuna döner ve alıcı bir sonraki başlangıç bitini (bir sonraki karakterin ulaşmasını gösteren) gözler. Bu, bölüm 6.3.1'de RS-232 standardı altında daha detaylı işlenecektir.

Senkronize komünikasyon, sürekli bir bit dizisinde, gönderilen tüm karakterlere dayanır. Mesajdaki ilk bir kaç bit, alıcının gelen bit dizisine kendini senkronize etmesini sağlayan senkronizasyon verisini içerir. Bunun sonrasında, senkronizasyon işlemi, sinyal ya da saat ile zamanlama ile sürdürülür. Alıcı gelen bit dizisini izler ve verici ve alıcı saati arasında kapalı bir senkronizasyon sağlar. Senkronize komünikasyon, daha yüksek hızda veri iletimini sağlar fakat komünikasyon donanımının teknik açıdan daha karmaşık olması yüzünden bir çok sistemde tercih edilmez.

Çalışma modları

Modemler, iki modda çalışabilirler:

- Yarı dubleks
- Tam dubleks

Çizimler, her iki modun bir örneğini içeriyor.

Veri komünikasyonunda simpleks bir sistem, sadece bir yönde mesaj göndermek için dizayn edilen bir sistemdir ve ters yönde veri gönderme yeteneği yoktur.

Veri komünikasyonunda dubleks bir sistem, iki yönde de mesaj göndermek için dizayn edilmiştir. Dubleks sistemler, mesaj ve veriler, iki yönde ve aynı anda tek yönde iletildiğinde, sistem yarı-dubleksdir denir.

Dubleks sistemler, mesajlar iki yönde aynı anda iletilebildiğinde tam dubleks sistem modunda çalışırlar.

Tam dubleks daha etkilidir, fakat yarı dubleksin en az iki katı iletişim kapasitesi gerektirir.

Bir modemin bileşenleri

Bir modemin çeşitli bileşenleri Figür 6.10'da gösterilmektedir. Bir modemin temel bileşenleri aşağıda verilmiştir:

Modem alıcıları

Filtre ve yükseltici

Sinyalden gürültü giderilir ve kalan sinyal daha sonra yükselticiir.

Ekolizer

Bu, zayıflama etkisini ve iletilen sinyalin çeşitli bileşenlerindeki gecikmeyi azaltır. Önceden tanımlanmış modüle edilmiş sinyal (bir eğitimci sinyal olarak adlandırılır) verici modem tarafından gönderilir. Alıcı modem, eğitimci sinyalin ideal karakteristiklerini bilir ve bundan dolayı ekolizer/ekolayzer, kendi parametrelerini, zayıflatma ve sinyal gecikme karakteristiklerini düzeltmek için ayarlar.

Demodülatör

Bu, bit dizisini analog sinyalinden oluşturur.

Düzeltilici

Bu cihaz, (sadece senkronize işlem) uzun 1 ve 0 serilerinin oluşumunu engellemek için, veriler, scrambler devresinde kodlandıktan sonra, verileri, orijinal seri şekline geri yükler, modüle eder, yeniden düzeltir. Zamanlama bilgisinin çıkarılması yüzünden, uzun 1 ve 0 serilerinin senkronize devrelerde kullanılması zordur.

Veri dekoderi

Final bit dizisi, burada gerçek RS-232 formatında üretilir.

Modem ileticileri

Veri Kodlayıcı

Bu, seri bit dizisini alır ve veriyi kodlamak için çok seviyeli kodlamayı (her sinyal değişikliği, verinin bir bitinden daha fazlasını temsil eder) kullanır. Kullanılan modülasyon tekniğine bağlı olarak, bit hızı, baud hızının iki ya da dört (ya da daha fazla) katı olabilir.

Karıştırıcı

[*Scrambler*] (sadece senkronize işlem): Bit dizisini, uzun 1 ve 0 oluşumunu engelleyecek biçimde kodlar, modüle eder (eğer uzun 1 ve 0 dizileri oluşursa, alıcı, bu dizilerden saat hızını algı-

layamaz). Böylelikle, ses bantları arasında yer değiştirme yapacak şekilde konuşma sesini modüle ederek karşıya iletir.

Modülatör

Bit dizisi, seçilen modülasyon tekniği kullanılarak uygun analog değere çevrilir. Alıcı modem ile ilk kontakt kurulduğunda, hat üstüne, başlangıçta bir taşıyıcı konur.

Yükseltici/yükselgen

Bu, sinyalin seviyesini telefon hattı için uygun düzeye yükseltir ve hattın empedansına uygun hale getirir.

Sinyalde sapmaya (örneğin bir kablo hattı boyunca) neden olan iki önemli sebep vardır. Bunlar "zayıflama sapsması" ve "zarf gecikmesi"dir ve Figür 6.11'de gösterilmiştir.

Zayıflama sapsması, iletilen enerji-frekans eğrisinin, düzgün (yatay) kısmının pratikte gerçekleşmediğini gösterir; fakat daha yüksek frekanslar daha kolay zayıflar ve zayıflama, geçirgen bantın kenarlarında bilhassa doğrusal değildir. Bundan dolayı, ekolizer, eşit ve ters bir etkiyle bu düzensizliği kompanse eder ve bundan dolayı işlenen bant genişliği (yada geçirgen bant) boyunca sabit bir toplam kayba neden olur.

Gecikme sapsması, bir hattan, fazın frekansa göre değişiminin doğrusal olmadığı, sinyal iletim gerçekliğini yansıtır, yani, faz, sinyal iletişim bağlantısına iletildikçe değişmeye meyillidir. Faz gecikmesi, fazı, hat boyunca herhangi bir noktada sinyalin frekansı ile bölerek bulunur. Fazın eğimine karşılık frekans, zarf gecikmesi olarak adlandırılır. Gecikme sapsması, problemlere yol açar; alıcı modemde, iki farklı frekans (1 yada 0 biti gösteren) birbiri ile çakışır, bu nedenle potansiyel hataya (semboller arası çakışma adlandırılan) neden olur.

RS-232 / RS-422 / RS-485 arayüz standartları

RS-232, RS-422 ve RS-485; RTU'lar (ya da operatör terminalleri) ve dijital bilgiyi, büyük mesafelerde iletim için, uygun analog değerlere çeviren modemler arasında, dijital bilgi transferinde anahtar bileşenlerdir.

Bu veri iletişim standartları, workshop/atölyenin telemetri bölümlerinin tam olarak anlaşılması için gerekli olan detayda incelenecektir.

Bir arayüz standardı, farklı üreticilerden ekipmanların biraraya getirilmesi ve en verimli biçimde çalışmasını sağlayan elektriksel ve mekanik detayları tanımlar. RS-232 ve diğer ilgili EIA standartları, arayüzün elektriksel ve mekanik detaylarını tanımlar; protokolü tanımlamaz.

Bu standartlar, temelde, dijital veriyi bir noktadan diğerine taşımak için dizayn edilmiştir. RS-232 standardı, başlangıçta, dijital bilgisayar ekipmanını, verinin daha büyük mesafelerde iletimi için uygun analog değere çevirebilen bir modeme bağlamak için dizayn edilmiştir. RS-422 ve RS-485

standartları aynı fonksiyonu uygulayabilir, hem de dijital veriyi 1200 m. uzaklığa transfer edebilir. RS standartlarının en popülerleri (fakat muhtemelen teknik olarak daha ziyade ikinci derecede olanı), RS-232C standardıdır. İlk aşamada bu standart işlenecektir.

Seri veri iletişimi için RS-232-C arayüz standardı

(CCITT V.24 arayüz standardı)

RS-232 arayüz standardı, başlığında açıkça belirtilen, bir amaç için geliştirilmiştir ve 'veri terminal ekipmanı(DTE) ve seri ikili veri değişimini kullanan veri iletişim ekipmanı(DCE) arasındaki arayüzü tanımlar.

Veri terminallerini Bell telefon sistemine bağlarken, arayüz gerekliliklerini açıkça tanımlamak için, 1969'da EIA mühendislik bölümü tarafından, ABD'de, Bell Laboratuvarları ve iletişim ekipmanları üreticileri ile işbirliği yaparak yayınlanmıştır. Şu andaki revizyonu EIA-232-E(1991)'dir.

EIA-RS-232 standardı 3 önemli kısımdan oluşur. Bunlar;

Elektriksel sinyal karakteristikleri

Değişim sinyalleri ve ilgili devrenin, voltaj düzeyleri, toplama karakteristikleri gibi elektriksel sinyaller

Arayüz mekanik karakteristikleri

Bu bölüm DTE ve DCE arasındaki arayüzün mekanik karakteristiklerini tanımlar. Arayüzün bir priz ve soketden (:receptacle) oluşması gerektiğini ve soketin DCE'de olmasının zorunlu kılar. RS-232-C'de, pin numarası atamaları belirtilir fakat orijinalde, konektörün tipi belirtilmemiştir.

Arayüz devrelerinin fonksiyonel tanımı

Bu bölüm veri, zamanlama ve DTE ve DCE arayüzü arasındaki arayüzde kullanılan kontrol sinyallerinin fonksiyonlarını tanımlar.

Elektrik sinyal karakteristikleri

RS-232 arayüz standardı aşağıda belirtilen iki cihazın bağlantısı için dizayn edilmiştir:

DTE-veri terminal ekipmanı (örneğin bir bilgisayar ya da yazıcı)

Bir DTE cihazı, bir DCE cihazı ile haberleşir. Bir DTE cihazı veriyi pin 2'ye iletir ve pin 3'ten alır.

DCE-veri iletişim ekipmanı

Ayrıca RS-232-D/E'de (örneğin bir bilgisayar ya da modem), veri devre-sonlandırma ekipmanı olarak adlandırılır. Bir DCE cihazı, DTE ve bir fiziksel veri iletişim ekipmanı bağlantısı (örneğin telefon

sistemi) arasında veri iletir. Bir DCE cihazı, veriyi pin 3'e iletir ve pin 2'den alır.

RS-232 alıcısında, aşağıdaki sinyal voltaj düzeyleri belirlenmiştir:

Benzer olarak, RS-232 vericisi, hat boyunca voltaj geriliminin üstesinden gelebilmek için, +5 volt-tan -5 volta ve -5 volttan -25 volta aralıkta çok daha yüksek bir voltaj üretmek zorundadır. Uygulamada, bir çok verici 5 volt ve 12 volt arasında çalışır.

RS-232 standardı, daha sonra tarif edilecek yirmibeş (25) elektriksel bağlantıyı tanımlar. Elektriksel bağlantılar aşağıda gösterildiği gibi dörde ayrılır:

- Veri hatları
- Kontrol hatları
- Zamanlama hatları
- Özel ikincil fonksiyonlar

Veri hatları, veri transferi için kullanılır. Pin 2 ve 3, bu amaç için kullanılır. Veri akışı DTE arayüz perspektifinden belirtilir. Bu nedenle 'iletim hattı', üzerinde DTE'nin ilettiği (ve DCE'nin aldığı), DTE bitişinde pin 2 ile ve DCE bitişinde pin 2 ile ilgilidir. 'Alıcı hattı', üzerinde DTE'nin aldığı (ve DCE'nin ilettiği), DTE bitişinde pin 3 ile ve DCE bitişinde pin 3 ile ilgilidir. Pin 7, *iletim* ve *alım* veri hatları için genel dönüş hattıdır.

Kontrol hatları, interaktif cihaz kontrolü için kullanılır, genel olarak 'donanım uyuşması' olarak bilinir ve verinin arayüz boyunca gittiği akış yolunu düzenler. En çok kullanılan dört kontrol hattı aşağıdakilerdir:

- RTS-göndermek için istek
- CTS-göndermek için silmek
- DSR-Veri seti hazır (ya da DCE, RS-232-D/E'de hazır)
- DTR-Veri terminal hazır (ya da RS-22-D/E'de DTE hazır)

Uyuşma hatları, veri hatlarıyla karşı kutuplu voltaj bağlamında çalışır. Bir kontrol hattı aktifse (mantık=1), voltaj +3 ile +25 volt aralığındadır, aktif değilse, voltaj sıfır ya da negatiftir.

RS-232 uygulamaları için kullanılan veri çerçevesinin tipik yapısı şöyledir; ilk bit başlangıç bitidir, bunu veri bitleri izler ve ilk önce en düşük değerlikli bit gelir. Veri bitleri 5,6,7,8 bit paketinde olabilir. En son veri bitiminden sonra, bir durdurma biti ile opsiyonel bir denklik biti (tek, çift ya da hiç-biri) vardır. Durdurma bitini izleyen, bir sonraki çerçeve gönderilmeden önce, veri bitleri dizisinin tamamlandığını göstermek için, 1, 1½ ya da 2 bit periyotlarını belirten bir işaret durumu vardır.

Bağlama kablosundaki kapasitans, RS-232 altındaki, maksimum iletim uzaklığını, 15 m'lik tipik bir uzaklıkla (ya da 2500 pF'ye) sınırlar. Aşırı kapasitans temiz dijital sinyali saptırır.

Arayüz mekanik karakteristikleri

RS-232-C tarafından belirlenmemesine rağmen, DB-25 konektörü (25-pin, D-tipi) RS-232 ile birlikte anılmaya başlamıştır ve gerçek bir standarttır. DB-9 konektörü standardı (9-pin, D-tipi) da kullanılmaktadır. EIA-RS-232-C arayüzü için, DB-9 ve DB-25 konektörlerinin yaygın olarak kullanılan pin atamaları, ilave B'de gösterilmiştir. DB-9 konektörünün pin ataması, DB-25 ile aynı değildir, fakat aşağıdaki gibidir:

- Veri iletim : Pin 3
- Veri servisi : Pin 2
- Ortak sinyal : Pin 5

Değişim devreleri için fonksiyonel tanımlama

DTE referans alınarak, EIA devre fonksiyonları, aşağıdaki gibidir:

Pin 1 – koruyucu toprak (kılıf)

Koruyucu pinler arasında, her iki uçta, nadiren bir bağlantı oluşturulur. Bunların amacı, DTE ve DCE şaseselerinin her iki ucunu da aynı potansiyelde tutarak, zararlı voltajlara karşı devreyi korumaktır. Fakat, toprak akımları için, bir yol oluşturma tehlikesi vardır. Bu nedenle, çoğu zaman, sadece bir tarafına kablo kılıfı bağlanır.

Pin 2 – iletilmiş veri (TXD)

Bu hat, seri veriyi, DTE üstündeki Pin 2'den, DCE üstündeki Pin 2'ye taşır. Hat, kullanılmadığı zaman, MARK'ta bekletilir (veya bir negatif voltaj).

Pin 3 – alınmış veri (RXD)

Bu hat, seri veriyi, DCE üstündeki Pin 3'ten, DTE üstündeki Pin 3'e taşır.

Pin 4 – gönderme isteği (RTS)

Gönderim için silme'ye bakınız.

Pin 5 – gönderim için silme (CTS)

Bir yarı dubleks modem alım işlemi gerçekleştirirken, DTE, RTS'yi engeller. DTE ilettime başladığında, DTE, RTS pinini ileri sürerek, modeme tavsiye eder. Modem RTS'yi onaylarsa, DTE'yi veri gönderimi-

nin güvenli olduğuna dair bilgilendirir. İletimden alıma geçildiği zaman, bu prosedür tersine işler.

Pin 6 – veri seti hazır (DSR)

Bu, aynı zamanda, DCE hazır olarak da kullanılır. Yanıtlama modunda, yanıt tonu ve DSR, telefon bağlantısı koştuktan sonra, 2 saniyede onaylanır.

Pin 7 – sinyal topraklaması (common)

Bu, veri iletili ve alıcı sinyallerinin, ortak dönüş yoludur. Her zaman, iki uç arasında, Pin 7'den, Pin 7'ye olan bağlantı kurulur.

Pin 8 – veri taşıyıcı tespiti (DCD)

Bu, aynı zamanda, alıcı hattı sinyal dedektörü olarak da kullanılır. Pin 8, bir uzak taşıyıcı aldığında modem tarafından onaylanır. Ve bağ süresince, onaylanmış olarak kalır.

