

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



DEMİRYOLLARINDA SİNYALİZASYON VE ELEKTRONİK KİLİTLEME

Cüneyt CAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

109939

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
BİLGİ TEKNOLOJİLERİ MERKEZİ**

TEZ DANIŞMANI
Yrd.Doç.Dr.Ertuğrul KARAÇUHA

GEBZE
2001

.....Cüneyt CAN.....'ın tez çalışması, G.Y.T.E. Mühendislik
ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..12.09.2000..... tarih ve
2000/120..... sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından
Elektronik Mühendisliği..... Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi
olarak kabul edilmiştir.



JÜRİ

ÜYE
(Tez Danışmanı)

: Yrd.Doc.Dr. Ertuğrul KARAĞUHA

Ertuğrul Karagüha

ÜYE

: Doc.Dr. E. Murat ESİN

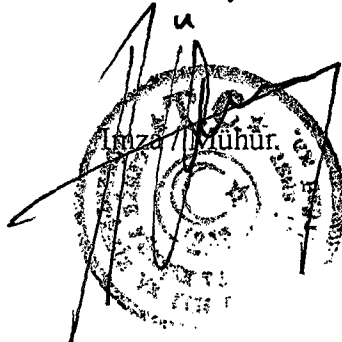
Murat Esin

ÜYE

: Yrd.Doc.Dr. ~~Erkan~~ HOCAOĞLU

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..27.02.2001..... tarih ve 2001/7..... sayılı kararı.



ÖZET

Ulaşım insanların zaruri ihtiyacıdır. Demiryolları ulaşım sistemleri içinde çok önemlidir. Tren trafiğinin güvenliğini sağlamak için, elektronik kilitleme sistemleri geliştirilmiştir. Elektronik kilitleme sistemlerinden önce röleli kilitleme sistemleri kullanılıyordu. Elektronik kilitleme sistemi en güvenli ve en hızlı sistemdir. Bu çalışmada her şeyden önce demiryolu sinyalizasyonunun önemi açıklanmıştır. Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları ve diğer ülkelerin demiryolları incelenmiştir. 3. Bölümde elektronik kilitleme sistemleri açıklanmıştır. Bu çalışmanın sonunda Türkiye'deki demiryollarındaki elektronik kilitleme uygulamaları anlatılmıştır.

Elektronik kilitleme tam elektronik bir sistemdir. Bu sistemde istasyon kontrol panosu, kilitleme işlemcisi, giriş/çıkış kontrol ünitesi ve hat boyu sinyali kullanılır. Hat boyu malzemeleri elektronik kilitleme, otomatik blok, ray devreleri, makas motorları, sinyaller ve yarım bariyerli hemzemin geçitlerdir.

Bu çalışmada, demiryolu trafiğindeki sinyalizasyonun önemi açıklanmıştır. Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları ile diğer ülkelerin demiryolları karşılaştırılmıştır. Türkiye'deki demiryollarının modernizasyonu için tavsiyeler yapılmıştır.



SUMMARY

Transport is necessary need for people. Railways are very important in transport systems. To ensure the safety of train traffic, electronic interlocking systems are developed. Before electronic interlocking systems, relay interlocking systems are used. Electronic interlocking system is the safest and the fastest system. At this study first of all importance of railway signalization are explained. Turkish State Railways and the other country's railways are examined. At the chapter three, electronic interlocking systems are explained. At the end of this study, electronic interlocking applications of Turkish State Railways are described.

Electronic interlocking is complete electronic system. Station control panel, interlocking processor, input/output control unit and track side signal are used this systems. Track side equipments are electronic interlocking, automatic block, track circuits, point machines, signals and level crossing with half barriers.

At this study, importance of signalization at railway traffic is explained. Turkish State Railways are compared with the other country's railways. Recommendations are made for modernization of railways in Turkey.

TEŞEKKÜR



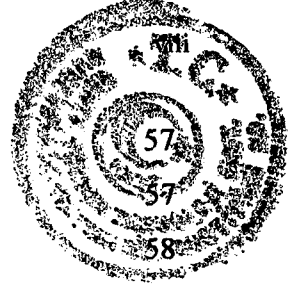
Öncelikle bu tez çalışmasının demiryolu sinyalizasyonuna faydalı olmasını diliyorum. Bu çalışmalarım sırasında Türkiye’de yeni ve bilinmeyen bir konu olmasına rağmen bana bu tezi yapabileceğime dair desteği veren tez danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul Karaçuha’ ya, teknik konularda yabancı kaynakları sağlamamda yardımcı olan Tesisler Daire başkanım sayın Mehmet Uras’ a ve müdürüm C. Erdinç Yetiş’ e, ayrıca bu çalışmanın yapıldığı zamanda bana göstermiş olduğu hoşgöründen dolayı eşim Aslı’ ya teşekkür ederim.





İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	IV
SUMMARY	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ	XI
1. GİRİŞ	1
1.1. Konu ve Önemi	1
2. SİNYALİZASYONA GENEL BİR BAKIŞ	3
2.1. Sinyalizasyonun Raylı Sisteme Tatbikatı ve Faydaları	3
2.1.1. Merkezden Kontrolün Faydaları	4
2.1.2. Merkezi Trafik Kontrol Sistemi	4
2.2. TCDD' deki Sinyalizasyon Sistemleri	10
2.2.1. Röle Kilitleme Sistemi	10
2.2.2. Enerji Sistemi	11
2.2.3. TCDD' deki Sinyalizasyon Sistemlerinden Örnekler	11
2.2.4. Yabancı Ülkelerin Sinyalizasyon Sistemlerinden Örnekler	12
3. ELEKTRONİK KİLİTLEME	20
3.1. Tanım	20
3.2. Emniyet ve Mümkün Teknikler	22
3.2.1. Yedekleme ile Emniyet	22
3.2.2. Mümkün Teknikler	26
3.2.3. Bilgi İletiminin Güvenliği	29
3.2.4. Kontrol Merkezi	32
3.3. Kilitleme Yazılımı	39
3.4. Hat Boyu fonksiyonel modülleri	47
3.5. 32- Bit Yüksek Hız Elektronik Kilitleme Ekipmanı	57



3.5.1. Elektronik Kilitleme Ekipmanındaki Trend

3.5.2. Sistem Konfigrasyonu

3.5.3. Özellikler

4. TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALAR

4.1. TCDD İzmir - Aliğa Sinyalizasyon Sistemlerinin Tanıtımı

4.2. Kilitleme Tahsisatları

4.3. İstenilen Sinyal Sisteminin Genel Tanıtımı

5. SONUÇ

KAYNAKLAR

ÖZGEÇMİŞ

65

65

68

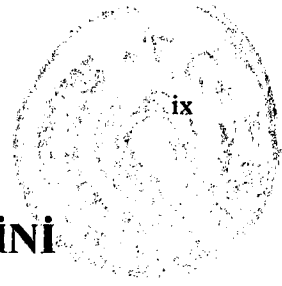
69

72

73

74





SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	İngilizce	Türkçe
C.T.C.	Centralized Traffic Control	Merkezi Trafik Kontrolü
K.B.S.		Kontrol Blok Sinyali
A.T.S.	Automatic Train Stop	Otomatik Tren Durdurucu
I.T.C.	Integrated Traffic Control	Birleştirilmiş Trafik Kontrolü
A.T.C.	Automatic Train Control	Otomatik Tren Kontrol
A.T.O.	Automatic Train Operation	Otomatik Tren Çalıştırma
V.P.I.	Vital Processor Interlocking	Hayati İşlemci Kilitlemesi
CSE	Code System Emulator	Kod Sistem Benzeticisi
CAA	Computer Aided Application	Bilgisayar Yardımlı Uygulama
LAN	Local Area Network	Yerel Alan Şebekesi
SSI	Solid State Interlocking	Elektronik Kilitleme
BR	British Railways	İngiliz Demiryolları
TMR	Triple Modular Redundancy	Üçlü Modüler Fazlalık
TFM	Track Function Module	Hatboyu Fonksiyonel Modülü
MPM	Multi Processor Module	Çoklu İşlemci Modülü
RAM	Random Access Memory	Okunur/Yazılır Bellek
ROM	Read Only Memory	Salt Okunur Bellek
EPROM	Electronical Programmable ROM	Yeniden Programlanabilir ROM
PCM	Pulse Cod Modulation	Darbe Kod Modülasyonu
TCP	Track Communication Programme	Hatboyu Haberleşme Programı
CPU	Central Processor Unit	Merkezi İşlem Birimi
ICP	Internal Communication Programme	Dahili Haberleşme Programı
ATP	Automatic Train Protect	Otomatik Tren Koruma
ARS	Automatic Road System	Otomatik Yol Kurma Sistemi
DTS	Data Transmission Satellite	Bilgi Haberleşme Uydusu

ŞEKİLLER DİZİNİ



Şekil	Sayfa
2.1. Basit Bir İstasyonda Sinyallerin Yerleşimi	6
2.2. İzole Ray Devresinin Prensip Şeması	8
3.1 Basit Kavram Güvenliği İçin Kopyalama	23
3.2. Güvenlik İçin Kopyalama- Pratik Sistem	23
3.3. Elektronik Kilitleme Temel Yapısı	31
3.4. Elektronik Kilitleme	31
3.5 Elektronik Kilitleme Sistemin Blok Diyagramı	34
3.6. Kilitleme Yazılım İlkeleri	39
3.7 Kilitleme Programı	40
3.8. Tipik Bir Hat Boyu Bilgi Bağlantısının Görünümü	44
3.9. Hat Boyu Bilgi Bağlantılarında Mesaj Formatı	44
3.10. Elektronik Kilitleme Ekipmanı Konfigrasyonu	58
3.11. Küçük İstasyon Kilitleme Ekipmanı Blok Diyagramı	59
3.12. Büyük İstasyon Kilitleme Ekipmanı Blok Diyagramı	60
3.13. Elektronik Terminal Blok Diyagramı	62

TABLÖLAR DİZİNİ



Tablo	Sayfa
2.1. Başlıca Ülkelerde Ulaştırma Sektörü	18
2.2. Demiryollarında İstenen Özelliklerin Bazı Ülkelere Göre Durumu	18
2.3. Dünya Ülkelerinde Demiryolu Altyapısı	19
3.1. Kilitleme İşlemcisinin Özellikleri	59
3.2. Elektronik Terminalin Özellikleri	61



1. GİRİŞ



Bu tez çalışmasında insanların zaruri ihtiyaçlarından biri olan ulaşım ihtiyacının karşılanmasında önemli yere sahip demiryolu taşımacılığındaki sinyalizasyon sistemlerinden bahsedilecektir. Ayrıca diğer ülkelerdeki sinyalizasyon teknikleri kısaca anlatılarak Türkiye ile karşılaştırılması yapılacaktır. İlerleyen bölümlerde demiryolu sinyalizasyonda ileri bir teknik olan fakat henüz fazla uygulama alanı bulunmayan elektronik kilitleme sistemi detaylı olarak anlatılacaktır. Tezin son kısmında da bu sistemin Türkiye'deki uygulamalarından bahsedilecektir.