Pin 20 – DTE hazır (veya veri terminali hazır)

DTE hazır komutu, modemin hatta girmesine olanak tanır fakat modemin hata girmesinin nedeni değildir. Oluşum modunda, otomatik çevirme için, DTE hazır onaylanmış olmalıdır. Yanıtlama modunda, DTE hazır, otomatik cevaplama için, onaylanmış olmalıdır.

Pin 22 – zil belirteci

Bu pin, hat üstünde bir zil olduğu zaman onaylanır.

Pin 23 – veri sinyal hız selektörü (DSRS)

İki veri hızı mümkün olduğunda, Pin 23 onaylanarak, yüksek olan hız seçilir.

RS-232 arayüzünün asenkronize çalışma dizisi

RS-232 kullanıldığında, asenkronize işlem, tartışmalı olarak daha yaygın kullanılan yaklaşımdır ve daha karmaşık yarı dubleks veri değişim modelini kullanarak, bu bölümde incelenecektir.

Figür 6.13, yetkili kullanıcı terminali (veya DTE) ve ilgili modem (veya DCE) diyagramın solunda, ve uzak bilgisayar ve bu bilgisayarın modemi diyagramın sağında olmak üzere, bu işlemin, grafiksel bir tanımını içeriyor.

Bu işlem sırası, aşağıdaki gibidir:

Yetkili kullanıcı, uzak bilgisayarın numarasını, manuel olarak çevirir.

Alıcı modem, zil belirtici hattı (RI-Pin 22), zil tonu olarak, darbeli açık/kapalı tarzda onaylar. Uzak bilgisayar, çağrı alımına açık olduğunu belirtmek için, veri terminali hazır hattını (veya DTR Pin

20), önceden onaylamıştır (Alternatif olarak, uzak bilgisayar, bir kaç zilden sonra, DTR hattını onaylar). Uzak bilgisayar, gönderim isteği hattını (RTS-Pin 4), açık konuma getirir.

Alıcı modem, telefona yanıt verir ve yetkili uca, bir taşıyıcı sinyal gönderir. Bir kaç saniye sonra da, DCE hazır (DSR-Pin 6) pinini onaylar.

Daha sonra yetkili modem, veri taşıyıcı hattını (DCD-Pin 8) onaylar. Yetkili terminal, kendi DTR'ını (henüz yüksek duruma getirilmemişse, yani 1'e), onaylar. Modem, bunun sonrasında, veri seti hazır hattını (DSR-Pin 6) onaylayarak yanıt verir.

Alıcı modem, daha sonra, gönderim için silme hattını (CTS-Pin 5) onaylayarak, uzak bilgisayardan yetkili tarafa veri transferine izin verir.

Veri, alıcı DTE üstündeki Pin 2'den (iletilmiş veri), alıcı modemine transfer edilir. Alıcı uzak bilgisayar, iletimi başlatan terminale, kısa süreli bir mesaj göndererek, transferin devam edebileceğini belirtir. İletimi başlatan modem, iletimi başlatan terminal üstündeki Pin 3'e veriyi iletir.

Alıcı terminal, daha sonra, gönderme isteği hattını (RTS-Pin 4), kapalı konuma getirir. Alıcı modem, gönderim için silme hattını da (CTS-Pin 5) kapalı konuma getirir.

Alıcı modem, daha sonra, taşıyıcı sinyal anahtarını kapatır.

İletimi başlatan terminal, iletimi başlatan modem üstündeki veri tespit sinyal anahtarının kapandığını tespit eder ve kendi RTS hattını açık konuma getirir. İletimi başlatan modem, daha sonra, CTS hattını açık konuma getirerek iletimin devam edebileceğini belirtir.

Daha sonra, iletimi başlatan terminalden, uzak kontrole veri iletimi devam eder.

Değişim tamamlandığında, her iki taşıyıcı da kapalı konuma getirilir (ve bir çok durumda, DTR kapalı konuma getirilir). Bunun anlamı, CTS, RTS ve DCE hazır (veya DSR) hatlarının kapalı konuma getirilmesidir.

Tam dubleks operasyonda, iletim ve alımın eş zamanlı gerçekleştiğine dikkat edin. Bu durumda, her iki uçta da RTS/CTS etkileşimi yoktur. RTS hattı ve CTS hattı, uzak bilgisayara gönderilen bir taşıyıcı ile açık bırakılır.

Senkronize iletişim

Modemlerde, asenkronize ve senkronize iletişim arasındaki en büyük fark, zamanlama sinyal gereksinimidir.

Senkronize bir modem, RS-232 DB-25 konnektörünün PIN 15'inden, bir kare dalga çıktısı verir. Bu, Pin 15, iletim saat pini veya DCE verici sinyal elemanı zamanlama pini olarak adlandırılır. Bu kare dalga, modem bit hızının frekansına ayarlanır. Bitişik şahsi bilgisayar (DTE), modemle olan veri iletimini, Pin 2 yardımıyla senkronize hale getirir.

Eklene komünikasyon cihazının operasyonunu değiştirmek için kullanılan, iki değişim devresi vardır. Bunlar:

Sinyal kalite dedektörü (CG, Pin 21)

Modem tarafından alınan veride, düşük sinyal kalitesi yüzünden, hata olma ihtimali yüksekse, bu hat kapatılır.

Veri sinyal hız selektörü (CH/CI, Pin 23)

Eğer sinyal kalite dedektörü, sinyalin kalitesinin kabul edilemez seviyede olduğunu belirtirse (yani, hat kapatılırsa), terminal, Pin 23'ü, daha yüksek bir hız seçmek için açık konuma getirebilir; veya daha düşük bir hız seçmek için kapalı konuma getirir. Bu, CH devresi olarak adlandırılır.

Eğer, buna rağmen, modem, veri hızını seçer ve terminale, Pin 23'ü önerirse (Açık veya Kapalı), bu devre, CI devresi olarak tanımlanır.

RS-232 standardının dezavantajları

RS-232'nin aşağıda sıralanan kısıtlamaları yüzünden, sistem tasarımcıları, alternatif yaklaşımlar (RS-422 ve RS 485 standartları gibi) aramaya yönelmiştir:

- Bir çok cihaz, çoklu prizle birbirine bağlanacağında, noktadan noktaya komünikasyon sınırlaması, sakıncalıdır.
- 1000 m'lik mesafede iletim gerektiği zaman, mesafe sınırlaması (tipik olarak 15 m) bir kısıtlamadır.
- Bir çok uygulama için, 20 kbps baud hızı, çok yavaş kalır.
- -3 volttan, -25 volta ve +3 voltan +25 volta kadar olan voltaj değerleri, +5 ve +12 volt kullanan bir çok modern güç kaynakları (bilgisayarlardaki) için, uyumlu değildir.
- Bu standart, gürültüye karşı aşırı hassastır ve dengesiz standarda bir örnektir.

RS-232 sınırlamalarının üstesinden gelmek için kullanılan iki yaklaşım, RS-422 ve RS-485 standartlarıdır.

Seri veri iletişimi için RS-442-C arayüz standardı

70'lerin başında tanıtılan RS-422 standardı, her bir sinyal için, iki ayrı tel kullanan 'dengeli' bir veri komünikasyon arayüzünü tanımlar. Bu, çok yüksek veri hızlarına izin verir ve toprak voltajını değiştirerek, sorunları minimize eder, çünkü, toprak voltajı, (RS-232'nin aksine) referans voltajı değildir ve aşağıdaki durumlar için, güvenilir seri veri komünikasyonu sağlar:

1200 m'ye kadar mesafelerde

10 Mbps'a kadar hızlarda

Bir hat üstünde, sadece bir hat sürücüsüne izin verilir

Bir hat sürücüsüyle, 10 taneye kadar alıcı sürülebilir

Hat voltajı, mantık 1 için, -2 V'tan -6 V'a, mantık 0 için, +2 V'tan +6 V'a değişir (A ve B terminalleri referans noktası olarak kullanılırsa). RS-422 arayüzü için kullanılan hat sürücüsü, iki tel üstünde, ± 5 V'luk diferansiyel gerilim üretir.

Hattın, iki sinyalizasyon statüsü, aşağıdaki gibi tanımlanır:

Sürücünün 'A' terminali, 'B' terminaline göre negatifse, hat, ikilik düzende '1' durumundadır (İşaret veya kapalı).

Sürücünün 'A' terminali, 'B' terminaline göre pozitifse, hat, ikilik düzende '0' durumundadır (boşluk veya açık).

Diferansiyel alıcı, sadece, girdisindeki iki sinyalin farkına duyarlı olduğundan, her iki tel tarafından alınan ortak gürültü sinyalleri, alıcının işlevini fazla etkilemez. Diferansiyel alıcılar, bu yüzden, iyi ortak mod ret (CMR) karakteristiğine sahiptir. Diğer sinyaller yüzünden dengesiz bir sistemin ortak teline boyunca gözlenen voltaj farkı da elimine edilir.

Diferansiyel voltaj, RS-422 standardının, temel özelliğidir. Bu sayede, hız artışına olanak tanır ve gürültüye karşı daha dayanıklıdır. Her bir sinyal bir tel çifti ile transfer edilir ve bu iki telin voltaj farkıdır. Ortak bir toprak hattı, gürültü reddine yardımcı olur. Sonuç olarak, tam dubleks bir sistem için, beş tel gereklidir (yarı dubleks için 3 tel gerekir).

Dengeli har sürücüsü, aynı zamanda, 'yetki verme' sinyali adı verilen bir girdi sinyaline sahiptir. Bu sinyalin amacı, sürücüyü, çıkış terminallerine, A & B, bağlamaktır. Eğer yetki verme sinyali kapalıysa, sürücünün, hattan ayrıldığı veya yüksek bir empedansa sahip olduğu düşünülebilir. Bu 'üç hal' yaklaşımı, ('mantık 0', 'mantık 1' ve yüksek empedans), etkin olarak RS-485 standardıdır (bir sonraki bölümde incelenecektir.). RS-422'nin diferansiyel hatları, normalde, hattın karakteristik empedansına (Z_0) eşit bir resistörle sonlandırılır. Bu, hat sonundaki yansımalarından kaynaklı kaynaklı sinyal sapmasını engeller. Tipik bir Z_0 değeri, 120 ohm civarındadır.

RS-422 standardı, mekanik bağlantıları veya pin atama numaralarını tanımlamaz ve bunu opsiyonel olarak bırakır. DB-25 konnektörü için, bazen, ilave B'de gösterilen, RS-530 kullanılır.

Seri veri iletişimi için RS-485-C arayüz standardı

RS-485, bu ünite bahsedilen dört EIA arayüz standardı arasında, en çok yönlü olanıdır. Bu, RS-

422'nin genişletilmesiyle oluşturulmuştur ve aynı mesafe ve hıza izin verir fakat, hat üzerinde izin verilen alıcı ve verici sayısı artar. RS-485, iki telli sistem üzerinde çok prizli şebeke bağlantısına izin verir ve aşağıdaki durumlar için, güvenilir seri veri iletişimi sağlar:

- 1200 m'ye kadar mesafeler (RS-422 ile aynı)
- 10 Mbps'a kadar veri hızları (RS-422 ile aynı)
- Aynı hat üstünde, 32'ye kadar hat sürücüsüne izin verilir
- Aynı hat üstünde, 32'ye kadar alıcıya izin verilir

Hat voltajları, RS-422'ye benzer, Mantık '1' için -1.5 V ve -6 V arası ve Mantık '0' için +1.5 V ve +6 V arası kullanılır. RS-422'de olduğu gibi, RS-485 arayüzünün hat sürücüsü, iki tel üstünde, 5 adet diferansiyel voltaj üretilir. Tam dubleks sistem için, 5 tel gerekir. Yarı dubleks sistem için, sadece, üç tel gereklidir.

RS-485'teki temel gelişme, bir hat sürücüsünün, üç statüde çalışabilmesidir (üç-hal çalışması); 'Mantık 0', 'Mantık 1' ve 'yüksek empedans'. Bu esnada (yüksek empedans durumu), hattan, gerçekte akım çekmez ve hat üstünde görünmez. Bu son durum, 'iptal edilmiş' haldir ve hat sürücüsü devresindeki bir kontrol pininden gönderilen bir sinyal ile başlatılabilir. Bu, hat üstüne, 32'ye kadar verici koyarak, çok prizli çalışmaya izin verir, aslında, aynı anda, vericilerden, sadece, bir tanesi aktif olabilir. Çok prizli bir sistemdeki her bir terminale, bu yüzden, sistemdeki diğer cihazlarla çakışmayı engellemek için, özel bir adres atanır. RS-485, bağlantının oluşturulduğu noktalarda, akım sınırlamayı içerir.

RS-485 arayüz standardı, aynı tel çifti üstünde, çok sayıda cihaz ve bağlantının kurulacağı durumlar için faydalıdır. Hat üstünde hangi cihazların aktif olacağını koordine eden yazılım, özel dikkat gerektirir. Bir çok durumda, bir PLC veya bilgisayar gibi bir ana istasyon, aynı anda, hangi verici/alıcıların aktif olacağını kontrol eder.

Uzun hatlarda, tellerin uç kısımlarına, yaklaşık karakteristik empedansa (Z_0) eşit resistanslar bağlandığı zaman, veri darbelerinin ön ve arka kenarları, daha keskin olur.

Akış kontrol

Bu teknikler, bir dizi karakter alan cihazlarda, veride taşma olayın (bu durumda, alınan veri depolanmaz ve veri üstünde işlem yapılamaz) engellemek için, modem iletişimlerinde geniş ölçüde kullanılır. Alıcı cihaz, hat üstüne, geçici olarak karakter göndermeyi kesmede, vericiye sinyal göndermek için bir özelliğe (akış kontrolü) ihtiyaç duyar.

Aşağıda da belirtildiği gibi, üç akış kontrol mekanizması vardır. İlk iki teknik, yazılım tabanlıdır ve sonuncu teknik, RTS/CTS, yazılım tabanlı uyumadır.

XON/XOFF sinyalizasyonu

Modem, çok fazla verinin geldiğine karar verirse, bağlantı terminaline, karakter iletimini durdurması için bir XOFF sinyal, gönderir. Terminale karakter göndermeyi durdurma önerisi ihtiyacı, modem hafıza tamponunun tipik olarak % 66'sının dolduğu zaman ortaya çıkar. Terminal tarafından karakter iletimindeki bu gecikme, modemin, hafıza tamponundaki verileri işlemesine olanak tanır. Veri işlendiği zaman (ve hafıza tamponu, % 33 doluluğa kadar boşaldığında), modem, terminale bir XON karakteri gönderir ve modeme veri aktarımı kaldığı yerden devam eder. XON ve XOFF karakterleri, ASCII'de tanımlı iki karakterdir; DC1 ve DC3. bu sistem, normal veri dizisinde, kontrol karakterleri (XON/XOFF) bulunmadığı zamanlarda, düzenli çalışır. Bu kontrol karakterleri, sorunlara yol açabilir ve bu karakterler, iletilen standart bilgi dizisinden çıkarılmalı ve kontrol amaçlı kullanılmalıdır.

ENQ/ACK

Terminal, son bir veri bloğu göndermek istediği zaman, modeme bir ENQ kontrol karakteri gönderir. Modem, karakter almaya hazır olduğu zaman, terminale bir ACK karakteri gönderir. Bunun sonrasında, terminal, bu veri bloğunu gönderir. Bu işlem, diğer veri blokları için devam eder.

RTS/CTS sinyalizasyonu

Bu donanım akış kontrol tekniği, daha önce bahsedilen, tam donanım uyuşmasının basitleştirilmiş bir versiyonudur. Terminal, modeme veri iletmek istediği zaman, gönderme isteği (RTS) hattını onaylar ve iletimden önce, modemin, gönderim için silme (CTS) hattını onaylamasını bekler. Modem, daha fazla karakter işleyemeyecek durumda ise, CTS kontrol hattını kapatır (veya engeller). Terminal cihazı, daha sonra, CTS hattı tekrar açılana kadar, karakter iletimini durdurur.

Modülasyon teknikleri

Aslında, modülasyon işlemi, bir taşıyıcı sinyalinin karakteristiklerini modifiye eder. Taşıyıcı sinyali, bir sinüs sinyali olarak gösterilebilir:

$$f(t) = A \sin(2\pi ft + \cos \varphi)$$

Burada;

$f(t)$ = *t zamanındaki anlık voltaj değeri*

A = *maksimum genlik*

f = *frekans*

φ = *faz açısı*

Şimdi, çeşitli modülasyon teknikleri incelenecektir.

Genlik modülasyonu (veya genlik değiştirme anahtarı)

Taşıyıcı sinyalinin genliği, gelen ikilik düzendeki veri dizisine bağlı olarak değiştirilir.

ASK veya genlik kaydırma anahtarlaması, düşük veri hızlarında, halen kullanılmaktadır; buna rağmen, gürültü genlik tabanlı bir fenomen olduğundan, komünikasyon kanalındaki sinyali, gürültüden ayırt etme sorunları vardır.

Frekans modülasyonu-FSK (frekans değiştirme anahtarı)

Bu yaklaşım, ikilik veri mesajlarında, mantık 1 ve mantık 0'a farklı frekanslar atanır. Bu modülasyon, başlıca, tam dubleks modda 300 bps'a kadar, yarı dubleks modda 1200 bps'a kadar olan hızlarda çalışan modemler için kullanılır.

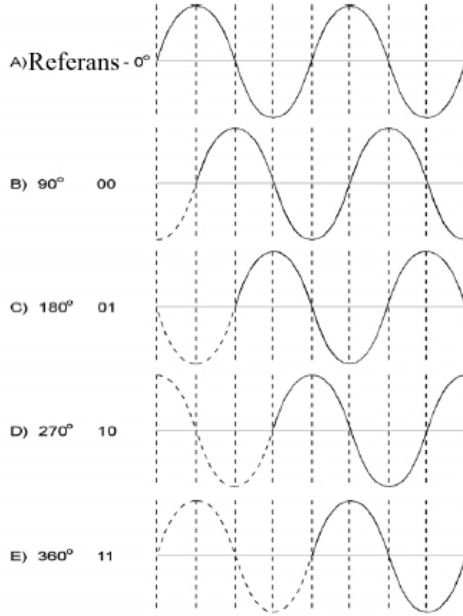
Bell 103/113 ve uyumlu CCITT V.21 standartları, Tablo 6.2'de belirtilmiştir.

Bell 103/113 modemleri, 'başlatma' ve 'yanıt modu' işlemlerinin her ikisi içinde ayarlanmalıdır. Genelde, modemleri başlatmak için terminaller ve bu tür modemleri yanıtlamak için, ana çerçeve bilgisayarları bağlanır. Böylece, başlatma modemleri mod modemlerine bağlandığında, iletişim kolaylığı sağlanır. Benzer modemler, farklı frekanslar beklentisi içinde olmalarından dolayı iletişim kuramazlar (mesela, birbirine bağlanan başlatma modemleri).

İki sinyal kümesinin çalıştığı, iki farklı frekans bandı olduğundan, bu modemlerle, tam dubleks işlem mümkündür. Bu bantlarında, komünikasyon bantları içinde olduğuna dikkat edin.

Faz modülasyonu (veya faz değiştirme anahtarı (PSK))

Bu, taşıyıcı sinyalin fazını değiştirme işlemidir. Faz modülasyonunun çeşitli formları mevcuttur. Çeyrek (dört fazlı) faz kaydırma anahtarlamasında (QSPK), kodlama için, Figür 6.16'da gösterildiği gibi, 0°, 90°, 180° ve 270°'lik dört faz açısı kullanılır.



Figür 6.16
Çeyrek faz kaydırma anahtarlama

Herhangi bir olası zamanda, dört adet olası faz açısı mevcuttur; böylece, verinin temel biriminin 2-bitlik çift (dibit) olması sağlanır. Bu yaklaşımın zayıf tarafı, Figür 6.16'da gösterildiği gibi bir referans voltajına ihtiyaç duyulmasıdır.

Tercih edilen seçenek, Figür 6.17'de de gösterildiği gibi, her bir döngü için gereken faz açılarının, önceki döngülere göre hesaplanmasını gerektiren diferansiyel faz kaydırma anahtarlama kullanmaktır.

600 baudluk bir modülasyon hızıyla, her bir faz değişimi için iki bitin kullanılmasıyla, 1200 bps veri hızı elde edilir.

Çeyrek genlik modülasyonu (veya QAM)

Bir sinüzoidal dalganın iki parametresi (genlik ve faz), QAM modeli için kullanılır. Bu model, her bir genlik ve faz değişimi için 4 bitlik bir kodlama kullanır. Dolayısıyla, 2400 baudluk bir sinyal, 9600 bps'lık bir veri hızı sağlar. QAM modelinin ilk uygulamasında, 12 faz açısı değeri ve 4 genlik değeri kullanılmıştır.

QAM, aynı zamanda, iki taşıyıcı sinyal taşır. Kodlayıcı, seri veri dizisi için 4 bit üzerine işlem yapar ve aynı fazda (IP) bir kosinüs taşıyıcı ve çeyrek bileşen (QC) olarak görev yapacak bir sinüs dalgası

oluşumu sağlar. İletilen sinyalin genlik ve faz açısı, yukarıda gösterilen takımıydızı modelini oluşturmak üzere değiştirilir.

Trellis kodlama

QAM modemleri, gürültüye karşı hassastır; dolayısıyla, trellis kodlaması adı verilen yeni bir teknik tanıtılmıştır. Bu, normal telekom hatları üstünde, 9600'den 56 kbps iletimine olanak sağlar. hat üzerinde gürültü olduğunda, hataları minimize etmek için, bir kodlayıcı, her sembol aralığına fazladan bir kod ekler.

Mesela, eğer bit dizisi 1011 ise ($b_4 b_3 b_2 b_1$), dört ek denetim biti aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.

$$P_4 b_4 P_3 b_3 P_2 b_2 P_1 b_1$$

Burada:

$$P_1 = b_1 \text{ XOR } b_0 = 1 \text{ XOR } 0 = 1$$

$$P_2 = b_2 \text{ XOR } b_1 = 1 \text{ XOR } 0 = 0$$

$$P_3 = b_3 \text{ XOR } b_2 = 0 \text{ XOR } 0 = 0$$

$$P_4 = b_4 \text{ XOR } b_3 = 1 \text{ XOR } 0 = 1$$

Elde edilen dizi:

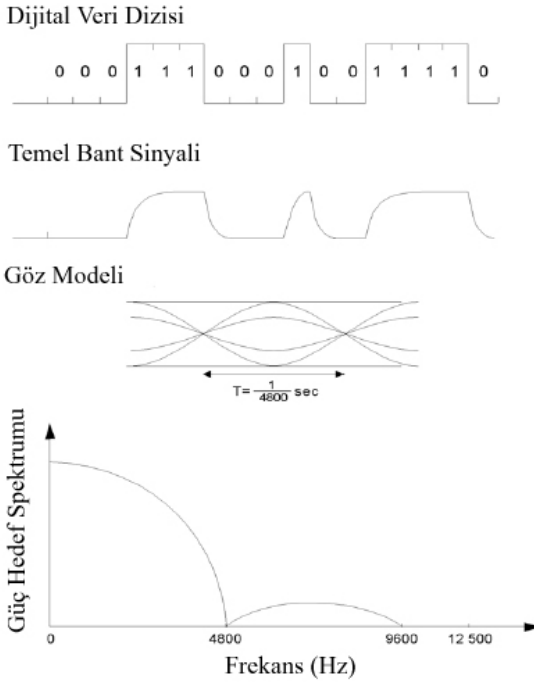
11100111

Sadece, belirli diziler geçerlidir. Eğer hat üstünde, beklenen bit dizisinden farklı bir bit dizisi elde edilmesine neden olan bir gürültü varsa, alıcı, etkilenen verinin tekrar iletimine ihtiyaç duymaksızın, gözlenen sinyale en yakın geçerli sinyal noktasını seçer.

Performans üzerinde uygulanacak tipik bir karşılaştırma, konvansiyonel bir QAM modeminin, gönderilen her 10 veri bloğundan 1 tanesini yeniden ilemesi yerine, trellis kodu kullanan bir modemin, gönderilen her 10 000 veri bloğundan birini yeniden iletilmesidir.

DFM (doğrudan frekans modülasyonu)

Bu modülasyon, konuyu eksiksiz olarak aktarmak adına, ayrı bir modülasyon seçeneği olarak ele alınmıştır. Bu, dijital bilgiyi, analog bir modülatör kullanarak modüle etme yöntemlerinden bir tanesidir. Buna rağmen, bu modülasyon tekniği, FSK'nın bir türü olarak düşünülebilir. Bu modülasyon, özellikle radyo iletişim alanına yönelik kullanılır. Doğru teknik adı, 'Gauss Minimum kaydırma anahtarlamasıdır' (GMSK).



Figür 6.19
Direkt frekans modülasyonu

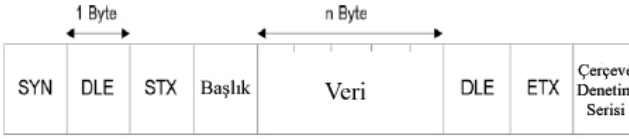
Veriyi, doğrudan radyo frekans taşıyıcı üstüne doğrudan modüle etmek mümkündür. Bu, bant genişliği kısıtlamalarından dolayı, normal telefon hatlarında kullanılamaz (bir radyo kanalının 12.5 kHz'lik bant genişliğine karşın normal telefon hatlarının bant genişliği 3 kHz'tir). Kare dalga (ikilik) veri sinyalinin basit filtrelemesi, kanal spektrumunun 12.5 kHz ile sınırlandırmasını sağlar.

Hata tespiti/düzeltilmesi ve veri sıkıştırma

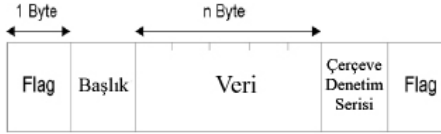
Bir zamanlar, en popüler hata tespit formu, döngüsel fazlalık denetimleriydi (özellikle CRC-16). Bunlar, 2. ünite, *Hata tespit ve düzeltme* başlığı altında detaylı olarak anlatılmıştır. Ne yazık ki, farklı üreticilerin, CRC yaklaşımına küçük değişimler getirmeleri, farklı üretici ürünleri arasında uyumsuzluğa yol açtı. Microcom tarafından diğer bir çok üreticiye lisansı verilen, Microcom şebeke protokolünün (MNP) geliştirilmesi, gelişen bir standart sağladı.

MNP protokol sınıfları

Aşağıdaki tabloda tanımlanan dokuz MNP protokol sınıfı vardır. Birbirine bağlanan modemler, veri transferi için, desteklenen en yüksek MNP sınıfını seçerler. Veriyi transfer etmede takip edilecek standartları ayarlamak için, bağ talebi adı verilen bir başlangıç çerçevesi kullanılır.



Asenkronize Veri Çerçevesi



Senkronize Veri Çerçevesi

Figür 6.20

Asenkronize ve senkronize MNP çerçeve formatları

Bağ erişim protokol modemi (LAP – M)

Bu, CCITT V.42 önergesi altında kullanılan (MNP hata tespiti ve düzeltimi, ikincil bir mekanizmadır), veri tespiti ve düzeltimi için kullanılan birincil yöntemdir.

Çeşitli veri sıkıştırma teknikleri, ünitenin devamında detaylı olarak anlatılmıştır.

Veri sıkıştırma teknikleri

Veri sıkıştırmanın temel amacı veri transferi sırasında verimli daha yüksek hız (ve transfer zamanını azaltmayı) sağlamaktır.

En popüler veri sıkıştırma metotlarından ikisi uyumlu bilgisayar teknolojileri sıkıştırma teknolojisi ve Microcom'un MNP sınıf 5 ve sınıf 7 sıkıştırma yöntemleridir. 1990'da, CCITT'nin V.42bis standardını getirmesiyle, Lempel-Ziv adında yeni bir veri sıkıştırma metodu tanımlanmıştır.

Burada incelenecek 3 veri sıkıştırma standardı şunlardır:

Bu iki kademeli bir işlemdir:

- Çalışma aralığı kodlaması

İlk üç byte, çalışma aralığı kodlanmış dizi başlangıcını belirtir. Sonraki byte, tekrarlanan bitlerin sayısını (250 maksimum bit sayısı olmak üzere) gösterir. Benzer bitlerin kullanıldığı durumlarda, bu yöntem toplam veri byte büyüklüğünü dramatik olarak azaltabilir.

Çalışma aralığı kodlamasına bir örnek, fax makineleridir (modifiye modemler).

Temel olarak aynı olan ardışık bit sayısı, sayılarak 8-bitlik bir sembole kodlanır. Daha sonra, bu 8-bitlik sembol transfer edilir.

Veri sıkıştırması, iyi bilinen faks makinesine referans verilerek anlatılmaktadır. Örneğin, Grup 3 makinelerde, 11 inçlik bir kağıt dikey olarak 100 satıra dijitize edilerek 1100 satır yaratılabilir ve yatay olarak da her satır 1700 bit olacak şekilde dijitize edilebilir.

Toplam dosya büyüklüğü = 1700bit/satır x 1100 satır = 1.87Mbit

Bu dosyanın 2400 baudluk bir modeme gönderildiğini varsayarsak, toplam transfer zamanı bir sayfalık yazı için, aşağıda hesabı gösterildiği gibi, 779 saniye sürecektir. Fakat, pratikte, bir sayfanın transfer süresi 30 ile 60 saniye arasındadır. Veri sıkıştırmasının kullanımı bu sonucu elde etmektir.

$$\begin{aligned} \text{Transfer zamanı} &= (1.87\text{Mbit})/(2400\text{bit/sn}) \\ &= 779 \text{ saniye} \end{aligned}$$

Faks makinesi üzerindeki mikroişlemci, veri bitlerini göndermeden önce bunları işleyebilir ve bir sıkıştırma algoritması kullanarak veriyi daha küçük bitlere dönüştürebilir.

- Uyumlu frekans kodlama

Transfer edilen gerçek byte'ın yerine sıkıştırılmış bir jeton konur. Çok sık tekrar eden mevcut veri byte'larının yerine kısa jetonlar kullanılır. Sıkıştırılmış jeton, iki parçadan oluşur:

- Sabit uzunlukta bir başlık (3-bit uzunluğunda, toplam uzunluğunu belirtir)
- Değişken bir gövde uzunluğu

Sıkıştırma başlangıcında, her byte için 0 ile 255 arasında değişen bir tablo hazırlanır. Bir veri byte'ını kodlamak için, kullanılan jeton, gerçek veri byte'ı ile değiştirilir. İncelenen veri byte'ının gerçekleşme frekansı da bir arttırılır. Eğer incelenmekte olan veri byte'ının gerçekleşme frekansı bir sonraki en çok gerçekleşen veri byte'ından fazlaysa, bu iki jeton yer değiştirir. Bu işlem bir sonraki en çok gerçekleşen veri byte'ı için tekrarlanarak jetonlar yer değiştirir.

MNP sınıf 7 gelişmiş veri sıkıştırması

Bu metot, çalışma uzunluğu kodlamasını, uyumlu kodlama tablo ile birleştirir. Bu tablo bir önceki karakterin değerinden hareket ederek, her hangi bir karakterin olasılığının hesaplanmasında kullanılır. Her 8-bitlik model için maksimum 256 kodlama tablosu tutulur ($2^8=256$). Tüm karakterler Huffman kodlamasına göre organize edilir.

Huffman kodlamasının prensibi, diğerlerinden daha sık tekrarlanan karakterler üzerine kurulu- dur. Huffman kodu, bilgisayar tarafından hesaplanır ve her bir sembolün (iletişimde kullanılan semboller seti içinde) tekrarlanma frekansı saptanır.

Huffman kodu hesaplamalarında şu adımlar izlenmelidir:

Her sembolün yanına mesajdaki tekrarlanma olasılığı sıralanır. Örneğin, sembollerin A, X, Y, Z tekrarlanma olasılıklarının parantez içinde aşağıda gösterildiği gibi:

A(0.2); X(0.1); Y(0.4); Z(0.3)

(Olasılıkların toplamı 1'e eşit olmalıdır)

Sembolleri tekrarlanma olasılıkları artacak şekilde sıralı yazılır.