1.1. Konu ve Önemi

21. yüzyıla girdiğimiz bugünlerde nüfusun hızla artması, sanayileşme, karayollarının yetersizliği, insanların rahat ve konforlu yaşama isteği, diğer ulaşım araçlarına göre kaza riskinin daha az olması ve taşımacılıktaki ucuzluk demiryollarını zorunlu bir ulaşım sistemi haline getirmiştir. Bunların yanında demiryollarının gelişmesiyle birlikte hız, konfor, maliyet ucuzluğu, yolcu güvenliği demiryollarına olan talebi daha da arttırmaktadır. Bu yüzden demiryolu hem yolcu hem de yük taşımacılığı açısından en önemli ulaşım sistemlerindendir. Hemen belirtelim ki, demiryolu inşası karayoluna göre hem daha ekonomik, hem de çevreye daha az zararlıdır.

Tren hareketleri sinyalizasyon sistemleri tarafından kontrol edilir. İhtiyaçlara cevap verilebilmesi açısından hat kapasitesinin arttırılmak istenmesi, emniyetli işletmecilik için sinyalizasyon sistemlerinde gelişimi zorunlu kılmıştır. Sinyalizasyon sistemleri demiryollarındaki trafik güvenliğini sağlamak, hat kapasitesini arttırmak ve personel tasarrufu sağlamak amacıyla teçhiz edilirler. Sinyalizasyon sistemleri birkaç sene öncesine kadar röleli tipten yapılmaktaydı. Yani yolun durumu ve hattaki bilgiler rölelerle iletilmekteydi. Ülkemizde şu an kullanılmakta olan yabancı menşeli sinyalizasyon sistemleri röleli sistemle dizayn edilmiştir. Fakat elektroniğin, röleli sinyal sistemlerine alternatif olması nedeniyle, son yıllarda yarı iletken teknolojisindeki gelişmeler sinyalizasyon sistemlerinin SSI (solid state interlocking) tipten olmasını zorunlu kılmıştır. Biz bundan sonra SSI'yı elektronik kilitleme olarak

tanımlayacağız. Elektronik kilitleme teknolojisindeki amaçlar arasında bilgi alışverişini hızlandırmak, güvenliği daha da arttırmak, aynı anda birçok işlevi yerine getirebilmek, malzeme tasarrufu ve bakım kolaylığı sağlamak, daha az güç tükettiği için işletim ucuzluğunun olması ve teknolojisinin ileride yenilenebilir olması gibi nedenler sayılabilir. Ayrıca elektronik kilitlemeli sistemlerin ileride çok daha ekonomik olacağı da bir gerçektir.



Kısacası bu tez çalışmasında öncelikle demiryolu sinyalizasyon araçları anlatılmış. Elektronik kilitleme sisteminin röleli kilitleme sistemlerine üstünlüğü açıklanmıştır. Türkiye'deki demiryollarının mevcut durumuyla istenen durum karşılaştırılarak mevcut durumun yeterli olmadığı görülmüştür.



2. SİNYALİZASYONA GENEL BİR BAKIŞ

2.1. Sinyalizasyonun Raylı Sisteme Tatbikati ve Faydaları

Raylı ulaşım, önemli bir ihtiyaca cevap vermek suretiyle nakil vasıtaları arasında yerini ve önemini korumaktadır. Raylı ulaşım da trafik emniyetini temin etme mecburiyeti ve bu mecburiyetin arz ettiği iktisadi değerler, demiryollarında işaretler sisteminin doğmasına ve gelişmesine neden olmuştur. İşaretleşme maksadı ile kullanılan ışıklar ve elektrikli telgraf, demiryolu sinyalciliğinin başlangıcıdır. Zamanla özel işaretlerin belirlenmesi ve belirli noktalara yerleştirilmesi, trafik emniyeti ve tren süratlerini arttırmıştır. Daha sonra işaretlerin ve demiryolu makaslarının istasyonlarda belirli bir yerden idare edilmesi çareleri araştırılmıştır.

Makara ve kasnaklar üzerinden gerilen çelik teller aracılığıyla simaforların (mekanik sinyal) uzaktan idareleri mümkün kılınmış, sonrada makas ve simaforların kilitlenmeleri temin edilerek çok daha emniyetli bir sistem meydana getirilmiştir. Bu sistemlere elektriğin tatbiki ile yarı elektrikselsel, yarı mekanik emniyet sistemleri geliştirilmiştir. Bu durum, trafik emniyetini personel elinden kurtardığı gibi, daha az sayıda personel istihdamına neden olmuştur. Makas ve simaforlar elektrikli kumanda ile motorlarla çalıştırılmıştır. Gelişim devam ettiğinden simaforların yerini elektrik lambalı sinyaller almıştır. Buradan hareketle trenlerin dur işaretini gösteren bir sinyali geçmelerini önlemek amacıyla, manyetik olarak çalışan tren durdurucuları geliştirilmiştir.

Bütün bu çalışmalar yardımıyla tren işletmeciliğinin gelişmesi karşısında daha çok tren işletebilmek, daha az personel kullanmak, trenlerin istasyonlardan yol alıp verme metoduyla sevklerinden doğan tehirlerini önlemek amacıyla tren trafiğinin merkezden kontrolü sağlanarak aşağıda belirtilen avantajlar elde edilmiştir:

2.1.1. Merkezden Kontrolün Faydaları

Sinyalizasyonun amacı, hat ve işletme kabiliyetinin artırılması, her türlü ulaşımın daha süratli yapılması, mevcut araçlardan maksimum yarar sağlanması, trafikle ilgili bir çok yazılı emre gerek duyulmadan en az personel ile trafiğin düzenlenmesi ve ilgili personele bölgedeki sinyallerin görünüşlerine göre nasıl hareket edeceklerini göstermek suretiyle akıcı, ekonomik ve emniyetli bir işletme sisteminin uygulanmasıdır.

Demiryollarında sinyalizasyon, ilgili personele demiryolu vasıtalarının seyirleriyle ilgili yapılan manevralar, yolun durumu vb hakkında talimat veren bir tesistir. Bu anlamda sinyalizasyona kendine özgü bir haberleşme aracı olarak bakılabilir. Sinyalizasyon tesislerinde yukarıda sayılan bilgiler, tesislerin sinyal olarak adlandırılan ekipmanlarıyla bildirilirler. Yani sinyaller belirlenmiş olan bilgi ve talimatları ilgili personele bildirirler.

Merkezden kontrolün faydaları aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

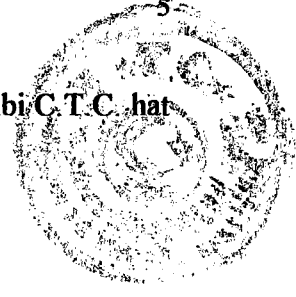
- 1-Zaman kısılır.
- 2-Mevcut demiryolu hattının kapasitesi artar.
- 3-İşletme kolaylaşır ve işletme emniyeti artar.
- 4-Personel sayısı azalır.
- 5-Emirler, zaman ve her türlü şartlar trafik ile kaydedilir. [1]

2.1.2. Merkezi Trafik Kontrol Sistemi

Merkezi trafik kontrol (C.T.C.) sistemi belirli bir demiryolu bölgesinde elektrikli sinyaller vasıtasıyla uzaktan kumanda esasına dayanarak, tren emirleri olmaksızın, trenlerin bir merkezden sevk ve idaresi demektir.

C.T.C. genel olarak şu temel grupları içerir:

- 1) Makas ve sinyallerin tanzimi için bir kontrol makinesi



2) Sinyaller, röleler, elektrikli makaslar, izole ray devreleri vb. gibi C.T.C. hat boyu tesisleri

3) C.T.C. kablo hattı

C.T.C. hat boyu kilitleme devreleri, istasyonlar ve istasyonlar arasında kalan kısımlar olmak üzere iki kısma ayrılırlar. Her bir istasyon, sistemin çalışmasındaki fonksiyonlar bakımından doğu ve batı tabiriyle iki gruba ayrılmıştır. Bu gruplar, seçilebilmeleri ve fonksiyonların icrası bakımından, müstakil incelenirler. İstasyonlar arasında kalan kısımlar ise, trafik yoğunluk ve hızını artırabilmek amacıyla belirli hat parçalarına ayrılıp, her bir parçaya blok denir. Bloklar birbirlerinden izole contalarla ayrılmışlardır. İstasyonlarda ana hat ile irtibatlı içtinap hatları mevcuttur. İçtinap hatları vasıtasıyla, gelen bir treni istasyonda münasip hatta alıp, istasyonda beklediğimiz diğer bir treni de çıkarma işlemi yapılabilmektedir.