Figür 6.22'deki gibi, en düşük olasılığa sahip olanları toplayıp üstlerine bu toplamı yazarak yeni bir nod oluşturun.

Bu işlemi, yeni oluşan olasılık ve sırada bir sonra yer alan olasılık ile devam ettirin. Bu işlemi Figür 6.23'de gösterilen diyagram oluşana ve işlem bitene kadar sürdürün.

Yukarıda gösterildiği gibi, hepsi aynı çizgide olan kollara 1, kalan kollara da 0 verin.

Her sembol için Huffman kodunu, piramidin tepesinden tabandaki sembole kadar olan yolu takip ederek hesaplayın. Yani:

$$Y = 0$$

$$Z = 10$$

$$A = 110$$

$$X = 111$$

Sıkıştırma oranını (7-bitlik ASCII standart koduyla karşılaştırıldığında) hesaplamak için 1000 sembolün (örn. Y, Z, A, ve X) transfer edildiğini varsayın.

Huffman koduyla toplam bitler =

$$(\text{Sembolün tekrarlanma olasılığı } 0.4 * 1000 \text{ sembol}) * 1\text{bit/sembol } Y +$$

$$(\text{Sembolün tekrarlanma olasılığı } 0.3 * 1000 \text{ sembol}) * 1\text{bit/sembol } Z +$$

$$(\text{Sembolün tekrarlanma olasılığı } 0.2 * 1000 \text{ sembol}) * 1\text{bit/sembol } A +$$

$$(\text{Sembolün tekrarlanma olasılığı } 0.1 * 1000 \text{ sembol}) * 1\text{bit/sembol } X +$$

$$= 400 + 600 + 600 + 300$$

$$= 1900 \text{ bit}$$

Eğer ASCII kodlaması kullanılmış olsaydı bu işlemin sonucu –

$$1000 \text{ sembol} * 7\text{bit/sembol} = 7000\text{bit}$$

$$\text{Yani sıkıştırma oranı} = 7000/1900 = 3.68$$

Huffman kodu hesaplanınca, program, her sembole denk gelen koda çevirirken, bu kodların tekrar orijinal transferdeki orijinal sembollere çevirecek tabloyu da ihtiva eder. Transferi alan alıcı, bu bit dizisini orijinal sembol dizisine çevirir. Çalışma uzunluğu kodlaması, eğer belirli bir dizi karakter içinde 4 veya daha fazla benzer karakter varsa kullanılır. İlk 3, karakter kodları (Huffman kodlama kurallarına göre) ve geri kalan benzer karakterler, 4 bit nibble olarak kodlanır. Veri dizisinin açılımı, verici ve alıcı modemler, aynı sıkıştırma tablosunu kullandığından kolaylıkla gerçekleşir.

V.42bis

Bu yöntem bir sözlük yaratımını öngörür; bu sözlük iki modem arasında veri transferi sırasında sürekli değişikliğe uğrar. Bu sözlük, her kökü alfabenin bir harfine denk gelen ağaçlar serisinden oluşur. İletişim kurulduğunda, her bir ağaç, her bir noda özel tanımlı kod kelime atanmış bir kök nodunu kapsar. Modem tarafından (bağlı olduğu terminalden) alınan karakter dizisi, sözlük ile karşılaştırılarak eşleştirilir.

Dizi uzunluğu, 6 ile 250 karakter bit arasında değişebilir ve bağlı bulunan iki modem arasında belirlenir. Minimum 512 kod kelimesi vardır (ama bu belirli değer üzerinde herhangi bir değer de bağlı iki modem arasında kabul edilebilir).

V.42 bis veri sıkıştırması, bir dizi için kod kelime kullanımıyla, MNP sınıf 5 sıkıştırmasından % 20 ile 30 arasında daha verimlidir. V.42 bis, büyük dosya transferleri için uygundur ama kısa veri dizileri için uygun değildir.

Veri hızına karşılık baud hızı

Baud hızı, bir iletişim bağındaki, fiziksel sinyalizasyon hızıdır. Basit bir uygulamada, bir sinyal değişimi 1 biti ifade eder. Sinyal değişimi iki biti tanımladığında, bu dibit kodlama adını alır. Benzer şekilde, 1 baud hızını 3 bit için kullanmak tribit kodlama olarak anılır. Çoklu bit kodlaması için tercih edilen teknik faz modülasyonudur. Örneğin, bir sinyalin alabileceği 4 farklı faz açısı mevcutsa, dibit kodlaması, her sinyal değişimde, transfer edilen 2 biti gösterir.

Diğer taraftan, frekans kaydırma anahtarlama, normalde, sadece iki frekansa sahiptir. Bu yüzden her sinyal değişimi, beraberinde 1 bit mevcuttur (1 baud = 1 bps).

Modem standartları

Çeşitli CCITT modem standartlarını özetleyen bir tablo aşağıda verilmiştir.

| Modem Türü | Veri Hızı | Asenk/Senk | Mod | Modülasyon | Anahtarlı/ Kıralık |
|------------|-----------|-------------|----------|------------|-----------------------|
| V.21 | 300 | Asenkronize | Yarı/Tam | FSK | Anahtarlı |
| V.22 | 600 | Asenkronize | Yarı/Tam | DPSK | Anahtarlı/Kıralık |
| | 1200 | Asenkronize | Yarı/Tam | DPSK | Anahtarlı/Kıralık |
| V.22 bis | 2400 | Asenk/Senk | Yarı/Tam | QAM | Anahtarlı |
| V.23 | 600 | Asenk/Senk | Yarı/Tam | FSK | Anahtarlı |
| | 1200 | Asenk/Senk | Yarı/Tam | FSK | Anahtarlı |
| V.26 | 2400 | Senkronize | Yarı/Tam | DPSK | Kıralık |
| | 1200 | Senkronize | Yarı | DPSK | Anahtarlı |
| V.26 bis | 2400 | Senkronize | Yarı | DPSK | Anahtarlı |
| V.26 ter | 2400 | Senkronize | Yarı/Tam | DPSK | Anahtarlı |
| V.27 | 4800 | Senkronize | Tam | DPSK | Kıralık |
| V.27 bis | 4800 | Senkronize | Tam | DPSK | Kıralık |
| | 2400 | Senkronize | Tam | DPSK | Kıralık |
| V.27 ter | 4800 | Senkronize | Yarı | DPSK | Anahtarlı |
| | 2400 | Senkronize | Yarı | DPSK | Anahtarlı |
| V.29 | 9600 | Senkronize | Yarı/Tam | QAM | Kıralık |
| V.32 | 9600 | Asenkronize | Yarı/Tam | TCM / QAM | Anahtarlı |
| V.33 | 14400 | Senkronize | Yarı/Tam | TCM | Kıralık |

Tablo 6.4

Modem standartları

Bir sonraki tablo, çeşitli Bell modem standartlarını özetler.

| Modem Türü Zil Sistemi | Veri Hızı | İletim Tekniği | Modülasyon Tekniği | İletim Modu | Hat Kullanımı |
|---------------------------|-----------|----------------|-----------------------|-------------|---------------|
| 103 A, E | 300 | Asenkronize | FSK | Yarı, Tam | Anahtarlı |
| 103 F | 300 | Asenkronize | FSK | Yarı, Tam | Kıralık |
| 201 B | 2400 | Senkronize | PSK | Yarı, Tam | Kıralık |
| 201 C | 2400 | Senkronize | PSK | Yarı, Tam | Anahtarlı |
| 202 C | 1200 | Asenkronize | FSK | Yarı | Anahtarlı |
| 202 S | 1200 | Asenkronize | FSK | Yarı | Anahtarlı |
| 202 D/R | 1800 | Asenkronize | FSK | Yarı, Tam | Kıralık |
| 202 T | 1800 | Asenkronize | FSK | Yarı, Tam | Kıralık |
| 208 A | 4800 | Senkronize | PSK | Yarı, Tam | Kıralık |
| 208 B | 4800 | Senkronize | PSK | Yarı | Anahtarlı |
| 209 A | 9600 | Senkronize | QAM | Tam | Kıralık |
| 212 | 0-300 | Asenkronize | FSK | Yarı, Tam | Anahtarlı |
| | 1200 | Asenkronize | PSK | Yarı, Tam | Anahtarlı |

Tablo 6.5

Zil Modem standartları

Radyo modemler

Radyo modemler, kablo hatlarının uzak yerlere yerleştirilmesini veya kablo ya da fiber-optik devrelere yedekleme amacıyla kullanılabilir.

Modern radyo modemler, 400 – 900 MHz bant aralığında çalışır. 400 ve 900MHz bandı arasındaki ilerleme, güvenilir bir iletişim sistemi için, alıcı ve verici anten arasında engelsiz bir görüş gerektirir. Bunlar, bir şebeke içinde çalıştırılabilir fakat şebeke erişimi ve hata bildirimini için şebeke yönetim sistemine (protokol) ihtiyaç duyarlar. Çoğu zaman, ana bir istasyon (sıcak değişimin gerçekleştiği) yardımcı radyo alan istasyonları ile haberleşir. Bu uygulamaların protokolleri basit bir seçme/yanıt verme tekniğini kullanabilir.

Daha karmaşık şebeke iletişim uygulamalarında, CSMA/CD (çakışma dedektörlü taşıyıcı çoklu erişim) üzerine kurulu bir protokol gerekecektir. Standart yaklaşımların bir varyasyonu,

şebekede bulunan diğer radyo modemlerin tümünü seçen ve bunların birbiriyle bütünleşik olup olmadığını denetleyen merkezi bir radyo modem kullanmaktır. Radyo modem, ana istasyonun etki alanı dışında kalan diğer sistemlerle iletişimi sağlamak amacıyla röle istasyonu gibi kullanılabilir. Bunlar Bölüm 2.8'de iletişim felsefeleri başlığı altında ele alınmıştır.

Bu, cihazların, bilgisayar ve PLC'lerin, örneğin, görünmez bir radyo bağı aracılığıyla, herhangi bir modifikasyon olmaksızın, iletişim kurmasını sağlamaya yöneliktir.

Radyo modem yapıları, tipik olarak RS-232 olmakla beraber, RS-422 ve RS-485 (fiber optik) de opsiyon olarak sunulur. Tipik çalışma hızları 9600 baud'a kadardır. Modemde (genellikle en az 32kbps'lik) bir tampona ihtiyaç vardır. Radyo modem yapılarında çeşitli donanım ve program akım kontrol teknikleri (Bölüm 6.4'te tartışıldığı gibi) sağlanarak, bağlanılan terminal ile radyo modem arasında veri kaybı önlenir.

Tipik modülasyon teknikleri, iki seviyeli direk FM (1200 ile 4800 bps) ile üç seviyeli direk FM'dir (9600 bps).

Tipik bir radyo modem şeması Figür 6.25'te verilmiştir. Radyo modemler için kullanılan terminoloji aşağıdaki gibidir:

PTT

Bas konuş sinyali.

RSSI

Alınan sinyal gücü göstergesi, alınmakta olan sinyalin gücünü DC voltajına orantılı bir şekilde gösterir.

Gürültü bastırma

Bu, ayırıcı uçta, herhangi bir gürültü sinyalinin alımını azaltmaya çalışır.

RSSI bastırma

Bu, RF taşıyıcısının sinyal şiddeti, yeterince yüksekse, "audio alım" yolunu açar.

Kanal izleme

Bu bastırmanın açık olup olmadığını belirtir.

Soft taşıyıcı gecikmesi

Bu, RF iletiminin, gerçek veri mesajının sonunda, bir miktar daha uzatılmasını sağlar. Bu, taşıyıcı durduğunda ve bastırma (hemen hemen) audio yolunu kapattığında oluşan bağlantı sonu patlamalarından kaçınmak için gereklidir.

RTS, CTS, DCD, saat, iletilen veri, alınan veri, Bölüm 6.3.1'de bahsi geçen RS-232 başlığı altındadır. Radyo modem; terminal ile radyo modem arası iletişim için Figür 6.26'da gösterilen basit zamanlama şemasına sahiptir.

Veri transferi, uzak terminal tarafındaki RTS hattının aktive edilmesiyle başlar. Bunun sonrasında, radyo modem CTS hattını yükselterek, transferin gerçekleşebileceğini bildirir.

Transfer sonrası, bas konuş aktif tutularak, RF taşıyıcısının kaldırılmasından önce, karşı tarafın kalan işe yarar veriyi algılaması sağlanır.

Radyo modemler iki modda kullanılabilir:

Noktadan noktaya

Noktadan çoklu noktaya

Noktadan noktaya bir sistem sürekli RF moduyla (veri transferinde, minimum açma gecikmesine sahiptir) çalışır ve kayda değer bir enerji tasarrufunun sağlandığı süresiz modda kullanılabilir. Sürekli ve anahtarlı taşıyıcılar için, RTS-CTS arası gecikme, 10 ve 20msec'dir.

Çok noktalı bir sistemde, genelde, belirli bir anda, sadece ana istasyon ve diğer radyo modemlerden birisi arasında bir çalışma vardır.

Çok noktalı bir sistemde, veri hattında bir tekrarlayıcı varsa, sinyal sapmasını ve karışıklığı önlemek için veri rejenerasyonu işlemi kullanılmalıdır. Ses sistemleri için, hataya karşı daha toleranslı olduğundan, rejenerasyon gerektirmez.

Rejenerasyon, radyo sinyalinin radyo modemden geçirilerek, RF analog sinyalinin dijital sinyale geri çevrilmesi ve bunun sonrasında, ikilik düzendeki veri dizisi çıktısının diğer bir modeme (bu modem, RF analog sinyalini bir sonraki konuma iletir) iletilmesiyle sağlanır.

Radyo modemde olması gereken tipik özellikler aşağıda verilmiştir:

İletim/alım radyo kanal frekansı

Tipik olarak, çift frekans/ayırma kanal atamasında çalışan noktadan noktaya bir konfigürasyonda, iki radyo, karşılıklı kanallarda çalışır.

Host veri hızı ve formatı

RS-232 komünikasyonu için, veri hızı/karakter boyutu/denklik tipi ve durdurma bitleri sayısı.

Radyo kanalı veri hızı

Radyo kanalında veri hızı. Veri hızı, radyo ile ve radyonun bant genişliği kapasitesi ile tanımlanır. Bu özelliklerin genel olarak üretim sırasında belirlendiğine dikkat edin.

Minimum radyo frekans sinyal düzeyi

Bu, alıcıda çok düşük bir değere ayarlanmamalıdır aksi takdirde gürültü verisi okunacaktır.

Denetleme verisi kanal hızı

Bu, akış denetimi için kullanılır – bu nedenle, çok düşük ayarlanmamalıdır aksi takdirde alıcıdaki arabellekte taşma gözlenir. Tipik standart, otuz iki bitlik seri veriye karşılık bir(1) akış denetim biti bulunmasıdır.

Verici stabilizasyon gecikmesi

Bu, faydalı verinin radyo bağlantısı üzerinden gönderilmeden önce, vericiye enerji yüklenmesi ve dengelenmesi için geçen süredir. Bu, ek yüklenmeyi minimize etmek için olabildiğince düşük tutulmalıdır

Dünya çapındaki bir çok ülke, bant genişliğinin bir kısmını 'Yayılmış Spektrum' radyo modemlerinin kullanımına tahsis etmiştir. Amerika ve Avustralya'da, bu, 900 MHz alandır. Kısaca, modeme, çok geniş bir genişbant kanalı tahsis edilmiştir. Bu örnekte, bu bant genişliği, yaklaşık 3.6 MHz genişliğindedir. Verici, bitleri (ya da bit gruplarını), bant genişliğine geniş tarzda yerleştirmek için, rasgele bir kod kullanır ve alıcı bunları almak için, aynı rasgele kodu kullanır. Çünkü bunlar rasgeledir. Birçok alıcı-verici aynı kanal üzerinde çalışabilir. Bitlerin çarpışması, alıcı tarafından gürültü olarak algılanır ve alıcının kapanmasına neden olur.

Bu yaklaşımın avantajı, çok yüksek veri güvenliği ve 19.2 kbps hıza varan veri hızlarıdır. Dezavantajı, radyo spektrumunun çok verimsiz kullanımıdır.

Sistemde sorun giderme

Bir iletişim sisteminde kullanılan iki orun gidermenin yöntemi (Figür 6.28'de gösterildiği gibi) burada incelenecektir.

Seri bağda sorun giderme

Bir seri veri iletişim sisteminde sorun gidermede, zaman kaybını önlemek için mantıksal bir yaklaşım izlenmelidir.

Birkaç öneri aşağıdadır:

- Baud hızı, veri formatı ve her iki iletişim cihazı için doğru olan veri formatı gibi temel parametreleri kontrol et.
- Hangisinin DTE, hangisinin DCE cihazı olduğunu belirle ve bir cihazdaki iletim pininin diğer

cihazdaki alıcı pine bağlandığından emin ol.

- Donanım uyuşmasında ne olduğunu belirle.
- Eğer yukarıdaki birkaç öneri, sorunu gidermede yardımcı olmuyorsa kullanılan protokolü incele.
- Aşağıdaki üç faydalı cihaz, sorunu analiz etmenize yardımcı olabilir:
- Dijital multimetre
- Dağıtım (:Breakout) kutusu
- Protokol çözümleyici (PC tabanlı olanı faydalı bir çözümdür)
- Breakout kutusu ve protokol çözümleyicisi, aşağıdaki paragraflarda kısaca anlatılmıştır.

Dağıtım kutusu

Breakout kutusu, gerekli birçok bilginin çoğunu sağlayan ve RS-232, RS-422, RS-423, RS-485 serisi, vb, arayüzler ve paralel arayüzler gibi veri iletişim devrelerinde problemleri belirleyen ucuz bir araçtır.

Bir breakout kutusu, kablodaki tüm 25 (ya da 9, 37, 50 vb.) iletkenleri ulaşılabilir test noktalarına getirmek için veri kablosuna bağlanır. Breakout kutuları genellikle dişi ve erkek soketlere sahiptir ve 2 standart seri kabloyu kullanılarak, kutu, iletişim bağlantısı ile seri bağlanabilir. 25 Test noktası, LED'ler, basit bir dijital multimetre, bir osiloskop, ya da bir protokol çözümleyici ile izlenebilir. Ayrıca, sorunun nerede olduğunu bulmaya çalışırken, her hat üstünde, bir anahtar ile açılıp kapanabilir.

Protokol çözümleyici

Protokol çözümleyici, XON, XOFF, LF, CR vb. gibi ASCII kontrol kodları dışında, veri hattındaki gerçek bitlerin gösterimi için de kullanılır. Protokol çözümleyici, veri bitlerini, hat üzerinde gönderildiğinde, izlemek için kullanılabilir ve hatta ne olması gerektiği ile karşılaştırılabilir. Bu, verici terminalin doğru veriyi gönderdiğini ve alıcı cihazın aldığını onaylamaya yardımcı olur. Protokol çözümleyici, baud hızının yanlış ayarını, denkliği, durdurma bitini, gürültü ve yanlış kablolamayı ve bağlantıyı belirlemede faydalıdır. Ayrıca, mesajın formatını analiz etmeye ve protokol hatalarını aramayı mümkün kılar.

Problemin bağlantılar, baud hızı ya da denklik yüzünden olmadığı ortaya çıktığında, mesajın içeriği hatalar ve uygunsuzluklar için analiz edilmelidir. Protokol çözümleyicileri bu problemleri çabukça belirleyebilir.

Modemde sorun giderme

Modem çalışırken oluşabilecek sorunları belirlemek için sorun gidermeye yönelik çeşitli testler vardır.

İlk test, modem vericisinin alıcısına bağlandığı self-test'tir. Komünikasyon hattında bağlantı kopuktur ve belirli bit dizileri modem alıcı kısımlarına iletilir. Bu dizi, daha sonra belirli bir model ile karşılaştırılır.

Eğer iletilen dizi beklenen paterne uymazsa, modem ön panelinde bir hata göstergesi belirtilecektir.

İkinci test seti, geri döngü testleridir. Geri döngü testlerinin dört şekli vardır:

- Lokal dijital döngü (terminal ya da bilgisayar test etmek ve RS-232 hattını bağlamak için)
- Lokal analog döngü (Modemin modülatörünü ve demodülatör devresini test etmek için)
- Uzak analog döngü (Bağlantı kablosunu ve lokal modemi test etmek için)
- Uzak dijital döngü (Yerel ve uzak modemi ve bağlantı kablosunu test etmek için)
- Aşağıdaki figür her yaklaşımın, diyagram olarak örneğini verir.

Seçim hususları

Bir endüstriyel veya telemetri uygulaması için, modem seçiminde dikkat edilmesi gereken birçok özellik bulunmaktadır. En önemli maddelerin bir kaç tanesi aşağıda listelenmiştir:

Otomatik akıllı özellikler

Asenkronize modemlerin bir çoğu, bir çok modem özelliğini otomatize eden Hayes AT komut seti ile uyumludur.

Veri hızı

Bu, normalde incelenen ilk özelliktir. Bunu baud hızından ve sıkıştırmadan önceki (nominal) veri hızı ile sıkıştırmadan sonraki etkin veri hızı arasında farktan ayırmaya dikkat edin.

Asenkronize/senkronize modlar

Her iki mod arasında geçiş, ileri uygulamalar için esneklik sağlar. Bu geçiş, bazen derin düğme yardımıyla sağlanır.

İletim modları

En etkili veri transfer yöntemi tam dubleks'tir. Bu, yarı dubleğe göre tercih edilen moddur. Yarı dublekste, dolaşım zamanlaması, veri hızında belirgin bir düşüşe sebep olur.

Modülasyon teknikleri

İki en önemli modülasyon tekniği, 1200 ve 2400 bps iletimi destekleyen V.22 ve diğer en fazla evrensel iletim özelliği V.32 bis (alt set olarak V.22 bis'e sahip).

Veri sıkıştırma teknikleri

Günümüzde kullanılan dört ana sıkıştırma standardı (özellikle telekom santral hatları için) bulunmaktadır. Modem aşağıdakilerle uyumlu olmalıdır:

MNP sınıf 5 en popüler)

MNP sınıf 7 (MNP 5 ile uyumlu)

ACT

CCITT V.42 bis (tartışmalı bir popülerlik kazanmaya başladı)

Hata düzeltme/belirleme

En popüler hata tespit ve düzeltme mekanizması MNP-4'tür. CCITT, bu standardı, modemler (LAP-M) için MNP-4 ve bağ erişim prosedürlerine olanak sağlayan V.42 standardıyla birleştirmiştir.

Akım kontrolü

Bu, eklenmiş bir terminalden veri akışını kontrol etmede faydalıdır böylece modeme yüklenmez. Mevcut terminal ve donanımın, ENQ, ACK, RTS/CTS ya da XON, XOFF gibi gerekli akım kontrol protokollerini desteklediğinden emin olun.

Verinin optimal bloklanması

Veri transferinden önce, kullanılması gereken spesifik dosya transfer protokolü için, iki modem birbiri ile anlaşmalıdır. Bu, bağlanan terminal cihazından modeme gereksiz onay gönderimini önler. Bu nedenle, eğer iki modem, kendi arasında 500 karakter bloğu transfer edebiliyorsa, fakat terminalden modeme sadece 100 karakter bloğu destekleniyorsa, modem, 5 tane 100 karakterlik bloğunu biriktirecek ve bu 5 seti tek seferde alıcı modeme transfer edecektir. Alıcı modem, daha sonra alıcı terminale 100 karakterlik 5 seti transfer edebilir, bu alıcı terminal daha sonra her 100 karakter bloğu için onay gönderecektir.

Kafes montajlı/dahili/bağımsız modemler

Uygulama temelinde seçim yapılmalıdır. Birçok endüstriyel sistemde, alandan kazanmak ve uygun enerji temini için kafes montajlı modemler tercih edilir.

Enerji temini

Tipik olarak, günümüzdeki bir çok modem üreticisi, ayrı bir güç kaynağına sahiptir veya gücü telefon hatlarından sağlar.

Kendi kendine test özellikleri

Modemin, kendi kendini test etme ve ayrıca standart yerel ve uzak geri döngü testleri uygulayabildiğinden emin olun.

• Merkezi Bölge Bilgisayar Özellikleri

Giriş

Merkezi bölge (ana) bilgisayar tesisleri, donanım ve yazılımın tatminkar düzeyde çalışabilmesi ve operatör ve diğer kullanıcıların sistemi verimli ve güvenli biçimde kullanılması için tasarlanmalı ve kurulmalıdır.

Bu ünite, aşağıdaki öğeleri dikkate alarak, merkezi bölge bilgisayar tesislerinin gerekliliklerini anlatıyor:

- Önerilen kurulum uygulaması
- Ergonomik gereklilikler
- Bilgisayar göstergelerinin tasarımı
- Alarm ve raporlama felsefeleri

Önerilen kurulum pratiği

Bir bina içerisinde, bilgisayar sistemi kurulurken dikkatle gözden geçirilmesi gereken bir dizi gereklilikler vardır. Bu gereklilikler, aşağıdaki paragraflarda yer alıyor.

Çevresel hususlar

Sistemin kurulduğu ortam, bilgisayar sistemine ve ilgili elektronik sistemlerine uygun olmalıdır. Standart ve endüstriyel ortamlar için uygun görülen tipik ortam koşulları, Tablo 7.1'de listelenmiştir. Açıkçası, bir kontrol odası ortamı, bu özelliklere sahip olmak zorunda değildir; fakat, ekipman, bu koşullara göre düzenlenmiş olmalıdır. Tipik kontrol oda ortamlar, ergonomik gereklilikler yönüyle incelenmiştir. Tipik endüstriyel sistemler, standart havalandırılmalı kontrol odalarına göre daha geniş odalara monte edilmelidir.

Aşırı toz, paslandırıcı su buharı, nem veya yağ bulunan ortamlarda sorunlar oluşabileceğinden, yapılabilecek en iyi şey, bilgisayar sistemini bir muhafaza içine yerleştirmektir. Bu, işlemci için yeterince koruma sağlayacaktır. Titreşim gibi bazı konulara özelliklere, dikkat edilmesi gerekir ve bazı titreşimleri emebilmesi için, bilgisayar sistemlerinin, şok muhafazalara monte edilmesi

gerekebilir. Muhafaza kapılarının kolayca açılabilmesine ve içerdeki sıcak havanın dağılılabildiğine dikkat edilmelidir. Sıcak havanın yükselebildiğini ve muhafazanın üst kısmında sıcak havanın toplanabileceğini unutmayın ve bu havayı değiştirebilmek için bir fana ihtiyaç duyabilirsiniz. Bilgisayar üreticileri, ekipman çevresinde izin verilen ortam sıcaklıklarını listeleyen tablolar sağlarlar. Genellikle, ısı, aşırı yükseldiğinde, bilgisayar sistemleri, aniden çökmezle fakat aralıklı çökmelere neden olur ve uzun süreçte zarar görebilirler.

Muhafaza, sistem üzerinde çalışmaya izin verecek ve diagnostik ışıkları/LED'lerini gözlemleyebilecek kadar geniş olmalıdır.

Topraklama ve muhafaza

Bütün donanımın, güvenli biçimde topraklandığından emin olun. Toprak elektrodu, bütün elektrik ekipmanının ve tesis içindeki AC güç kaynağı için, merkez toprak hattı olmalıdır. Maksimum ebatlı bakır kablo (diyelim ki, 8 AWG) kullanın.

Bazı özel bağlantılar, elektrik gürültüsünü azaltmak için, kılıflı kabloları ihtiyaç duyar. Bu kılıfların, sadece, bir uçlarının topraklı olduğundan emin olun. Daha önceki bir üniteye belirtildiği üzere, bir kılıflı kablunun her iki ucunu da topraklamaktan kaçınılmalıdır; bu, kabloda, bir toprak döngüsüne neden olabilir.

Kablolama

Güç ve iletişim kablolarını ayırmak için izin verilen uzaklıklarla ilgili tüm detaylı, dördüncü üniteye verilmiştir. Kontrol odasında, farklı bilgisayarlar ve sistemler arasında, iletişim kabloları yapılırken, dikkat edilmesi gereken bazı noktalara aşağıda değinilmiştir:

- Kablonun kullanılacağı gerçek uzaklığı hesaplayın – yani, hem yatay hem de dikey uzaklıklar. Gürültü kaynaklarından uzakta, olası en kısa yolu seçin.
- Kabloları; potansiyel elektrik etkileşim kaynaklarından, zararlı kimyasallardan, aşırı sıcaklıklardan, nemli ortamlardan ve fiziksel hasara nede olabilecek ortamlardan uzak yerlere monte edin.
- Hiç kimsenin, kablo üzerinden geçmeyeceğinden emin olun.
- Kablunun, uygunsuz biçimde gerilmediğinden emin olun (iki nokta arasında sarkıtılması gibi)
- Kurulum işlemi sırasında, kabloları aşırı derecede bükmeyin.

Güç bağlantıları

Elektrik etkileşim kaynaklarının yanına yapılan kurulumlarda, bir izolasyon transformatörünün

kullanılması önerilir. Kontrol edilen çıktı aygıtları, transformatörün ikincil sargısı (bilgisayarlara güç veren) bu ek aygıtlar için kullanılmadığı sürece, orijinal güç kaynağından güç almalıdır.

AC güç kaynağında, dalgalanmaların olduğu yerlerde, bir sabitleyici voltaj (CV) transformatörü, kısa aralıklarla, voltajı dengeleyebilir, böylece, kapanmaları azaltır. CV transformatörleri, ana frekanstaki değişimlere çok duyarlıdır ve kararsız ana frekans kaynaklarıyla, verimli biçimde çalıştırılmazlar.

Sabit voltaj ve izolasyon transformatörlerinin her ikisi için de, çalışma frekansı ve çalışma voltajı, dikkatle belirlenmelidir (mesela, 240V AC + % 10 - % 15 veya 50 Hz \pm % 2).

Transformatörlerin, doğru olarak ebatlandırılmaları önemlidir:

Eğer transformatör, çok küçükse, bu, sinüs dalgasının tepelerini kesecek (doygunluktan kaynaklı) ve daha düşük bir rms voltajına sebep olacaktır. Transformatör, bunu bir düşük voltaj olarak algılayabilir ve sistemi kapatabilir. Transformatör, bunun sonucunda aşırı ısınabilir ve yanabilir.

Aşırı büyük transformatörler, yüksek kapasitif eşlemeden kaynaklı, doğru ebatlı bir transformatör kadar izolasyon sağlayamayabilir.

Elektromanyetik etkileşimi ve anahtarlama geçici tepkilerini azaltmada kullanılan faydalı teknikler, Figür 7.2'de verilmiştir.

Ergonomik gereklilikler

Ergonomik gerekliliklerin dikkate alınmasının temel nedeni, kontrol odası personelinin çalışma koşullarını geliştirmektir. Uzun vadede, bu, sistemin bütününde, üretim ve güvenilirlik artmasına yardımcı olur.

Bir bilgisayar kontrol odasında yapılan işlerin çoğunluğunu, aşağıdakiler oluşturur:

- Sistemi izleme
- Kontrol ayarlamaları
- Alarm/acil prosedürleri
- Uyanık kalma

Tipik kontrol odası gereklilikleri

Bir kontrol odasının tipik şeması, Figür 7.3'te verilmiştir.

Atnalı şeklindeki kontrol çizimi, merkezdeki bir personelin bütün ekranları izleyebilmesini sağlar. Herhangi bir operatör göstergesindeki operatör, zorluk olmaksızın, kontrol odasının bütün ekranlarını görebilmelidir.

Aslında, bir kontrol odasındaki odak nokta, normalde, ekipman ve bilgisayarlar olmasına rağmen,

operatörler için alanlarında, karışıklığı önlemek adına geniş tutulmasında yarar vardır (özellikle, vardiyalar arasında bir değişim söz konusuysa). Operatörler, zamanın büyük kısmını, kendi konsölleri önünde geçirecekler ve oda mimarisi, operatörün kontrol odasına giren herhangi birisini görebilmesini sağlamalı ve omuzları üstünde dönüp bakmak zorunda kalmamalıdır.