İstasyon ve blokların haiz oldukları sinyalizasyon tesisleri dört kısımda incelenir: Sinyaller, röleler, izole ray devreleri ve makaslar.

a) Sinyaller

Sinyaller tiplerine göre cüce ve yüksek sinyal olmak üzere ikiye ayrılırlar. Yüksek sinyaller üçlü veya dördü olur. Üçlü yüksek sinyallerin yukarıdan aşağıya doğru renk sırası yeşil, sarı, kırmızı şeklindedir. Cüce sinyallerin yukarıdan aşağıya doğru renk sırası kırmızı, yeşil, sarı şeklindedir. Tali yollarda cüce sinyaller olur. Sinyallerin yerlerine göre sinyaller blok, yaklaşma, giriş ve çıkış sinyalleri gibi kısımlara ayrılır. Bloklara ait sinyaller üçlü yüksek sinyaldir. Bir trenin seyrinde makinisti ilgilendiren ve görebildiği işaretler daima sağında kalan sinyallere ait olacağından, her blok, doğudan batıya ve batıdan doğuya gidişte işareti temin gayesiyle birer blok sinyaline haizdir. İstasyonlar ise doğu ve batı olarak adlandırılan her bir kısım için birer giriş sinyaline sahiptir. Bu sinyaller dördü yüksek sinyaldir. İstasyon hatlarına tren kabul etmeye yararlar. İstasyon çıkış sinyalleri üçlüdür. Ana hat çıkışındakiler yüksek, içtinap hattı çıkışındakiler ise cüce sinyal şeklindedir. Kullanılış bakımından sinyaller kumandalı ve otomatik olmak üzere ikiye ayrılır. İstasyon sinyalleri kumandalı olur. Blok sinyalleri kumandasızdır. Kumandalı sinyaller kontrol merkezinden kumanda edilebilen sinyallerdir.



Üçlü sinyallerin renk manaları

Yeşil: Gireceğin blok (veya istasyon çıkışı) serbesttir, durmadan geç.

Sarı: Gireceğin blok (veya istasyon çıkışı) serbest, fakat sonraki blok meşgul.

Sinyalin ait olduğu bloğa yavaşlayarak gir.

Kırmızı: Gireceğin blok (veya istasyon çıkışı) meşgul, dur.

Dörtlü giriş sinyallerin renk manaları

Dörtlü sinyallerde iki sarı bir kırmızı birde yeşil lamba vardır.

Yeşil: Ana hattın durmadan geç.

Sarı: Ana hata yavaşlayarak gir.

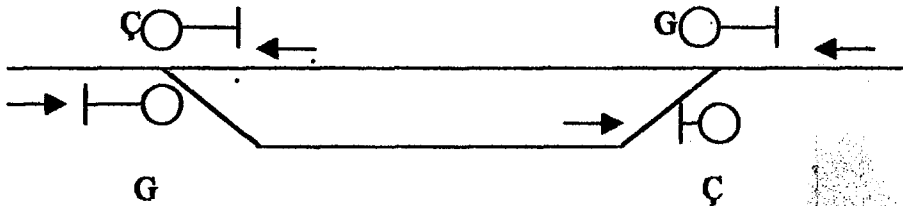
Kırmızı: Dur

Sarı üzeri yeşil ışık: Başka yola sapmak suretiyle blok serbesttir. Makaslardan sapma yaparak izin verilen hızla ilerle.

Sarı üzeri sarı ışık: Başka yola sapmak suretiyle blok serbesttir. Makaslardan saparak, izin verilen hızla ve ilk sinyal önünde durabilecek şekilde ilerle.

Sarı üzeri kırmızı ışık: C.T.C. harici yola gir.

İstasyon içi mesafe 1000 m.' den az ise yaklaşma sinyali sarı renk bildirisi verir. Giriş sinyali sarı üzeri kırmızı olursa C.T.C. harici yola girileceği anlaşılır. Ray devresiz kısımlı hatta C.T.C. harici hat denir. Basit bir istasyonda sinyallerin yerleşimi Şekil 2.1.de gösterilmiştir. G, giriş sinyalini Ç, çıkış sinyalini ifade eder. Trenin hareketi ok yönündedir.



Şekil 2.1. Basit bir istasyonda sinyallerin yerleşimi

Sinyaller limit mesafesinin ilerisine konulamaz. Ana hattaki tren ile içtinap hattındaki trenin birbirine temas etmeden güvenli olarak hareket edebileceđi mesafeye limit mesafesi denir.

Kumanda makinesi, kumandalı makas ve sinyaller ile hat kesiminin durumunu gösteren hat modelini, kumanda ve haberleşme sistemlerini içeren bir tesistir.

C.T.C. sisteminin uygulandığı trafiğın yürütölmesi için kumandalı makas ve sinyallerin düzenlediğı, gerekli talimatların verildiğı, kumanda makinesinin bulunduğı yere kumanda merkezi denir. Kumanda bölgesi, bir kumanda makinesine bağı olan hat kesimidir.

Aynı anda içinde yalnız bir tren veya makinenin bulunmasına izin verilen, içindeki tren, makine seyirlerinin sinyal bildirileri ile idare edildiğı ve sınırları kumandalı veya otomatik sinyallerle belirli yol kesimine blok denir.

Makas bölgeleri ve iki makas bölgesi arasındaki sinyalli yollar ile hat civarındaki bloklar üzerinde tren, makine veya vagon bulunup bulunmadığını kumanda makinesine ulaştıran elektrik devreli kısma ray devreli hat kısmı denir.

Sinyal açma işi makas bildirisi alındıktan sonra yapılır. Sinyal tanzimi için o yola ait trafik tanzim rölesi düşük olmalıdır. İstenilen sinyal tanzimi klavye vasıtasıyla yazıldıktan sonra merkezden araziye iletilir. Gönderilen istemi alan istasyonda sırayla şu işlemler gerçekleştirilir:

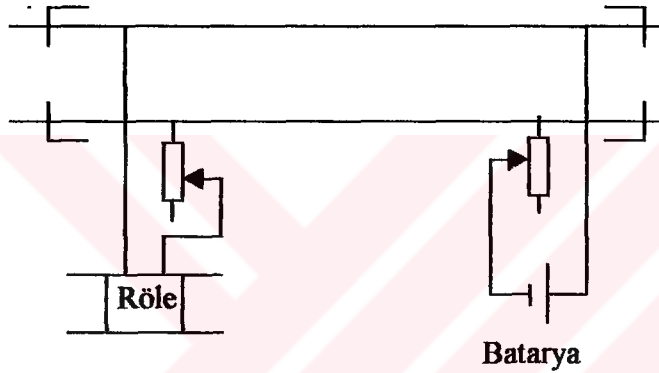
1)Seçilen yol tanzimine göre pozisyon alması gereken makaslara ait kumanda röleleri çeker sonra açılması istenen sinyal grubuna ait kumanda rölesi çeker.

2)Makasların istenilen pozisyonu almasından sonra sinyal kumanda rölesinin tekrarlayıcısı çeker.

3)Seçilen yol üzerindeki makas kilit röleleri düşerek makaslar istenilen pozisyonda kilitlenir.

b) İzole Ray Devreleri

Hat üzerinde seyreden trenlerin çalıştırıldığı bir tertiptir. Ray devreleri, bir kısım rayların teşkil ettiği bir elektrik devresi olarak tanımlanabilir. Ray devresinin esas fonksiyonu, trenlerin varlığını hissetmek ve bunu takip eden trenlere bildirmektir. Bir ray devresi açık makasları, istenirse kırık rayları ve tahrip olmuş izole contaları da kontrol edecek surette tanzim edilebilir. Polarize ray devreleri ve kodlu ray devreleri hat üzerinde trenin mevcudiyetini ilettikleri gibi, raylar üzerinden haber göndermeyi de sağlarlar. DC kodlu ray devreleri istasyon ve geçitlerde olur. AC kodlu ray devreleri bloklarda olur. Şekil 2.2.de İzole ray devresi gösterilmiştir.



Şekil 2.2. İzole ray devresinin prensip şeması

Ray devresinde esas olarak demiryolunun izole bir kısmı, bir ucunda akümülatör ve akım sınırlayıcı reosta, diğer ucunda hat rölesi ve sinyallere giden ikincil devre bulunur. Eğer izole ray devresini ihtiva eden kısım üzerinde bir tren varsa, tekerlek ve dingil direnci, ray ve röle direncine göre küçük olduğundan akım devresini bu yoldan tamamlayacaktır. Böylece şöntlenmiş röle enerjisiz kalacak ve düşecektir. Aynı anda şöntlenmiş akümülatör bataryası deşarj haline geçeceğinden, bunu önlemek amacıyla, bataryaya akım sınırlayıcı seri bir reosta bağlanmıştır.

c) Makaslar

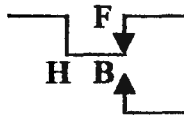
Makasın dil ucu istikametinde bakıldığında içtinap hattı ana hattın solunda kalıyorsa, makas “sol makas” sağında kalıyorsa “sağ makas” olarak adlandırılır.

Makaslar devreleri bakımından, seri veya paralel hat devreli olabilir. Daha ziyade seri olanlar tercih edilir, çünkü seri hat devreli makaslar iki çift izole conta gerektirmelerine rağmen, devrenin herhangi bir noktasındaki kırılmada, röle enerjisiz kalacağından arızayı ihbar ederler.

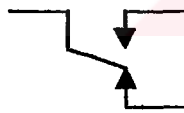
Trenlerin sevkinde arzulanan makas pozisyonunun gerçekleştirilmesine “makas tanzimi” denir. Makasın ana hat veya içtinap hattına tanzimi, makas motoru sayesinde, kontrol makinesinden veya mahallinden elle temin edilir

d) Röleler

C.T.C. hat boyu kilitleme devrelerinde kullanılan bir kısım röleler, hayati rölelerdir. Gereken ayar işlemleri gerçekleştirilip montajları yapıldıktan sonra ihtiyaç duyulmadıkça bu rölelere dokunulmaz. Diğer bir kısım röleler ise, kumanda makinesi başında bulunan şahıs (dispeçer) tarafından kumanda edilebilir.



enerjili pozisyon, ön kontak kapalı arka kontak açık
H(heel) :ökçe , F(front) :ön kontak B(back).arka kontak



enerjisiz pozisyon, ön kontak açık, arka kontak kapalı

Bazı rölelerin kontak adedi gerektiği kadar olmaz. Arzulanan kontak adedini temin maksadıyla, bu rölelerin tekrarlayıcıları kullanılır. Kilitleme devreleri incelenirse görülür ki, röle devreleri bazen farklı batarya kutupları arasında kurulmuştur. Mesela bir bataryanın (+) kutbundan itibaren takip edeceğimiz röle devresi uzakta diğer bir bataryanın (-) kutbunda tamamlanır. Bu iki bataryanın aynı voltajda olmaları arzulandığı gibi, herhangi bir bataryanın da nominal voltajını muhafaza etmesi istenir.

İki kumandalı sinyal arasında sinyal bildirileri ileten çift yönlü iletim hattına kilitleme hattı denir. Bu hat için yüksek frekans kablosu kullanılır.

2.2. TCDD'deki Sinyalizasyon Sistemleri

TCDD'de Kayaş-Haydarpaşa, Halkalı-Çerkezköy-Kapıkule arası sistemler "Free Wire" sistemlerdir. Röleler burada tek değil grup halinde dizayn edilmiştir. İskenderun-Divriği sistemi ise coğrafi yapıli bir sinyal sistemidir. Ankara, Arifiye, Haydarpaşa'da ise rölelerin kumandası bir kodlamadan sonra değil direkt olarak yapılmaktadır. Bundan dolayı bu sistem "Direct Wire" sistemdir.

2.2.1. Röle Kilitleme Sistemi

a) Röle Kilitleme Teçhizatları

Röle kilitleme sistemi parçaları; istasyon kumanda masası, röle rakları, cihaz rakları, yol boyunca cihaz dolapları ve bağlantı kutularından oluşmaktadır. Rak her hangi bir malzemenin toplu olarak bulunduğı düzene denir. Ayrıca istasyon aralarındaki otomatik blok sinyalleri için blok kontrol röle devreleri, bilgi iletim uydusu (kumandalı blok sinyali KBS için) ray devresi alıcı ve verici cihazları, enerji besleme cihazları ile hemzemin geçit koruma devre ve cihazları, yol boyu otomatik tren durdurma (ATS) sistemi devre ve ekipmanları da bu sistem içinde vardır.

b) Kilitleme sistemi fonksiyonları

Röle kilitleme sistemi aşağıdaki fonksiyonları yerine getirir:

- a) Trenin gideceğı güzergah dışındaki bütün sinyal tanzimlerinin kilitlenmesi
- b) Bütün elektrik motorlu makasların kontrolü, doğru pozisyonda tanzimi ve kilitlenmesi
- c) Bütün elektrik kilitli ve detektörlü makasların yol doğrultusunda kontrolü ve kilitlenmesi
- d) Sinyal tanzimi olacak bölgede tren varlığının kontrolü (sarı üzeri kırmızı sinyal tanzimi hariç)
- e) Sinyal kilitlenmesinin trenin geçişi ile otomatik olarak serbest bırakılması



f)Tanzim edilmiş olan yol tren tarafından meşgul edilmedikçe dispeçer ve istasyon masasındaki operatör tarafından tanzim iptal edilirse 1-3 dakika yol kilitlenmesinin olması ve bu zamandan sonra kilitlemenin kalkması

g)Eğer bir bölge üzerinde tren varsa bu bölgedeki herhangi bir makas tanzimi veya başka bir sinyal tanziminin mümkün olmaması

2.2.2. Enerji Sistemi

Kesintisiz Besleme Sistemi

Besleme şehir şebekesinden yapılmaktadır. Şebekenin kesilmesi göz önüne alınarak, kesintisiz bir enerji elde edebilmek için aküler kullanılmaktadır. Elektrifikasyon olan yerlerde ilk alternatif olarak katener devreye girmektedir. Elektrifikasyon olan yer katener enerjisinin olduğu yer anlamındadır. Katener trenin elektrik enerjisini aldığı 24kv lık yüksek gerilime denir. Yani şehir şebekesinin enerjisi kesildiğinde 4 saat süreyle akülerden besleme yapılabilmektedir. Elektrifikasyon olmayan bölgelerde akülerin dayanma süresi daha fazladır. 8 saat süreyle besleme yapılabilir. Böylece kararlı, kesintisiz bir enerji elde edilir.

2.2.3. TCDD'deki Sinyalizasyon Sistemlerinden Örnekler

Kayaş-Haydarpaşa Sirkeci-Halkalı Hudut(Kapıkule) Arasındaki Sistem

1) Halkalı Hudut (Kapıkule) Kesimi

Sinyal sistemi Halkalı (Hariç)–Kapıkule arasını kapsamaktadır. Çerkezköy'de bir kumanda merkezini, kod kumanda ve izleme sistemini, haberleşme sistemlerini, enerji besleme tertiplerini, Çerkezköy-Mandıra, Pehlivan köy-Edirne ve Kapıkule istasyon panolarını, uygun ray devreleriyle kontrol edilen otomatik ve kumandalı ışıklı sinyallerin de bulunduğu yol-röle kilitlemeli yol boyu sinyal sistemini, karayolu hemzemin geçitlerin korunmasını, elektrik motorlu makas dillerinin elektrifikasyon

bölgesinde elektrikle, diğer bölgede LPG ile ısıtılmasını kapsar. Makas dillerinin ısıtılması, C.T.C. merkezinden ve yerel olarak yapılabilir.



2) Haydarpasa Kayaş Kesimi

a) Kayaş-Polatlı Kesimi

Sinyal sistemi kumanda merkezini, kod enerji kod kumanda ve izleme sistemini kapsamaktadır. Ankara-Sincan arasında ise, ilave olarak enerji besleme tertiplerini, uygun ray devreleriyle kontrol edilen otomatik ve kumandalı ışıklı sinyallerin de bulunduğu yol-röle kilitlemeli yol boyu sinyal sistemini, karayolu hemzemin geçitlerin korunmasını, motorlu makas dillerinin elektrikle ısıtılmasını kapsamaktadır. Behiçbey Marşandiz Garı manevra hizmetleri, giriş-çıkış basma butonlu direkt kumandalı sinyal sistemi ile gerçekleştirilmektedir. Söz konusu Marşandiz Garı'nın her iki ucundaki makas ve sinyaller Kayaş-Polatlı kesimine kumanda eden Ankara Kumanda Merkezinden de görülür ve kilitleme sistemine dahil edilerek, emniyetli bir şekilde ortak kumanda olanağı sağlanmıştır.

2.2.4. Yabancı Ülkelerin Sinyalizasyon Sistemlerinden Örnekler

1. Japonya (Nippon Signal)

Japonya'da demiryolu sinyalizasyon sistemlerinin büyük bir kısmını Nippon Signal yapar.

a) Kilitleme Sistemleri

Nippon Signal, dünya çapında ilgi odağı olan, elektronik kilitleme konusunda başarılı bir gelişime sahiptir. Geleneksel röleli kilitleme ile kıyaslandığında elektronik kilitleme daha kullanışlı, daha sağlam ve daha emniyetlidir. Elektronik kilitleme sadece küçük bir ekipman odasına ihtiyaç duyar ve kısa sürede tesisat

yapılabilir. Elektronik kilitleme devrelerindeki elektronik parçaların nasıl kullanıldığının bilinmesi ile, periyodik değişim gerektiren parçaların azalması ve güvenliğin artması sağlanmıştır. Uygulama kayıtlarının saklanması ve kendi kendine kontrol edilmesiyle elektronik kilitleme tamir süresini de azaltır. Elektronik kilitleme, röle lojik devrelerini büyük bir miktarda elimine edecektir, böylece ekipman odası küçülecek ve değişimdeki kolaylık ve modifikasyon sayesinde çalışma zamanı kısaltılmış olacaktır.

b) Merkezi Trafik Kontrol Sistemi

Taşımacılıktaki taleplerin artmasıyla trenler hızlandırılmış ve hat kabiliyeti de artırılmıştır.

Merkezi Trafik Kontrol Sistemi (C.T.C.), merkezi kontrol odasından tüm hatların sürekli monitörden kontrol edilmesiyle, tren çalışmalarını tamamen kontrol eder. Böylece tren işletmesinde bozulma olsa bile telafi çalışmalarıyla plan çabuk uygulanabilir. Bu durum makas motorlarının ve sinyallerin beraber çalışmasıyla bu işlemlerin yapılması için gereken sinyal işleme elemanlarının sayısını da azaltabilecektir. Üstelik bu C.T.C. bilgilerinin kullanılmasıyla istasyonda yolculara rehberlik veya otomatik duyuru yapmak kontrol altında tutulabilir.