Sistemde izlenen benzer alanlar, operatörlerin, ne olup bittiğini görebilmeleri için, birbirine yakın konumlandırılmalıdır, bu sayede, operatörlerin gereksiz yer değiştirmeleri engellenmiş olur.

Ses iletişim sistemi (radyo veya telefon), operatörlere ve odaya giren personele, mümkün olduğunca yakın konumlandırılmalıdır. Diyagramda gösterilen kontrol odasında, kolay erişim için, en azından üç telefon konumlandırılmalıdır (sistemde, nadir kullanılan sayılarla programlanmış).

Masa alanı ihmal edilmemelidir. Manuel ve diğer araç gereçlerin masa üstüne konabilmesi için yer sağlanmalı ve masa üstünde gereksiz eşyalar bulundurulmamalıdır.

Sistem yazıcıları, operatörleri ilgili (tekrar eden bir gürültü) gürültüden izole etmek için, ayrı bir odada konumlandırılmalıdır. Alarmları görebilmek için yazıcı odasına gitme işlemini önlemek için, ekran üstü alarm raporlaması sağlanarak minimize edilmelidir.

Operatörün ilgisini dağıtacağından dolayı, kontrol odasında toplantı yapılmasından kaçınılmalı ve toplantı için ayrı bir oda tahsis edilmelidir. Bir bilgisayar kontrol odası tasarımında, aşağıdaki hususlar da dikkate alınmalıdır.

Maksimum 54-59 dB (A) gürültü seviyesi önerilir.

Havalandırma

Hava sıcaklığı, 20° ve 26° arasında olmalı ve nem oranı & 40 ile % 60 arasında olmalıdır ve kontrol odası boyunca, kişi başına 7 litre/saniye hava hızına sahip, RH temiz hava sağlanmalıdır.

Ekipman renkleri

Duvar ve ekipman renkleri, operatör göstergelerindeki rahatsız edici yansımaları önlemek için, mat (yani yansıtıcı bir yüzey bulunmamalıdır) bir yapıya sahip olmalıdır. Parlaklığı önlemek için, aşırı kontrast renk kullanımından kaçınılmalıdır.

Işıklandırma seviyesinin düşük olduğu yerlerde (300 lüksten daha az), soğuk renk kullanımı yerine, sıcak renkler tercih edilmelidir. İkincil soğuk renklerle desteklenmiş, sıcak renkli bir ortam tercih edilmelidir.

Bilgisayar göstergeleri tasarımı

Bu konunun amacı, daha etkin bir operatör gösterge sistemi dizayn etmek için bir dizi kullanışlı öge oluşturmaktır. Göstergelerin, kolay okunabilir ve anlaşılabilir olmasına özen gösterilmelidir. Bu, insan beynindeki, geri kodlama işlemini, Figür 7.4'te gösterildiği gibi, minimal bir seviyeye indirir ve beynin karar alma işlemini hızlandırır. Bu, operatörün, sorunun nereden kaynaklandığı üzerinde fazla düşünmeden, daha hızlı ve etkin tepki vermesini sağlar.

Sağlanan tipik donanım:

- Bir veya daha fazla adaptör gösterge (dokunma tarzında olabilir)
- Sesli ve dokunarak geri besleme sağlayan endüstriyel (veya Mylar) türü klavyeler
- Işıklı düğmelere sahip, önceden belirlenmiş grafikleri sağlayan operatör panelleri
- Yazıcılar (biri alarmlar için, diğeri raporlar için)
- Alarm zilleri (veya harici sirenler)

(Operatör ekranlarını renkli olarak gösterecek kullanışlı fakat pahalı bir opsiyon da, videodur.)

Figür 7.5'te , kullanışlı bir konfigürasyon gösterilmiştir.

Göstergeler, operatörün düğmeye (düğmelere) bastıktan bir saniye sonra görebileceği tarzda tasarlanmalıdır.

Operatör göstergeleri ve grafikleri

Göstergelerin organizasyonu, operatörün ilgili bilgiyi etkin ve hızlı biçimde alabilmesi için, net ve mantıklı bir şekilde yapılmalıdır. Göstergelerin mimarisi, dereceli bir gösterge kapsamına sahip olması ve eğer operatör özel bir bilgiye ulaşmak isterse, dereceli olarak artan bir detay sağlamalıdır.

Göstergeler, üç katmanda organize edilmelidir:

- Genel bir görünüm sunan ve doğrudan klavyedeki fonksiyon düğmeleriyle ulaşılabilen ana seviye.
- Ana seviyeyle ilgili, bir dizi gösterimlerin bulunduğu ikincil seviye. Bunlara, doğrudan, ana gösterge üzerindeki gösterimlerden ulaşılmalıdır.
- Üçüncü seviye, özel ikincil seviye gösterimlerinin detaylarını sağlamalıdır.

Tavsiye edilen gösterge katmanının şeması, Figür 7.62da gösterilmiştir.

Üçten fazla seviye olması, gereksiz karmaşıklığa neden olur ve gerekli olmadığı sürece kaçınılmalıdır. Trend gösterimleri ve yardım gösterimleri gibi, çeşitli göstergeler mevcuttur. Bir şema üzerinde özel bir alana yönelik detaylı bilgiler sağlayan “zoom” kutuları, kullanışlı bir özellik olarak göze çarpar.

Mevcut olan çeşitli grafik ekranları:

Serbest form grafik ekranları

Bu, ekran formatının, kullanıcı tarafından, istenilen sembol ve düzene göre oluşturulabildiği ekranlardır. Bunlar, mühendislerin yardımıyla, en iyi, operatörler tarafından oluşturulur. Bilgi düzenninde, tasarımcıya, tam bir esneklik sağlar.

Grup göstergeleri çalıştırma

Göstergeleri, gerektiği gibi oluşturabilmek için, standart bir sembol seti kullanılır. Bunlar, standart bir sunum formatında bilgi sağlar.

Trend göstergeler

Bu göstergeler, konfigürasyona bağlı olarak, ekranın bir kısmını veya tamamını kaplar. Bunlar, analog değer verileri üstünde bir trend sağlar.

Alarm göstergeleri

Bunlar, sistemin anlık alarm kaydını tutar.

Operatörler, ikincil ve üçüncül göstergelerden çok, en fazla ana şematiklerden yararlanırlar. Bu yüzden, bu tür birincil göstergelerin tasarımına, gereken özeni göstermek gerekir. Operatörleri, mümkün olduğunca verimli hale getirebilmek için, bu ekranların tasarımı hakkında, operatörlere, mümkün olduğunca bilgi verilmelidir.

Ana göstergeler, sistemin çoğunluğunu kapsamalıdır ve böylece göstergenin operatöre bilgi sağlamayan kısımları, elimine edilmelidir. Bunun anlamı, ekipman hatları ve akış hattı, genel göstergeye konulmamalıdır.

İkincil ve üçüncül göstergelere daha az baş vurulur ve güncellemelerde, daha fazla bilgiye ihtiyaç duyar. ekipman hatları ve tekst mesajları, düşük yoğunluğa sahip renklerle vurgulanmalıdır.

Verilen bir işlem veya bir şematipin ilgili alanını açık ve net şekilde belirten bir ikon tasarlanmalıdır. Bu, operatöre, ilgili gösterge alanındaki çalışmasını hızlandıracaktır.

Ekranların tasarımı

Ekranların tasarlanmasında, genelde, birbiriyle ilişkili iki talep vardır:

- Ekranın karmaşıklığını azaltmak
- Verilen bir fonksiyona yönelik ilgili bütün göstergeleri minimum düzeyde tutmak.

Uygun operatör ekranı tasarlamının, çeşitli etkin yolları vardır. Bu tekniklerden akılda tutulması gereken bir iki tanesi:

Sinyal-gürültü oranı

Eğer sinyal (herhangi bir göstergede) operatörün ihtiyaç duyduğu bilgi ve gürültü operatör tarafından istenmeyen bilgi olarak tanımlanırsa, özel bir ekranın amacı, ilgili fonksiyona yönelik, anlık verinin maksimize edilmesi ve gereksiz (ve damarların ve boru şebekesinin detaylı grafik çizimleri gibi) verinin minimize edilmesidir.

Renk ve semboller

Gerektiğinde, rehber renk kartları kullanılmalıdır. Açık / kapalı / kısılmış / ulaşılamaz gibi farklı aygıt durumlarını tasvir etmek için, bileşik sembol ve işaretlerden yararlanılmalıdır. Mesela, akış hatları ve tankların aktif olmadığı durumda açık mavi, ve aktif olduklarında kırmızı olmalıdır.

Karışıklığı gidermek için, gerektiğinde modeller kullanılmalıdır. model kullanımında, 100 mm x 100 mm'lik bir alanın aşılmasına dikkat edilmelidir. Ekranda, bu ebattan büyük bir model, operatörün yorumlamasını zorlaştıracaktır.

Ekran üzerindeki yüksek önceliğe sahip alanlar, yüksek yoğunluklu ve parlak renklerle ön plana çıkarılmalıdır. Donuk, mat renkler, önemsiz öğelerde kullanılmalıdır. alternatif olarak, önemsiz

ögeler, ekrandan tamamen çıkarılabilir.

Ekipman ögeleri şemaları, basit olmalıdır; detaylı bir sunuma gerek yoktur ve ekranda gereksiz karmaşa yaratırlar.

Şemalar, birbirinden net biçimde ayrı olmalıdır; bu, önemli miktarda abartılsa bile ayrı olmalıdır.

Gerekli olmadığı sürece, bütün şemaları açık tutmayın (ve gerektiğinde de sadece mat renklerle oluşturun).

Alarm ve raporlama felsefeleri

Alarm işlemi, operatör istasyonunun önemli bir parçasıdır. Hataları belirten hata kodları, normalde, hatalı aygıtı da belirtmelidir.

Operatör göstergelerinde, tesisin sağlamlığından (ve operatörün sağlığından) daha önemli bir öge yoktur. Alarm fonksiyonu, operatör arayüzüne entegre olmalı ve ayrı bir parça olarak bulunmamalıdır. Figür 7.8, bir alarm durumunda, yapılması öngörülen işlemleri göstermektedir.

Alarmların ekranda listelenmesine karşı diğer bir yaklaşım da, ışıklı düğmelere sahip bir panel bulundurmadır (operatör göstergesinin yanında). Her bir düğme, alarmın kaynaklandığı alana işaret etmelidir ve aynı zamanda, basıldığında, operatör göstergesinde şeması belirmelidir.

Sadece dört dereceli bir öncelik sırası oluşturulmalıdır. Bunlar:

Yüksek öncelik

Ana bir bölümü kapatmayı gerektirebilecek tehlikeli koşul uyarısı yapan alarmlar.

Orta öncelik

Anında müdahale edilmesini gerektiren alarmlar; fakat herhangi bir kapatmayı gerektirmeyen alarmlar.

Düşük öncelik

Zaman müsait olduğunda ilgilenilmesi gereken alarmlar.

Sadece olay

İstatistiksel veya teknik bilgi. Bunlar için uyarıcı ses gerekmez.

Alarma sayısı üzerindeki kısıtlama, sistemin kolay anlaşılabilir olmasını sağlamak ve alarmların kolay yorumlanmasına olanak tanımaktır. Yüksek öncelikli alarmlar, yüksek sesli olmalı; düşük öncelikli alarmlara göre, düşük aralıklı ve yüksek bir darbe frekansına sahip olmalıdır. Alarmlar, klavye yoluyla operatör tarafından, onaylanmadıkları sürece, onaylanmamış olarak sınıflandırılır (ve ekran üzerinde yanıp sönerler). Bunun sonrasında, kabul edilmiş varsayılırlar.

Alarm sistemlerinin zayıf noktalarından bir tanesi, rahatsız edici ve operatörün kafasını karıştıran, önemsiz alarm oluşumudur. Tipik önemsiz alarmlar, tabloda verilmiştir.

Operatörlerle, sistemin performansı hakkında, sürekli analiz ve gözden geçirme yoluyla, alarm sistemi izlenmesi, bakımı, geliştirilmesi önemlidir. Her bir alarm için, aşağıdaki öğelerin dokümantasyonu yapılmalıdır:

- Alarm türü
- Alarm etiketi
- Etiket tanımı
- Alarmin nedeni
- İlgili alarmlarla ilişkisi (nedensel alarmlar)
- Alarmin oluşumundaki mantık tanımlaması
- Alarmin olası nedenleri
- Alarm koşulunu ortadan kaldırmak için yapılması gerekenler

Alarmlar, iptal edilebilir olmalıdır; bunu sağlamak için, operatörün erişebileceği bir öge bulunmalıdır. Alarm için önerilen renkler aşağıdadır:

• Sorun Giderme ve Bakım

Giriş

Bu bölüm, RTU'daki dijital veya analog alan girdi/çıkışından, merkez bölgedeki bilgisayar tesislerine, telemetri sistemlerinde uygulanabilecek etkili sorun giderme ve bakım metotlarını incelemektedir. Bu bölümde, temelde, kullanılacak metodoloji üzerine vurgu yapılacak ve ekipmanın detayları için kitabın ilgili bölümüne referans yapılacaktır. Bir telemetri sisteminin çeşitli bileşenlerinin temel sorun giderme yöntemleri bu bölümde açıklanacaktır.

Bunlar:

- RTU ve parça modülleri
- RTU'ya arayüzle bağlı ilgili ekipmanlar (PLC gibi)
- Radyo alıcı/vericiler
- Antenler ve anten besleme sistemleri
- Ana istasyon
- Merkez bilgisayar tesisleri

Bakım durumları bu bölümün sonunda incelenecektir

Telemetri sisteminde sorun giderme

Üretici firma, özellikle, yapılmasına izin vermediği sürece, sisteme güç verildikten sonra, hiç bir parçanın hat üzerinde hareket ettirilmediğinden emin olun. Sisteme güç verildikten sonra hareket ettirmek, parçalara ve modüllere zarar verebilir. Bir dummy yük yüklü değilse, anten sisteminin sistemden ayrılmadığından emin olun, aksi takdirde radyo güç amplifikatörü zarar görebilir.

RTU ve bileşen modülleri

Telemetri istemini, hatalara (aralıklı ya da sürekli yetersizliklere) karşı incelemek için kullanılacak tipik prosedür :

Güç destek modülünün çalışır durumda olduğundan emin olun. Eğer herhangi bir güç yoksa, ekip-

man kafesi ya da ünitesindeki ana sigorta ve ya devre kapama anahtarını kontrol edin.

Eğer güç desteği çalışmıyorsa, güç destek modülüne, güç gidip gitmediğini kontrol edin. Eğer modüle güç gidiyorsa, güç destek modülünü değiştirin.

Merkezi işlemci (CPU) modülünün çalışır durumda olduğunu gösteren lambanın yanıp yanmadığını kontrol edin. Eğer çalışmıyorsa, CPU modülünü çalışır duruma getirin.

Topraklamaya karşı düşük direnç olasılığına karşı, topraklama bağlantılarını kontrol edin ya da sisteme başka bir sürücü donanımının (farklı hızda sürücüler gibi) eklenip eklenmediğini kontrol edin.

Eğer CPU modülü çalışmıyorsa, sorun olup olmadığını görmek için, konfigürasyon programını kontrol edin. Eğer bozulduğuna dair belirtiler varsa, programı yeniden yükleyin. Sistem konfigürasyonunun donanım konfigürasyonu ile uyumlu olup olmadığını kontrol edin. Eğer program sorunlu ise, çalıştığını bildiğiniz daha basit bir program yükleyin. İleride inceleyebilmek için sorunlu programın yedeğini alın ve hafızayı yeniden başlatın.

Yeni programı yüklemeyen önce gücü RTU'ya yönlendirin.

CPU'yu değiştirin ve testi tekrar deneyin.

Modem modülünün çalışıp çalışmadığını kontrol edin. Modemin çalışır durumda olduğunu ve ön paneldeki iletim (TX) ve alım (RX) ışıklarının yanık olup olmadığına bakarak telemetri ve alımı yapıp yapmadığını kontrol edin.

Eğer modem çalışmıyorsa, modem modülünü (ya da masaüstü ünitesini) değiştirin.

Eğer modem modülü düzgün çalışmıyorsa, modem bölümünde açıklanan yerel ve uzak geri dönüştürme testlerini yapın.

Bütün dijital ya da analog girdi/çıkış modüllerinin sağlam ya da çalışır durumda olduğunu kontrol edin.

Sistem kabinindeki olası ısınma problemlerini kontrol edin.

Bu havalandırma ya da fan birimindeki (eğer bağlanmışsa) bir bozukluktan ya da çevre ısısının aşırı yükselmesinden ileri geliyor olabilir.

Eğer bir modül hiç güç belirtisi vermiyorsa; o modülün sigortasını kontrol edin.

Eğer belirtiler, sağlam olduğunu göstermiyorsa, her modülü değiştirin.

Her modülü aşağıdaki prosedürle kontrol edin:

Analog girdi modülleri

Sinyal giriş yerlerine, akım ya da voltaj gittiğini kontrol edin.

Sigortanın bağlı olduğunu kontrol edin.

Ölçerleri kontrol edin ve uygun veri tabloları ile, uygunluk açısından karşılaştırın.

Ölçerleri, yazılım ya da kart üzerindeki kontrollerden ayarlayın.

Dijital girdi modülleri

Sinyal girdilerine akım ya da voltaj gittiğini kontrol edin.

Her girdi için sigortayı kontrol edin.

Topraklama bağlantılarını kontrol edin.

RTU'dan PLC'ye arayüz

Arayüz ünitesindeki iletim/alım/çalışma ışıklarını kontrol edin.

Arayüz veri iletişim bağlantısını kontrol edin.

(Eğer kullanılmışsa) radyo biriminin çalışıp çalışmadığını kontrol edin. Açık olduğunu gösteren ışığın yanık, arıza olduğunu gösteren ışığın kapalı olması gerekmektedir.

Eğer açık olduğunu gösteren ışık yanmıyorsa, radyoya DC gücünün olduğunu kontrol edin. Eğer güç varsa, sigortanın ya da devre kapama anahtarının sağlam olup olmadığını kontrol edin.

Bütün koaksiyal bağlantılarının uygun şekilde olduğunu kontrol edin.

Telemetri birimi, iletim için veri yolladığında radyonun üzerindeki PTT (iletim) ışığının yanıp yanmadığını kontrol edin. İleticide yeterli ses seviyesinin olup olmadığını kontrol edin.

Radyo RF verileri aldığı anda, radyodaki sessiz (alım) ışığının yandığını kontrol edin. Telemetri biriminden alıcıya yeterli ses seviyesi geldiğini kontrol edin.

Antene giden VSWR'in 1.5 ya da daha düşük olduğunu kontrol edin.

İleticiden gelen RF çıktı gücünün, belirtilen değerde olduğunu kontrol edin.

Antenin doğru yöne baktığından ve doğru kutuplamada olduğundan emin olun.

Radyo hala düzgün çalışmıyorsa, iletim sapmasının, RF bozulmasının, ses bozulmasının, alıcı hassasiyetinin (12 dB SINAD'da), alıcı ve verici frekans hatalarının, alıcı/verici izolasyonunun ve iletici suni verilerinin kontrol edilmesi için radyo test dizisinin yapılması gerekir.

Eğer bir yer hattı kullanılacaksa, önce telemetri sisteminin ve modem ekipmanının çalışıp çalış-

madığını kontrol edin.

Eğer hat:

Özel Mülkiyetli Kablo ise

- Baştan sona bağlantıyı kontrol edin
- Hattaki gürültü seviyesini kontrol edin
- Çapraz çiftleri kontrol edin
- MDF ve IDF bağlantılarını kontrol edin
- Topraklamayı kontrol edin

Çevirmeli Telefon Hattı ise

- Çevir sesini dinleyin
- Standart bir telefon bağlayın ve normal bir telefon araması yapın
- Gürültü seviyesini dinleyin
- Telefon şirketini arayın

Analog ya da dijital Data Hattı ise

- Modem üzerindeki çalışma/ bağlantı/ iletim ve alım ışıklarını kontrol edin
- İşletim el kitabını ve iletişim yazılımını kontrol edin
- Telefon şirketini arayın

Ana Bölgeler

Merkez alanlar, genellikle, daha kompleks telemetri birimlerinden ve yüksek kalite radyo ekipmanlarından oluşur. RTU'lara uygulanan sorun giderme tekniklerinin aynısı, merkez alanlara da uygulanabilir. Eklenti ekipmanlar, diğer merkez alanlara, merkezi alanlara ve bilgisayar kontrol birimlerine bağlantı içermelidir.

Uygun diğer kontroller şunlardır;

Merkezi alan bağlantılarının, doğru çalıştığını kontrol edin.

Eğer bir radyo bağlantısı ise, önceki bölümde anlatılan kontrolleri uygulayın.

Eğer bir mikrodalga bağlantısı ise, alım ve verim ışıklarının açık olduğunu kontrol edin.

BER alarm ışıklarının açık olduğunu kontrol edin.

İletim gücünü kontrol edin.

Alıcı hassasiyetini kontrol edin.

Anten yönünü kontrol edin.

Bağlantıların güvenli olduğundan ve kablo ve dalga yönlendiricisinin hasarlı olmadığından emin olun.

Alarm ve güç düşüşlerine karşı bağımsız çoklayıcı kartlarını kontrol edin.

Çoklayıcı kartlarındaki girdi/çıkış seviyelerini kontrol edin.

Mikrodalga ekipmanına giden güç desteğinin temiz (gürültüsüz) ve çalışır durumda olduğunu kontrol edin.

Bağlantı azalma sınırını kontrol edin.

Son önlem olarak, her kanalda BER testini yapın.

Eğer bir merkez alan bilgisayarı varsa, bütün gerekli işlemleri yapabilir olduğundan emin olun (radyo, RTU performansı, durum ve alarmları gözlemek gibi . . .)

Bir sonraki bölüm, bir bilgisayar sisteminde sorun gidermede kullanılacak bazı önerileri içermektedir.

Merkez alan

Bu bölümde, sorun giderilmesi gereken alanlar, çok çeşitli olabilir çünkü ana istasyon aşağıdaki çeşitli birimlerden oluşmuştur:

İşletim istasyonları

Sistem yazılımları

İşletim istasyonları için iletişim ağı

Radyo ve anten sistemleri önceki bölümde açıklandı. Bu bölümde, iletişim ağları ve birleşik yazılımlar açıklanacaktır.

Operatör istasyonu ve yazılımı

Eğer sistem bozulmuşsa ya da aralıklı sorunlar varsa, hatalı modülü bulana kadar bütün üniteleri sistematik olarak değiştirmek dışında yapılabilecek pek fazla bir şey yoktur. Bu işlem sırasına göre, aşağıdaki üniteleri değiştirmeyi gerektirir:

- İşletim terminali (normal olarak kişisel bir bilgisayar)
- Yerel alan ağ kartları
- Radyo, mikrodalga ya da yer hattı sistemlerinin köprü üniteleri
- İşletim terminaline bağlı yazıcı

İncelenmesi gereken birkaç problem olabilir:

İşletim terminali aralıklı olarak kilitleniyor

Sistemin güç sistemini, olası elektrik kıvılcımları ya da geçici tepkilere

karşı kontrol edin. bu işlem bir güç analiz ekipmanı (*dranetz*) kullanarak ya da bütün sistemi, pil desteğine alarak yapılabilir.

Sisteme yeni eklenmiş (ve bu sebeple sisteme harmonik katmış olabilen)

yeni elektrikli sürücüler ve ekipmanları kontrol edin.

Topraklama kablosunu kontrol edin ve topraklama direncinin kurallara

uygun olduğundan emin olun (genellikle 1 ohm'da düşük).

Diskteki olası bir yazılım hatasına ya da bozulmaya karşı işletim

terminalinin hard diskinde bir yazılım kontrolü yapın.

İşletim terminalinin ana kartını değiştirin (bu büyük ihtimalle işletim

terminaline yeni bir sistem kurmak anlamına gelebilir).

İşletim istasyonunun ve birleşik sistemlerin kapasitesi şiddetli bir şekilde düşüyor

Bu sorun, işletim terminalinde verilerin yavaş güncellenmesine neden

olur.

Veri iletişim hatlarını, elektrik gürültüsü ya da topraklama sorunlarına

karşı kontrol edin.

Elektrik gürültüsünden kaynaklanan nedenlerden dolayı, veri iletişim sistemi çoklu mesajlar gönderiyor olabilir.

Aşırı trafikten dolayı, yerel alan ağında oluşabilecek potansiyel aşırı yüklenmelere karşı kontrol edin. Transfer edilen verilerin miktarını düşürerek ya da sistemi farklı networklere bölerek (köprüler vasıtasıyla) trafiği azaltın.

Olası gürültü ve hata problemlerine karşı radyo, mikrodalga, yer hattı ve anten sistemlerini kontrol edin.

Bakım işleri

Bütün telemetri sisteminin işler durumda kalmasını ve istenilen standartta çalışmasını sağlamak için düzenli olarak yapılması gereken bazı işlemler vardır. Bakım işlemleri ister şirketiniz içinden, ister bir bakım firmasınınca dışarıdan yapılsın, bu işlemlerde, geniş çaplı ve planlı bir yaklaşımın önemi büyüktür.

Aşağıda bakım programını yapılandırırken uygulanabilecek anahtar fikir ve gerekliliklerin bir listesi bulunmaktadır.

- Telemetri sistemindeki bütün ekipmanların tam ve kapsamlı bir envanterini çıkarın. Bu liste, ekipmanların her parçasını içermelidir. Bu listeyi bir bilgisayar veritabanında güncel tutmak, bir bakım görevlisinin sorumluluğu olmalıdır.
- Sistem ve ekipmanların çalışma gerekliliklerine ilişkin hedefler belirleyin. Sistemin ebadına ve kalitesine bağlı olarak:
- Sistem geçerliliği 12 aydan fazla %99,5 ile %99,9 arasında
- Tekil ekipman malzeme geçerliliği 12 aydan fazla %95 ile %98 arasında
- Bakım personeli ile şirketin telemetri sisteminden sorumlu temsilcisi arasında, direkt iletişim hattı oluşturun. Bütün problem ve olası problemler, derhal ilgili kişiye iletilmelidir.
- Bakım işlemleri açık bir şekilde günlük, haftalık, aylık ve yıllık işlemler olarak belirtilmelidir. Bu işlemler aşağıdakileri içermelidir;

Günlük

Herhangi bir acil sistem hatasının tamiri

Merkez alan bilgisayar gözlem birimlerinden sistemde hata olup olmadığının kontrol edilmesi

Hatalı ekipman malzemelerinin sürekli tamiri

Haftalık

Sistem performansı ve karşılaşılan problemlere dair kısa bir haftalık raporun yazılması

Sistemdeki her ekipmanın doğru çalışıp çalışmadığına dair işlevsel kontrollerin yapılması

Aylık

Her RTU'nun ve merkez alanın ziyaret edilerek, her ekipman için

kapsamlı bir görsel kontrol yapılması

Her bölgenin toz ve parazitlerden temizlenmesi

Merkez ve santral alanlarla birleşen bir dizi telemetri işleminin yapılması

Yıllık

Bütün sistemin tam ve kapsamlı bir denetiminin yapılması

Her ekipmanın ana işletim parametrelerinin test edilip ölçülmesi. Bu testlere; voltaj, akım, frekans, girdi, çıktı, seviye, gürültü vb. dahil olmalıdır.

Denetimin sonunda ekipmanların durumuna ilişkin geniş kapsamlı bir rapor hazırlanması.

Her RTU ve merkez alanın ayrı bakım kayıt defterinin tutulması. Her bakım görevlisi ziyaretinde durumun bu deftere işlenmesi gerekmektedir.

Bakım problemlerini tartışmak ve gelecek hedefleri belirlemek için aylık ve yıllık toplantıların düzenlenmesi

Stoklar azaldığında yenilenebilmesi için tam ve güncel bir yedek parça envanterinin tutulması

Yıllık ödemelerin yapılması için tam ve güncel bir radyo frekans lisans veritabanı oluşturulması

Eğer bakım işlerini ayrı bir firma yapıyorsa, daima bu işlemleri

yürütebilecek personellerinin olduğundan emin olun (özellikle de yıllık ayrılma dönemlerinde).

Sistemde yapılan bütün değişikliklerin kaydedildiğinden ve çizimlerin

güncel tutulduğundan emin olun.

Bakım ünitesi

Günümüzde şirketler, sadece, asıl işleri ile ilgili masrafları karşılamak için sürekli personel sayısını azaltma ve dış işlemlerini uzman bakım firmalarına yaptırma eğilimi içindedir.

Böyle bir kararı verirken dikkat edilmesi gereken çeşitli konular vardır ve bunlardan biri de ekipman değeri zaman içinde değişirken, bakım kontratının güncel miktarının nasıl ayarlanacağı sorusudur. Aşağıda verilen örnek, iletişim bakım işlemlerini dışarıdan alma kararını vermiş olan büyük bir demir cevheri maden firmasının tecrübelerine dayanarak hazırlanmıştır.

Başlangıç olarak, bakım yapılması gereken çok farklı ekipman vardı. Maden ekipmanlarına, lokomotiflere, demiryolu bakım makinelerine, yeniden istemci (*re-claimer*) kazıcılarına, sıradan taşıtlara ve ofislere bağlı yüzlerce taşınabilir radyo bulunuyordu. Radyo, çoklama ekipmanı, telemetri sistemleri, piller ve anten sistemleri yanında, rüzgar ve dizel jeneratörlerine bağlı birçok izole radyo yükselticileri vardı. Bunlara ek olarak, süregelen hizmetlerin içinde kontrata konulan birçok başka ekipman da bulunuyordu (bunların birçoğu iletişim sistemi ile ilgili değildi).

Bakım birim sisteminin (MU) kurulmasında, başlangıç noktası, genellikle taşıt bakımında kullanılan 'A', 'B' ve 'C' hizmet seviye sistemlerini temel alan bir bakım programı yapılandırmaktı. MU, sistemde, 'A' tipi hizmet, haftalık ya da aylık olarak gerçekleştirilen basit bir görsel teftiş ve performans kontrolüydü (araçlar için lastik, yağ ve su kontrolü gibi). 'B' tipi hizmet daha seyrek olarak yapılan ve detaylı bir teftiş, birkaç ölçümlü performans kontrolünü ve belki yazılı bir rapor sunmasını içeriyordu. 'C' tipi hizmet ise, yıllık olarak yapılan ve özellikle mekanik parçaların detaylı performans kontrollerini içeren detaylı bir raporun ekipmanın gelecekteki hizmet yaşamı ile ilgili sunulan önerilerle şirkete sunulmasını içeren büyük denetimi içeriyordu.

Bundan sonraki aşama, bakım altına alınacak ekipmanların tam bir listesinin yapılması ve bakım için gereken sürenin tahmin edilmesiydi. Bu verilerin ilişkilendirilmesi ile görev için gereken iş gücü belirlenebilecekti. Buna acil hata giriş izinleri ve denetimleri de eklenerek verilen görevin yapılabilmesi için gerekli teknisyen sayısı bulunacaktı.

Bir sonraki adım, ücretleri, izinleri, denetimi, uçak biletlerini, taşıt masraflarını, konaklama ve ilgili masrafları ve sözleşmeli firmanın kar marjını içeren bir toplam bedel belirlemektir.

Bu noktada, taşınabilir radyolar sistemdeki en düşük ortak payda sayılarak, 1 MU değer verildi. Sonra bakım altındaki bütün ekipmanlara bir MU değeri verildi, bu bir radyo link terminaline verilen 5 MU'dan depodan 200 km. uzakta bulunan bir dizel güç ünitesine verilen 50 MU'ya kadar değişiyordu. Bu sistemin faydalarından biri, ekipmana verilen MU değerinin ekipmanın karmaşıklığına, bağımlılığına ve ulaşım masraflarını da dikkate alabilmek için erişim zorluğuna göre verilmesi sebebiyle, MU değerinin ölçülebilmesine imkan vermesiydi.

Yukarıdaki bilgilere göre toplam MU sayısı ile toplam bakım masraflarını ilişkilendirmek mümkündür ve böylece MU için birim maliyet bulunabiliyordu.