Nippon Signal'de birleştirilmiş trafik kontrol (Integrated Traffic Control) (ITC) sistemi de vardır. ITC sistemi daha etkili trafik işlemlerinin kontrolünü mümkün kılan, CTC sisteminin ilerlemiş bir halidir.

c) Elektronik Blok Sinyal Sistemleri

Nippon Signal'in yeni elektronik blok sistemi ki bu sistem mikro elektronik aletlerden oluşan bir sistemdir. Bu sistem işletme ve bakımda yüksek güvenlik ve düşük maliyet sağlar. Bu elektronik blok sisteminin başlıca karakteristikleri aşağıda sıralanmıştır:

1-Alışılmış telefon tellerini kullanmak

2-İstasyonlar arasında demir yolu hattı devresini elimine etmek

3-Küçük dolaplar içine yerleştirilen ana parçaların boyutlarını küçültmek

Bu blok sistemi olan trendeki sürücü; dolap içinde yerleştirilmiş olan uzaktan kontrol elemanlarının çalıştırılmasıyla kendi yolunda blok sistemini açık olarak kurabilir. Tren çalıştırılmasının sürücüler tarafından kontrol edilmesiyle sinyal operatörleri elimine edilebilmiştir.

d) Otomatik Tren Hız Kontrol Sistemleri

Demiryolu ulaşımının güvenliğinin teminini sağlayan sinyalizasyon sistemleri sadece güvenliği sağlamak amacı ile değil aynı zamanda trafikteki taleplerin karşılanmasında etkin rol oynar. Otomatik Tren Hız Kontrol Sistemleri, emniyet ve işletmecilik verimi arasında güzel bir denge sağlar

Sistemin başlıca özellikleri:

1-Güvenlik: Tren hızının kontrol edilmesiyle makinist hataları dolayı meydana gelecek kazaları önlemek

2-Daha fazla işletmecilik verimi: Trenlerin doğru pozisyonda durmasını sağlayarak istasyon içi hareketleri azaltmak ve trenin güzergah boyunca hızını liste halinde saklamak

3-Daha fazla konfor: Trenin harekete başlamasında ve durmasında daha az sarsıntı sağlamak

Nippon Signal, 1960'dan beri Otomatik Tren Hız Kontrol Sistemlerini incelemekte ve bu konuda gelişmektedir. Otomatik Tren Durdurma (ATS) ve Otomatik Tren Kontrol (ATC) ve Otomatik Tren Çalıştırma (ATO) gibi farklı sistemler üretmektedir.

e) Hemzemin Geçit Koruma Sistemleri

Son yıllarda motorlu araçlarla donanımdaki gelişmeler ve demiryolu taşımacılığındaki büyük talepler sonucunda, hem tren hem de otomobil sayısı oldukça artmıştır. Bu yüzden demiryolu geçişleri çok meşgul ve tehlikeli olmuştur.

Nippon Signal'de serbest geçişte karşılaşma bariyerleri, elektronik karşılaşma kontrolcöleri geliştirilmiştir. Hatta demiryolu geçişi yanındaki ters yollardaki trafiğı kolaylaştırmak, trafik sinyalleri ve demiryolu geçişleri arasındaki koordiyasyonu sağlamak Nippon Signal tarafından geliştirilen ekipmanlar sayesinde mümkün olmuştur.

2. İsveç (Adtranz Transportation Signal)

Adtranz Transportation Signal grubu, demiryolu şebekeleri için dünya çapında yüksek kaliteli sinyalizasyon sistemlerini ve ürünlerini projelendirmekte, geliştirmekte ve pazarlamaktadır. Söz konusu grup, bilgisayarlı kumanda ve denetim sistemleri, elektronik kilitleme sistemleri ve hat boyu ekipmanları gibi komple sinyalizasyon ve tren kumanda ekipman yelpazesi tedarik edecek kapasiteye sahiptir.

Bir demiryolunun toplam maliyeti; yatırım, bakım, işletim ve yedek malzemesi giderlerinden oluşur. Yatırım maliyeti düşük olabilir ama işletim ve bakım, toplam maliyeti arttırabilir Bu nedenle sadece yatırım değil aynı zamanda işletim ve bakım maliyetlerinin de göz önünde bulundurulması gerekir.

Adtranz Transportation Signal firmasının karmaşık programlanabilir elektronik kumanda sistemlerinin tasarlanması ve geliştirilmesi konusundaki uygulamalarına örnek olarak elektronik kilitleme sistemi verilebilir.

a) Elektronik Kilitleme Sistemi

Adtranz Transportation Signal firmasının geliştirmiş olduğı EBILOCK, sinyalizasyon konusunda düşük maliyetli, güvenilir bir çözüm sunan, bilgisayarlı ve tam elektronik bir kilitleme sistemidir. Modöler donanım ve yazılım dizaynı sayesinde, hat planındaki değişikliklerin adaptasyonu kolaylaşmaktadır. Sistemde ayrıca otomatik bir tanımlama ünitesi de bulunmaktadır. EBILOCK sistemi, tren kumandasında kilitleme fonksiyonları sağlamaya yönelik tam elektronik ve bilgisayar bazlı bir sistemdir. EBILOCK her türlü trafik durumunda, değişik istasyon büyüklüğünde çalışacak ve demiryolu idarelerinin bugün beklediğı elverişliliğı

sağlayacak şekilde dizayn edilmiştir. Donanım platformunda kullanılan en son teknoloji, modüler yazılım sisteminin güvenilir ve düşük sistem gideriyle çalışmasını sağlar. Kilitleme sistemi, merkezi kilitleme sistemi ve obje kontrol aygıtları gibi iki ana alt sisteme ayrılmıştır. Bu nedenle sistemin montajı ve test edilmesi, modüler bazda gerçekleştirilebilir. [2]

b) Otomatik Tren Koruma Sistemi

Adtranz Transportation Signal firmasının geliştirmiş olduğu EBICAB, aralıklı olarak ayarlanan sürekli tren hızı denetimi sağlamaktadır. Kodlanan bilgi, hat üzerine tesis edilmiş bulunan transpondörlerden çekilir. Hatlar boyunca sürekli iletkenler için pahalı montaj ve bakım işine gerek yoktur. EBICAB, dünyada lider konumundaki Otomatik Tren koruma Sistemidir. [3]

3. Amerika (Sasib Railway)

Sasib Railway de kullanılan hatboyu malzemeleri kilitleme, otomatik blok, ray devreleri, anahtarlama makineleri, sinyaller ve yarım bariyerli hemzemin geçitlerdir.

a) Kilitleme

Kilitleme fonksiyonları, VPI (Vital Processor Interlocking, Hayati İşlemci Kilitlemesi) ile temin edilir. VPI sistemi, güvenlik gereksinimlerinin sağlanması ile otomatik blok ve istasyonların güvenlik kontrolü için önemlidir. Sahadan hayati bilgi de alan bu sistem dahili hayati lojik ve/veya hayati olmayan lojiğe iletilen bilgiyi kullanır. Bütün güvenlik halleri, sinyaller, makas motorları, kilitler vb. hatboyu malzemeleri VPI kontrolünde toplanmıştır. VPI, arıza güvenli mikroişlemci temelli bir sistemdir. Tipik VPI modülü, yazılmış devre bordunun kurulmasını içerir, değişken miktarlara uygulanabilir ve kitlemenin her boyutunun ihtiyaçlarını bulur. VPI sistemi standart hatboyu ortamında işletilebilir, -40 C ile +70 C arasındaki bakımının haricinde hiçbir özel ısıtma veya soğutma malzemesine ihtiyaç duymaz.

Sistem her I/O (Giriş/Çıkış) hattına ikincil tip geçici hal korumasına sahiptir. Yüksek geçici hal potansiyeli alanında ek olarak ilk şimşek ve yıldırım korumalı devreler VPI sistemine harici olarak kurulabilecektir. VPI ile kod hattının arayüzeyi, yazılı devre kartı yoluyla genişletilmiş Kod Sistem Benzeticisi (CSE) ile adlandırılır. Aynı kart pano işlemcisi gibi de kullanılmıştır. Tipik olarak VPI sistemi aşağıda gösterilen fonksiyonları yerine getirir:

-Yol kontrol temelli her hayati olmayan lojiği ve yerel panoda birleştirme bildirisini (hayati olmayan işlemci kullanımı) kontrol eder.

-Merkezi veya yerel tren kontrol sistemi ile her haberleşmeyi kontrol eder.(hayati olmayan işlemci kullanımı)

-Elektrikli makas motorları, sinyaller tren algılaması vb. ile ilgili her hayati kilitleme fonksiyonlarını kontrol eder. (hayati işlemci kullanımı)[4]

VPI sistem yazılımı, sistemin boyutundan bağımsız olan bütün kilitleme veya son kullanıcının özel uygulama kuralı olarak yaygındır.

Hayati olan ve olmayan uygulama yazılımları her kilitleme için özeldir. Bu uygulamalar bilgisayar yardımlı uygulamalar(CAA) ile yapılmıştır. Uygulamayla veya sinyal mühendisleri tarafından yazılan Boole eşitliklerinin kurulmasıyla paket programlar oluşturulur. Bu eşitlikler kilitlemenin tasarlanmış operasyonlarının lojik tanımıyla yazılmıştır. Röleli devrelerin tam yorumu yapılabilir veya mühendis, yol veya anahtarlama diyagramlarından direkt olarak eşitlikleri yazabilir. [5]

Bazı ülkelerdeki ulaştırma sektörünün ekonomiye olan katma değeri Tablo 2.1. de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Başlıca Ülkelerde Ulaştırma Sektörü

Ülkeler	Katma değer %		İstihdam %	
	Ulaştırma Sektörü	Demiryolu Sektörü	Ulaştırma Sektörü	Demiryolu Sektörü
Almanya	12.1	4.5	15.5	11.1
Fransa	13.4	5.5	17.1	12.3
İngiltere	12.5	4.2	15.9	11.5
Japonya	13.1	5.1	15.6	11.9
Amerika	10.5	3.6	10.7	6.5
Türkiye	8.2	2.0	8.5	5.5

Demiryollarında ekol olmuş, yukarıda tabloda belirtilen ülkelerde demiryolu sektörü ulaştırma sektörü içinde ekonomiye olan katma değer yönünden önemli bir yüzdeye sahipken maalesef ülkemizde bu katma değer çok düşük yüzdelerdedir.

Demiryollarında hatlar, elektrikli hatlar veya elektrikli olmayan hatlar olarak ikiye ayrılır. Elektrikli hatlarda tren hareket enerjisini elektrikten alırken diğer hatlarda dizel motorlar vardır. Tablo 2.2 de bazı ülkelerin demiryollarının istenilen özellikleri ne şekilde sağladığı verilmiştir.