Sözleşmeli bakım firmasına bakım için yeni bir ekipman verildiğinde, sipariş numarası ya da teslim fişi ile birlikte aylık bir raporda hesaplanabiliyordu ve bir ekipman liste dışı bırakıldığında da, uygun bir öneri referansı ile rapora ekleniyordu. Böylece, firma eklemeler ve çıkarmalar da vurgulanmış olarak bakım altındaki bütün ekipmanın aylık kaydını tutabiliyordu.

Sözleşme görüşmeleri sırasında, MU değerlerindeki değişimler için bir formül geliştirildi ve bu formül ödül çeşitleri, yakıt fiyatları ve CPI düzenlemeleri gibi faktörleri de hesaba katıyordu.

Sonuç olarak, aylık toplam MU'lar güncel birim MU maliyeti ile çarpılınca tam olarak kanıtlanmış fatura maliyeti ortaya çıkıyordu.

Yukarıdaki sistem uzun yıllar tatmin edici bir şekilde çalışmıştır. MU maliyetlerinin sözleşme taraflarının maliyetlerini doğru olarak yansıtmadığını kontrol etmek için, iki tarafın denetçileri tarafından belirli aralıklarla teftiş edilerek gözden geçirilmiş ve iki tarafa da iyi bir şekilde hizmet etmesi sağlanmıştır. Bu sistem, diğer benzer bakım anlaşmalarına model teşkil edebilecek bir sistem olmuştur.

• Sistemlerin Özellikleri

Giriş

Kaliteli bir telemetri sistemini başarıyla uygulamak için, belirli ihale dokümanı ile olası müteahhitleri sağlamak önemlidir. Tüm şirketler spesifik ve iyi düzenlenmiş ihale dokümanına sahip olacaktır. Bu bölümde, bir ihale dokümanında özel, dikkat edilmesi gereken telemetri sistemlerinin belli kısımları üzerinde durulmuştur.

Sık yapılan hatalar

Piyasada, küçük entegre uygulamalardan, büyük sofistike sistemlere kadar, hizmet eden çok sayıda telemetri ekipmanı bulunmaktadır. Bir sistemi tanımlamaya çalışmadan önce, olabildiğince farklı telemetri tedarikçisini denetlemek ve incelemek en iyisidir. Bu, mevcut sistemlerin düzeyini anlamaya ve uygulama için uygun ekipman düzeyinin değerlendirmesine yardımcı olacaktır.

Eğer ekipman için çok fazla ödenek ayırmak istemiyorsanız, ekipmandan fazla bir şey ummak yanlış olur. Bir sistemi tanımlarken, gerçekten ihtiyaç duyulan nedir sorusundan daha fazlası sorulursa, bütçedeki kayıplar yüzünden projenin yürümediği görülecektir. Yazar, bir çok parlak gözlü genç mühendisin iç muhakemesini hesaba katmıştır. Eğer, belli bir özellik şu anda değil de gelecekte gerekiyorsa, onu başta bir ilk koşul olarak belirlemeyin fakat gelecekte dahil etmek için sistemin kolayca genişleyebileceği bir koşul olarak dahil edin.

Diğer önemli tehlike de, tamamlanmış bir sistemi belirlememektir. Bir özelliğin ekipmanda yer aldığı düşünmeyin çünkü bu üreticinin literatüründe böyledir. Spesifikasyona önemli önemsiz her teknik koşul yazın. Spesifikasyona yazmadan önce, uygulamanın dikkatli bir incelemesini yapın. Uygulamada, yönetimde ve sistemin bakımında yer alacak ilgili tüm personelle konuşun. İhale dokümanındaki her koşulu dikkatlice listeleyin.

Diğer bir husus ortamdaki kominikasyonun seçimidir. Genel satıcı bilgisinin, sizin uygulamanız için mutlaka doğru olduğunu düşünmeyin (ilgili yatırımlar yapılmıştır). Farklı ortamların bütçesel analizini yapın. Ortamın gereken veri akışını sağladığından emin olun. İhaleden önce, en iyi değerlendirmeyi yapabilmek için ekipmanın bütçeye uygun fiyatlarını, performans spesifikasyonlarını ve tedarikçilerden servisleri elde edin. Mümkün olduğunda, bunların nasıl performans gösterdiğini değerlendirmek için belli sayıda donanıma bakın.

Standartlar

Yerleştirilecek sisteme uygun tüm ilgili yerel, ulusal ve uluslararası standartlar ve tavsiye edilen uygulamaları listelemek önemlidir. Standartlar aşağıdakileri içermelidir:

- Elektronik ekipmanın performansı
- Komünikasyon ekipmanının performansı
- Donanım uygulamaları
- Mekanik yapı
- Çevresel performans
- Yüksek ve düşük gerilimli elektrik ihtiyaçları
- Sağlık ve güvenlik gerekliliği
- Sahada çalışmak için kanun ve yönetmelikler
- Çizimlerin üretimi
- Dokümantasyonun üretimi

Kullanacağınız endüstri alanına yönelik temel standartları belirleyen ve bunun sorumluluğuna sahip olan ulusal bir organizasyon. Bu organizasyonlar, önemli sayıda ulusal teknik standartlar yayınlarlar. Ayrıca tüm önemli uluslararası standartları da barındırırlar. Standartların listesi bu organizasyonlardan alınabilir. Bir ihale dokümanında bulunabilecek standartlar ve referanslar buradan sağlanabilir. Projeye ilgili olmayan standartlara, referansları dahil etmemeye dikkat edilmelidir. Standartların kopyaları, kontrol için kütüphanelerden elde edilebilir.

Performans kriteri

Yeni yerleştirilmiş bir sistemden gereken performans düzeyini belirlemek çok önemlidir. Bu, hem ekipman güvenilirliğini hem de iletişim bağlantı uygunluğunu içermelidir. Tamamlanmış bir sistemin ve ekipmanların tek tek güvenilirliklerinin gerçek değerleri belirlenmelidir. İhaleye başvuranlara, ekipmanın temel parçaları için MTFB gerekliliklerini sağlayıp sağlamadığı sorulmalıdır.

Spesifikasyonu yazmadan önce iletişim bağlantısı tasarlanmalıdır. Bu şekilde elde edilebilirliğin gerçek değerleri belirlenebilir ve minimum elde edilebilirlik kriteri olarak dahil edilebilir. Tekrar, ihaleye başvuranlardan, her bağlantı için tasarlanmış elde edilebilirliğinin ne olduğunun sağlanması istenmelidir.

Test

Telemetri sistem testi, dört aşamada yapılmalıdır:

- Her ayrı ekipman parçası, üretildiği gibi.
- Fabrikada kurulduğu haliyle tüm tamamlanmış sistem,
- Sistem sahada yerleştirildiği gibi.
- Final görevlendirme ve kabul.

Dört aşamanın tümünün de yapılması ve dokümanlaştırılması, dokümantasyonun onaya gönderilmesi gerekmektedir. Şirket temsilcisinin 2. ve 4. aşamaya tanık olması gerekmektedir. 3. aşama, görevlendirmeden önce, her şeyin çalıştığını garanti etmek içindir. Daha sonra, normal olarak, 4. aşamada aynı testler uygulanır. Yapılan testler, sistemin ve ekipmanlarının her parametresini kontrol etmelidir. Bunlar, eksiksiz ve anlaşılabilir olmalıdır ve kalite test ekipmanı ile yürütülmelidir.

İhale dokümanında, her testi listelemek, gerekli değildir fakat uygun olduğunu düşündüğü testleri uygulamak, firmalar için gereklidir. Dört aşamanın tümünde de teste başlamadan önce, müteahhidin kontrol listesini yapmasını beklemek en doğrusudur. Böylece onları elemek ve gerekliyse eklemek mümkün olacaktır.

Olması gerekenden fazla test yapmak, en iyisidir çünkü bu, problemler, oluşmadan bulacaktır. Telemetri sistemlerinde, dijital ve analog girdi/çıkışının her permutasyonunun test edildiğinden emin olun.

Dokümantasyon

Birçok endüstriyel ve iletişim sisteminin en büyük yetersizliklerinden biri, dokümantasyonun eksikliğidir. Kötü dokümantasyon, kurulmuş sistemin bakımını çok zorlaştırır. Bundan dolayı, gereken dokümantasyon kalitesi, ihale dokümanında açıkça belirtilmelidir.

İhale dokümanında, her ekipman tipi için en az iki bakım el kitabı bulunmalıdır. En önemli kısımlar, çalışma el kitabında da bulunmalıdır. Tüm sistemin el kitabı da ayrıca sağlanmalıdır. Bu sistemin; dizayn, çalışma ve performans verisi de dahil olmak üzere geniş tanımını kapsamalıdır. Sistemin işleyiş ve bakımına yönelik toplu bir yaklaşım içermelidir.

Sistem el kitabında tüm sistem çizimleri, prosedürler ve başlatma testlerinin sonuçları yer almalıdır.

Sistem çizimleri sistem dokümantasyonunun en önemli kısmıdır. En azından, aşağıdakiler mütahhitten istenmelidir:

- Blok ve düzey diyagramları
- Girdi/çıkış mantık diyagramları
- Bağlayıcı detayları kapsayan bitiş çizelgesi
- Sistemin tüm kısımlarının, ekipman bağlantı diyagramları
- Kafes yükseklikleri ve ekipman vaziyet planları
- Ekipman odası vaziyet planı
- Direk ve anten vaziyet planları
- Alternatif akım elektrik tertibatı şemaları
- Doğru akım güç dağılım ve elektrik tertibatı şemaları
- MDF, IDF ve FDP şemaları
- Atlama (:jumping) kayıtları

Teknolojide yönelimler

Yazılıma dayalı enstrümantasyon

1980'lerin sonlarından beri, yazılım tabanlı enstrümantasyonda, büyük oranlarda gelişme gözlenmiştir. Bir yazılım enstrümanı, örneğin PC tabanlı operatör ekranında enstrümanın verisini etkili ve anlaşılır biçimde sunmanın bir yolu olarak düşünülebilir. Kullanıcı, belli gerekliliklere uymak

için, gerekli ön panel arayüzünü oluşturabilmektedir. Operatör ekranındaki ön panelde (örneğin bir PC'nin); knob'lar, anahtarlar, grafikler ve strip chartlar olabilir. Bu, kullanıcının enstrümantasyon sisteminden verileri göstermesini sağlar ve alandaki kontrol araçlarında çıktılarını gösterir.

Kullanıcı, enstrümanın veri tipini, boyutunu ve kapsamını kolayca ve etkili olarak konfigüre edebilir, boyut ve etiketini belirleyebilir. Bu, enstrümantasyon bilgisini göstermenin esnek yoludur çünkü ana hatlar, uygulama için kolayca değiştirilebilir. Bir sistemin bütünüyle oluşturmak için izlenmesi gereken prosedür, öncelikle, gerekli bilgiyi içerecek ön planı oluşturmaktır. İzlenmesi gereken ikinci adım, fonksiyonel bloklardan, blok diyagramın oluşturulmasıdır. Bu bloklar, kullanıcıdan enstrümana komutları ve olası analiz bilgisini gönderiyor olabilir. Bunlar, palet menülerden yapılır. Çalışma hızının olabildiğince yüksek olmasını sağlamak için tüm yapı, daha sonra birleştirilir.

Yazılım tabanlı enstrümantasyonun neden bu kadar popüler olduğunun diğer bir nedeni ise, düşük maliyeti ve donanımına diğer yaklaşımlardan daha kolay ulaşım olmasıdır.

SCADA sistemlerinde geleceğin trendi

SCADA sistemlerinin geleceği, "şirket bilgi servisleri"ne bağlıdır. İş dünyasındaki genel eğilim, SCADA'yı içeren tüm veriyi, HTML formatına dönüştürmektir. Bu, SCADA sistemini, tüm şirket veritabanına entegre edecektir. Geçmişte, donanımdaki gelişmeler, daha iyi yazılımla gölgelendi. Bu gelecekte de devam edecektir. Şirketler, SCADA verisine dünyanın her yerinden ulaşmak için, www'yi kullanacaktır. Bunu şirketteki herkes yapabilecek ve hatta SCADA türevli verinin ötesine ulaşım sağlanacaktır.

Üçüncü parti SCADA yazılım paketinin gelişmesiyle birlikte, tam bir sistemler arası sistem geliştirilmiştir. Umut verici bir biçimde, bağımsız SCADA yazılım şirketinin sayısı artacaktı, maalesef, bu, böyle olmamıştır. Günümüzün trendi, büyük PLC şirketlerinin, bağımsız SCADA yazılım şirketlerini satın almasıdır. Bu, CITECT, INTELLUTION ve WONDERWARE gibi yazılım paketlerinin, gerçek sistemler arası çalışabilir özelliğine gölge düşüreceklerdir. Sistemler arası SCADA yazılım sistemleri olmadan, eski kötü günlerde olduğu gibi, kapalı tescilli SCADA sistemlerine bir geri dönüş gerçekleşecektir.

Diğer taraftan, SCADA'nın donanımında, süper akıllı/smart sensör alanındaki gelişmeler, sensörlerin boyut ve fiyatında azalma olacağını göstermektedir. Aynı zamanda fonksiyonellik artacaktır. Fieldbus sistemler, kurulum ve kullanma açısından kolaylaşmaktadır. Herkesin kolayca kurabileceği ve tamamen çalıştıracacağı bir Fieldbus sistemine doğru bir eğilim vardır. Bu, ayrıca, tamir maliyetini ve atıl zamanı (:down time) düşüreceklerdir, çünkü herşey modüler olacaktır. Süper akıllı sensörler, tüm sensör seviyesine kadar, SCADA yoluyla, kullanıcının problemleri görmesini sağlar.

Evrensel bir protokole yönelim yavaşlar ve Eternetin genel veri taşıyıcısı olarak kullanılmasıyla gölgelenecektir. Tünelleme, adlandırıldığı gibi, kolay ve ucuz Eternet Lan sistemleri sayesinde ge-

lişecektir. Geleceğin sistemleri bir çok protokol kullanacaktır fakat her protokol, bir OSI uyumlu sistemin içindeki 100 MHz Ethernet paketine gömülü olacaktır. Komünikasyon için, radyo ve fiberoptik kabloların daha fazla kullanılmaya başladığını göreceğiz. Kablo kullanımı, güç aletleri dışında azalacak ve sonunda tamamen ortadan kalkacaktır.



EMO Yönetim Kurulu 42. Dönem'de(Kasım 2010) bir yayın portalı oluşturdu. Bu yayın portalı üzerinde,daha önce de sürdürmekte olduğumuz,

basılı dergilerimizin İnternet sürümleri, basılı kitaplarımızın tanıtımları ve çevrim içi satın alma olanakları ile doğrudan İnternet üzerinden bilgisayarınıza

indirebileceğiniz e-kitapları çok düşük bedellerle edinebilme olanağına sahip olacaksınız.

İnternet sitemiz üzerinden e-kitap dağıtım hizmetini, yakında hizmete girecek olan EMO Yayın Portalı'nın öncülü olan, sitemizin yayın bölümünde yer alan e-kitaplarla uzunca bir süredir veriyorduk.Yayınlarımızı izleyenler hatırlayacaktır, ilke-kitabımız,EMOüyesiArifKünar'ın"NedenNükleertrallereH ayır" kitabının PDF baskısıydı. Hükümetin Akkuyu'da nükleer santral kurma inadı maalesef hala kırılamadı. Dört yıl önce başığımız bu kitap hala güncel!....

EMO'nun İnternet sitesi üzerinden hizmete giren bu yeni sitemizde yeni e-kitaplarla hizmete açıldı. Sizlerde varsa yayınlamak istediğiniz kitaplarınızı, notlarınızı bize iletebilirsiniz. Bu yayınlar yayın komisyonumuzun değerlendirmesinden sonra uygun bulunursa yayınlanacak ve eser sahibine EMO ücret tarifesine göre ücret ödenecektir. E-Kitaplar tarafımızdan yayınlandıkça üyelerimize ayrıca eposta ile iletilecektir.

Saygılarımızla.

Elektrik Mühendisleri Odası
43. Dönem Yönetim Kurulu