Tablo 2.2. Demiryollarında istenen özelliklerin bazı ülkelere göre durumu

	Japonya	İsveç	Amerika	Türkiye
Güvenlik	Çok iyi	İyi	İyi	Orta
İşletmecilik verimi	Çok iyi	İyi	Orta	Orta
Konfor	Çok iyi	İyi	İyi	Orta

Bu tablodan da görüleceği gibi Türkiye demiryollarındaki sinyalizasyon sistemlerinin diğer ülkelere göre daha geri seviyede olmasından dolayı, demiryollarında istenen özellikler diğer ülkeler gibi sağlanmamaktadır.

Tablo 2.3 de bazı ülkelerdeki demiryolu alt yapısı incelenmiştir.



Tablo 2.3 Dünya ülkelerinde Demiryolu Altyapısı

Ülkeler	Hat uzunluğu (km)	Elektrikli hat (%)
Almanya	54.506	45.0
Arnavutluk	674	0.0
Avusturya	10.708	56.3
Kanada	85.563	0.0
Danimarka	5.068	15.1
Fransa	74.000	30.0
İngiltere	37.725	33.3
İtalya	22.000	65.0
Türkiye	10.413	9.9
İsviçre	4.528	99.5
İsveç	13.522	73.8
İspanya	16.225	53.0
Romanya	20.532	33.1
Portekiz	6.053	15.1
Polonya	45.892	45.3
Norveç	5.727	60.2
Belçika	6.071	48.0
Hollanda	7.100	72.6

Bu tablodan da görüleceği gibi Türkiye yüzölçümü yönünden kendinden daha küçük ülkelerden bile daha az demiryolu alt yapı ağına sahiptir. Türkiye’de elektrikli hat yüzdesi de oldukça düşüktür. İleri sinyalizasyon tekniklerinin elektrikli hatlarda uygulanabilirliğini düşünürsek hızla demiryollarını elektrikli hale getirmeliyiz. [6]



3. ELEKTRONİK KİLİTLEME

3.1. Tanım

Elektronik kilitleme sistemi; röleli kilitleme devrelerinin yerine kullanılan daha güvenilir, daha hızlı, daha ileri kilitleme sistemidir. Genel olarak malzemeler röleli ve elektronik olmak üzere ikiye ayrılır. Biz burada kilitleme sistemine kısaca değinip ilerleyen bölümlerde sistemin detaylı tanımını yapacağız.

Elektronik kilitleme, bilgisayarlı ve tam elektronik kilitleme sistemidir. Modüler donanım ve yazılım dizaynı sayesinde, hat planındaki değişikliklerin adaptasyonu kolaylaşmaktadır. Sistemin ara birimleri istasyon kontrol panosu, kilitleme işlemcisi, giriş/çıkış kontrol ünitesi ve hat boyu sinyalidir.

Bu sistemde kullanılan hat boyu malzemeler şunlardır:

- Nokta kontrol ünitesi: Makas motoru
- Sinyal kontrol ünitesi: Sinyal
- Elektronik devre ünitesi: Ray devresi
- Çıkış ünitesi: DC ray devresi Giriş ünitesi: Kontak

Dijital elektronik teknolojinin 1960'lı yıllardaki gelişimi, rölelerle sağlanan kilitleme fonksiyonuna alternatif, ucuz ve esnek çözümler üretmiştir. Ne var ki uzunca bir süre elektronik bilimi; sinyal kontrolünde ve kilitlemede çok sıkı güvenlik standartları nedeniyle her hangi bir uygulama alanı bulamamıştır.

1970'li yıllarda teknolojik gelişimler sonucunda az hatalı güvenlik malzemeleri geliştirilmiştir. Mikro işlemciler kullanılmaya başlanınca sinyalizasyonda elektronik kilitleme kullanımı mümkün olmuştur. Sinyal kilitlemesi veya tren kontrolü gibi karmaşık işlemler için kullanılabilecek, yeterli işlem gücüne sahip ve seri üretilebilir ürünler ortaya çıkmıştır. Aynı süre içerisinde hat boyu uygulamalarında uygun malzemenin sağlanması, kendi kendine lojik kontrol ihtiyacını ve yedeklemenin oluşmasını mümkün kılmıştır. Yedekleme kavramına

ilerleyen bölümlerde değinilecektir. Elektronik kilitlemede maliyetin azaltılmasıyla röleli kilitlemede elde edilen bütün mümkün tekniklerin temin edildiği görülür. Özel izlemenin azaltılması ile bakım personeli, sinyal dizaynını ve yeni sistemin uygulanmasını kolay bir şekilde uygulayacaktır. Elektronik kilitleme sistemindeki amaçlar kilitleme sisteminin biçimlendirilmesini sağlar. Kilitlemenin bu konfigrasyonu; elektronik modüllerden işaretlerin alınması ve maksimum koruma için çok kutuplu kabloları ve hat boyu malzemelerini korumayı amaçlar. Bu emniyet ve güvenilirlik hedefleri, yedek donanım stratejisini belirler.

Sinyal dizayncıları için yazılım ihtiyacı varsa her tesisat için sistemin görünümü sağlanır, kilitlemede kalıcı sabit program ile yorumlanmış coğrafi bilgi ile programlanabilir kilitleme ihtiyaçları yazdırılır. Bu sistemin bilimselliği ve hata bulma vasıtalarının olması, teknisyenler ile bakımının mümkün olması için belirlenmiştir. [7]

Elektronik kilitleme, son zamanlarda sinyalizasyon teknolojisinin ilerlemesi için gelişme göstermiştir. Bu gelişimin amaçları arasında son mikro bilgisayar teknolojisi ile kurulan emniyetli ve güvenilir sistemler meydana getirmek ve bu teknolojilerin gelecekteki uygulamalara uygun olmasını sağlamaktır. Elektronik kilitleme; komple sinyalizasyon sistemi, sinyalcı kontrolleri ve hatboyu malzemesinden uç kabloları kadar bütün teknolojiyi içine aldığından dolayı basit röleli kilitleme gibi bildiğimiz bir elektronik eşdeğeri yoktur.

Elektronik kilitlemenin kullanılmasıyla, sinyalizasyon devreleri için ray devresi ve belirli ara yüzey röleleri kullanılmamış olacaktır. Ayrıca sinyalizasyon bilgilerini ileten hemen hemen bütün hatboyu çok damarlı kabloları da azalacaktır. Bunun sonucunda aletlerin bulunduğu oda da küçülecektir.

3.2. Emniyet ve Mümkün Teknikler

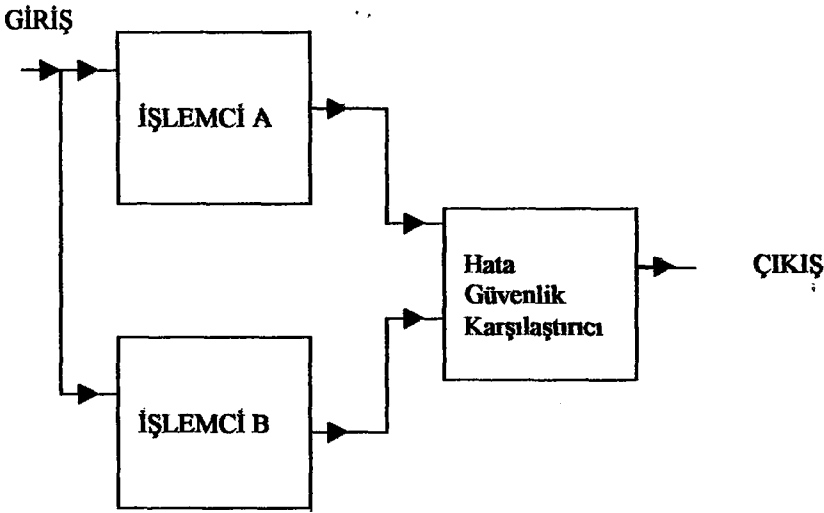
3.2.1. Yedekleme ile Emniyet

İşlem gücünün yüksek olması ve modern mikro elektronik sistemin düşük maliyeti, demiryolu sinyalizasyonu uygulamalarında çok çekici potansiyel oluşturur. Mikro elektronik sistemin bileşenlerinde doğal güvenlik sistemlerine dikkat edilmeli veya hata mod analizi ile güvenlik sağlanmalıdır. Bileşenler kompleks olduğu için hataların modu etkin olarak saptanamaz. Mikro elektronik teknoloji, yedek bazı formları kullanmaksızın sinyalizasyon güvenlik gereksinimlerini sağlayan yapı malzemelerini kullanır. Yedekleme, sistemin aksamadan çalışması için gereken fiziksel kaynakların yedek olarak bulundurulması gibi açıklanabilir.

Eğer tam güvenilirlik kabul edilirse yedekleme kavramı, yapının fiziksel ihtiyacını karşılar. Bu kavram yeni değildir, yedek sistemin davranışı 1950'li yıllarda tanımlanmıştır. Kompleks elektronik sistemlere bu kavramın uygulanması tabi ki çok yakında olmuştur. Bilgisayar sistemlerindeki bu uygulama özellikle gerçek zaman proses kontrolündeki uygulamalar, mühendisliğin çok gelişmiş bir alanıdır. Güvenlik sistemlerinin dizaynına yedekleme ilkelerinin uygulanmasına bazı detaylar içerisinde değinilmiştir. Diğer uygulamalar sonraki bölümlerde tanımlanacaktır.

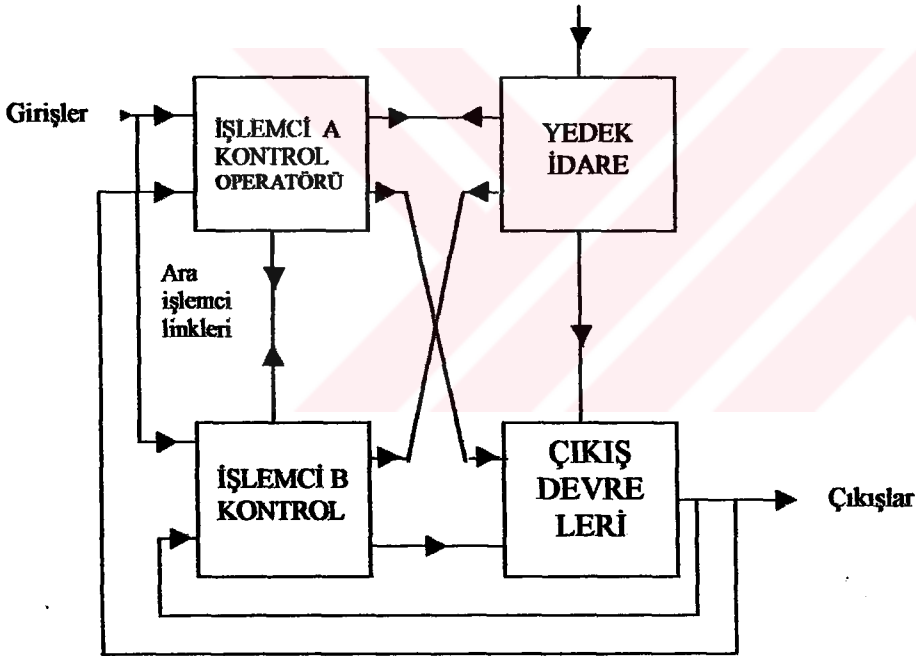
Yedekleme Sistem Dizaynı

Güvenlik sistemlerinin dizaynına yedekleme ilkelerinin uygulanmasının basit yolu, kavramsal olarak iki alt dizgeden talep edilen özdeş sonuçların ve malzemenin içinde, sistemin aynı fonksiyonlarının yapılmasına programlanan ve girişe bağlanan iki işlemciyi içerir. Eğer iki işlemcinin kurulmasının çıkışı anlaşma içinde ise sistem işletimine izin verme görevini yapan karşılaştırmacı söz konusudur. Diğer bütün zamanlarda, önceden kararlaştırılmış güvenlik çıkış kurulması halleri yürütülmelidir, karşılaştırmacı tabi ki güvenlik yöntemleri içinde bu görevi yapmalıdır. Kavramsal olarak bu basit düşünce ana hatlarıyla Şekil 3.1. de resimlenmiştir.



Şekil 3.1. Basit kavram güvenliği için kopyalama

Ara yüzey gücü



Şekil 3.2. Güvenlik için kopyalama – pratik sistem

Örnek: Kopyalama ile güvenlik Şekil.3.2. de gösterilmiştir. Temel kavramlar ana hatlarıyla bütün düzeltmeler ile birlikte cisimleştirilmiş ve kopyalanmış sistem dizaynına yaklaşımlar resimler. Alt dizgeler arasındaki karşılaştırma iki seviyede olur: i)haberleşme kanalının temini için iç durum değişimi ile ii)bağımsız girişler kurarak sistemin son çıkış halini yansıtarak her işlemciyi temin etme ile. Yedek idare; özel



donanım sayesinde el ile olur, iki işlemciden biri vasıtasıyla her zamanda güvenlik çıkış koşulunu yürütebilir. Yedek idare mekanizması, kendi kendini yedekleyebilir her işlemciyi temin edebilir. Bu durum iki işlemciyle de test edilebilir. Her alt dizge kendi otomatik testini yapar. Böylece birleştirilmiş çevresel donanım ve önemli hafıza alanları birleştirilmiş olur.

Tam olarak yapının bu tipi elektronik kilitleme için hat boyu malzemesi içinde kullanılmıştır. Elektronik kilitleme çıkışı; anahtarlama devrelerinin kontrol sinyal lambaları ve direkt olarak sinyal jeneratörleri kullanması durumunda olur.

Yedek İdare

Her iki işlemcinin kabulünün sağlanması durumunda güvenlik koşulu yürütülmez ise, karşılaştırmacı yedek idare ile adlandırılabilen fonksiyonu yerine getirir. Karşılaştırmacı gereksinimi doğal güvenliği olan teknolojinin sonucu meydana gelen maliyet kadardır. Yani mevcut sistemin arıza yapması durumunda devreye giren yedek sistemin maliyeti, karşılaştırmacı kullanılmasının maliyeti kadardır. Mikro işlemci temelli sistemin daha esnek çözümlerinin mümkün olduğu durumda mukayese prosesi iki alt dizgenin içinde ve güvenlik çıkış koşulu özel yedek idare donanımıyla yürütüldüğü durumlarda yerine getirilir. Tam test edilebilirlik iki işlemci ile sağlanmış olur.

Yaygın Yöntem Hataları

Eğer iki alt dizge özdeş dizayn da ise açıkça bellidir ki dizayn hatalarının sebep olduğu sistemin yanlış fonksiyonu karşılaştırmacı ile sezilemez bu riskten kaçınmak için dizayncı, dizaynın güvensiz hata davranışlarından bağımsız olacağını gösterebilir.

Dizayn çeşitli olsa da olmasa da, sinyal hatasız olmalıdır veya hataların muhtemel birleşimi her iki alt dizgenin içinde aynı arızalara sebep olmalıdır. Dış sistem ile yedek sistem arasındaki bağlantıya dikkat edilmedir. Güç kaynaklarının dizaynı içinde ve alt dizgeler arasında efektif elektrik izolasyonu temin edilmedir.

Hatanın Sezilmesi

Sezilmeyen hataların birleşimi için sonucunda güvensizlik hatalarının gelişimi mümkündür. Sistem, hata sezilmesinin iç hal değişim bilgisinin iki alt dizge düzenlemesi ile kontrol edilebildiğini söyler. Örneğin çalışma hafızasının değişimi ilk aşamalarda hataların sezilmesini sağlar. Program hafızasının içeriğini değiştirmek ve karşılaştırmak ta kullanışlıdır.

Kendi kendine test etme hata sezilmesinde önemli role sahiptir. Bu yöntem hafızanın önemli alanlarına uygulanabilir. Merkezi işlemci ünitesi çevresel donanımı kendiliğinden yapar. Ama bazen iç hataların sezilmesi başarısızdır. Bazı dizaynlar tek işlemcinin çok ayrıntılı olarak kendi kendine test etme düzenlemeleri ile kullanılmasının güvenlik uygulamaları açısından daha uygun olduğunu gösterir. Bunun gibi sistemler, test edilebilir girişlerin, çıkış devre düzenlemesinin ve var olan bilgilerin farklı çeşitlerinin kopyalanması içinde yedekliği içerir. Tipik olarak kendi kendine test etme prosedürü, kopyalanmış sistem içinde çıkış karşılaştırıcısına uyan hayati röleyi işletmek için düzenlenmiştir.

Diğer dizaynlar, iki alt dizgenin işlemci ana hat seviyesinde uygulamasının karşılaştırılması ile tam hata sezmenin miktarını kontrol eder. Donanım hata tahmini yüksek olduğu zaman, bu teknik iki işlemci arasında bağımsız gereksinme problemlerini artırır, özel donanım gerekir ve her hususta iki alt dizgenin özdeşinin yapımı için dizayncıları zorlar.

Ayrılma

Her paralel yedek sistem içinde giriş bilgisi ayarı, sınırlı risk oluşturur. Bu risk iki veya daha fazla alt dizgelerin giriş hallerini her zaman kabul etmemesidir. Bu sebeple iki alt dizge arasında senkronizasyonun olması gerekir. Böylece giriş okuma belirsizliği anlaşılır. Sonuç, farklı çıkış hallerine genellikle yol gösterecektir ve güvenlik koşulu uygulanacaktır. Bu davranış önemli güvenilirlik sağlar. Anlaşmazlıklara değinmek için kullanılan strateji, kararlaştırılmış bilgilerin önceden kullanımını veya daha fazla sınırlandırılmış bilgilerin kullanımını gerektirir.



Hataların Yanlış Sezilme Olasılığının Hesabı

Yedek sistemlerin güvenilirliği için güvensiz hataların olasılığı içinde kopyalanmış sistemleri düşünmek gerekir. Bazıları çok basittir, ikili işlemci karşılaştırma kavramının temelini oluşturur. Bazıları tamamen karışıktır, dizaynın hassas noktalarının miktarıyla ilgilenir ve ihtimal teorisini kullanır. Fakat matematiksel tam çözümler, doğru bilgilerin değerlendirilmesi elde edilse de değişmez bir şekilde sonuçlanmaz. Buna neden olan bağımsız değişken ilk olarak, bazı kritik varsayımları kabullenme halindedir.

Bu varsayımlar ve sağladıkları özellikler:

*Sistem yedek durumu sezemediğinde, güvensizlik hatalarına sebep olan dizayn hataları yoktur. Bu iyimser bir varsayımdır.

*Sistemin yedek kısımlarının bu hataları bağımsızdır. Bu da iyimserdir.

*Bütün birinci hataların sezilememesi sistemin güvensizlik arızalarına sebep olur. Bu kötümserdir.

*Her sonraki hataya ilki sebep olur ve sonraki hata kendiliğinden sezilemez. Bu oldukça kötümser bir yaklaşımdır.

*Hatanın sezilmesi için ortalama zaman birinci hatanın zamanıdır. Bu, sistem tanımlanması için gerçekçi yaklaşımdır.

Önemle vurgulanmalıdır ki her gerçek durum altında bunun gibi varsayımların yapımı kaçınılmazdır. Bu varsayımlar akla uygun olmalıdır. Bir yıl içinde 8760 saat vardır. Yılda 2 hatanın olduğunu varsayarsak her 1 saat içinde her hatanın olasılığı $2/8760 = 2,3 \cdot 10^{-4}$ ikinci hatanın birinci sezildikten önce meydana gelme olasılığı $1/8760 \times 1/3600 = 3,2 \cdot 10^{-8}$ dir. Bu yüzden sezilemeyen hatanın birleştirilmiş olasılığı $7,4 \cdot 10^{-12}$ saat⁻¹, birim yıl başına eş değeri $6,5 \cdot 10^{-8}$ dir.

3.2.2. Mümkün Teknikler

Çoğu kontrol sistemleri kullanılabilecek yöntemlerin mümkün olmasını gerektirir. Sistemin yürütülmesi için gereken toplam zaman küçük olmalıdır.

Kompleks elektronik sistemlerde hata toleransının mümkün durumda kalmasının muhtemelen sadece tek yolu olur.

Sistemlerin Gereksinimi Olan Mümkinliğin Sağlanması

Çoğu uygulamalarda arıza güvenliği uygulamasına ihtiyaç duyulmaz ve mümkün ihtiyaçlar temin edilir. Eğer sistem bütünüyle hata yaparsa hatanın ne olduğu özellikle önemli değildir. Bu durumda aktif ve bağlantılı olan bir bilgisayar, kopyalama tekniğini çalıştırmak için diğer uygulamalar yedek olduğunda alışılmış durum oluşturur. İhtiyaç olduğunda bilgiler birincisinden aktif olur ve üzerinden alınıp okunur. Bunun üzerinden değişim genellikle otomatik olacaktır. Periyodik sinyal indikasyonunu alması beklenen hata sezme mekanizması, sonrakidir. Alt dizgenin sağlıklı olup olmadığı, sinyalin çalışmadığı durumda üzerindeki değişime etkisinden anlaşılır. Hata sezilmesi etkisinin temininde hangi alt dizgenin hata oluşturduğu tespit edilemez. Gerekirse iki işlemci hatanın o anki etkileri hariç her hususu kabul eder. Değişim anındaki kademe boyunca normal uygulama içindeki aynı teknikleri saklamaya ve çalıştırmaya gerek vardır. Diğer ihtiyaçlar hatalı alt dizge yerine konduğu zaman sürekli uygulamaya geçer.

Elektronik kilitleme sisteminde, güvenlik fonksiyonlarını yerine getiren pano işlemcileri mümkün durumları sağlamak için kopyalanmıştır. Her iki işlemci daima paralel uygulanır. Yazılım aynı stratejileri sağlar.

Mümkün Arıza Güvenlik Sistemleri

Uygulamalarda arıza güvenliği davranışı ve mümkün olma durumu her ikisi de dizayncının aslında iki alternatifini gerektirir. Elektronik kilitleme bu duruma açık bir örnektir. Dizayncı ikili mümkün durum altında iki arıza güvenliğini kullanmayı seçebilmelidir, veya arıza güvenliği, sistemin hata toleransını dizayn etmelidir. Yeni alt dizgeli her işlemci güncelleştirilmiştir ve böylece kusurlu bilgi transferi olup olmadığı anlaşılır.

Onarılabılır TMR

Kilitleme kullanım tekniği, üçlü modüler fazlalık Triple Modular Redundancy (TMR) olarak adlandırılır. Bu teknik çok hususta kopyalama tekniklerinin genişletilmesi üzerine tanımlanmıştır. Bu teknikte işlemci, ekranlama çıkış halleri, program hafıza içeriğinin karşılaştırılması ve seçilmiş sistem halleri ile üç modül içinde yerine getirilir. Her modül, devreden çıkarılmış modül için test edilebilir mekanizma ve yedek mekanizma temini olan yedek yönetim devresini içine alır. Bu mekanizma ana işlemcinin yalnız yapımı ile veya diğer iki modülün beraber yapılmasıyla faal hale getirilebilir. Dizayn izolasyonlu olmalıdır.

İki bilginin mesaj kilitleme içeriğinin güvenlik seviye çıkışı gibi güvenlik çıkış durumunun bakımı; doğru olarak kodlu bilginin mesajlarının iletilmesini ve doğru olmayan bilgi iletiminin önlenmesini gerektirir. Devreden çıkarılmış modül çıkışı, donanım dizaynı ile önlenmiştir. Fakat doğru olmayan bilgi çıkışına karşı korumanın birinci hattı, her iletim bitinin kontrolü ile işletilmiştir ve bilgi doğru olmazsa kod geçersiz olur. Her bir alt dizge yürürlükte olan diğer yedek yönetim devrelerinin üzerinden kontrole sahiptir. Yedek yönetim devrelerinin sağladığı faydalar aşağıda belirtilmiştir:

- Durum modül izolasyonunun yürütülmesiyle yedek ve test edilebilir durum oluşturulur.
- Modül izolasyonunun prosesi ters çevrilemez, bu nedenle doğru olmayan çoğunluk kararına önceki hataların yol gösterme imkanı çıkarılmıştır.
- Modül izolasyonu süresince sistemin otomatik yeniden görüntülenmesi, önceki hata toleranssız güvenlik uygulamasının sürekli olarak kopyalanmış sisteminin teminini oluşturur.
- Daha uzun ömürlü olan kopyalanmış sistemin hatalarına, önceden kararlaştırılmış olan güvenlik çıkış halleri ile ters çevrilemez sistemin yürütülmesi vasıta olur.

Üç bağımsız modülün sadece içeriğinin sistem tanımlaması gibi, onarım hatalı modülün ve yerine konan yedek malzemenin kaldırılması için

basitleştirilmiştir. Hatalı bilgi transferi ihtimaline karşı korunmak için, özdeş bilgi her iki işlemci modülünden alınmalıdır.

3.2.3. Bilgi İletiminin Güvenliği

Çoğu endüstriyel sistemler bir yerden diğer bir yere bilginin iletimini gerektirir. Demiryolu sinyalizasyonu bu duruma bir örnektir. Sistem güvenilirliği, gönderildiği gibi alınan bilgiye bağlıdır. Arıza güvenlik konusunda açıkça bellidir ki bilgi alma olasılığı gönderilmesi gereken çok küçük bozulmaya bağlıdır. Sinyalizasyon güvenlik sistemlerinde sinyal güvenliği olan çok dar bant genişlikli devrelerin kullanılmasıyla hayati devrelerdeki bilgilerin korunması ses bileşimi şekli içinde bilginin gönderilmesi yoluyla her karışan sinyalden daha büyük yapılmıştır.(enerji yedekliliği kavramı)

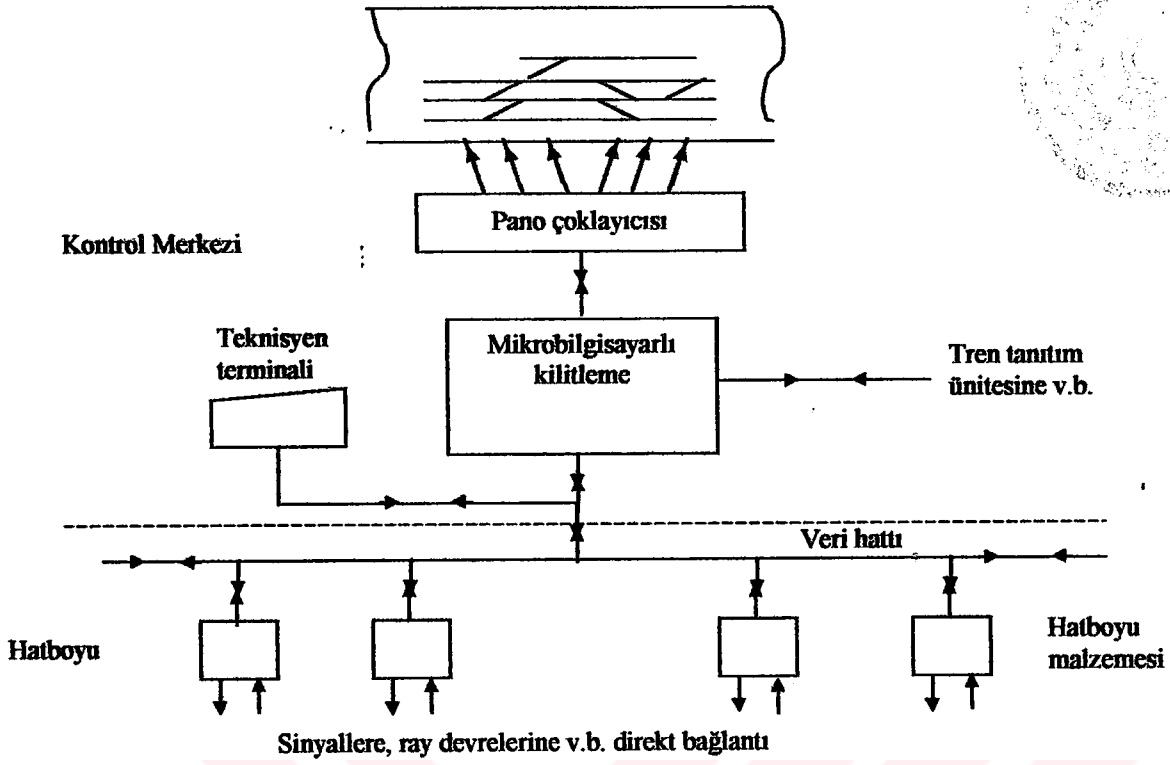
Sinyalizasyon hat devrelerinde de enerji yedekleme kullanımı sağlanır ki bilgi, karışım ile bozulmanın dezavantajları sonunda zarar görmesin.

Bilgisayar temelli güvenlik sistemlerinin kullanılmasıyla iletilen güvenlik bilgisine ihtiyaç olmuştur. Üzerine bilgi gönderilen seri haberleşme kanalının bilgisinin korunması için teknikler çok iyi gelişmiştir. Bu tekniklerin hepsi yedek bilginin kullanımını gerektirir. Ek bilgi, düzeltilmiş veya sezilmiş olan bilgi bozulmasının korunmasıyla ilgilidir. Kodlama metodunun çok geniş dizilmesi, mümkün haberleşme problemlerine çözümler sunar. Burada sadece bilgi kodlaması hakkında bir veya iki temelli grup önem oluşturmaktadır.

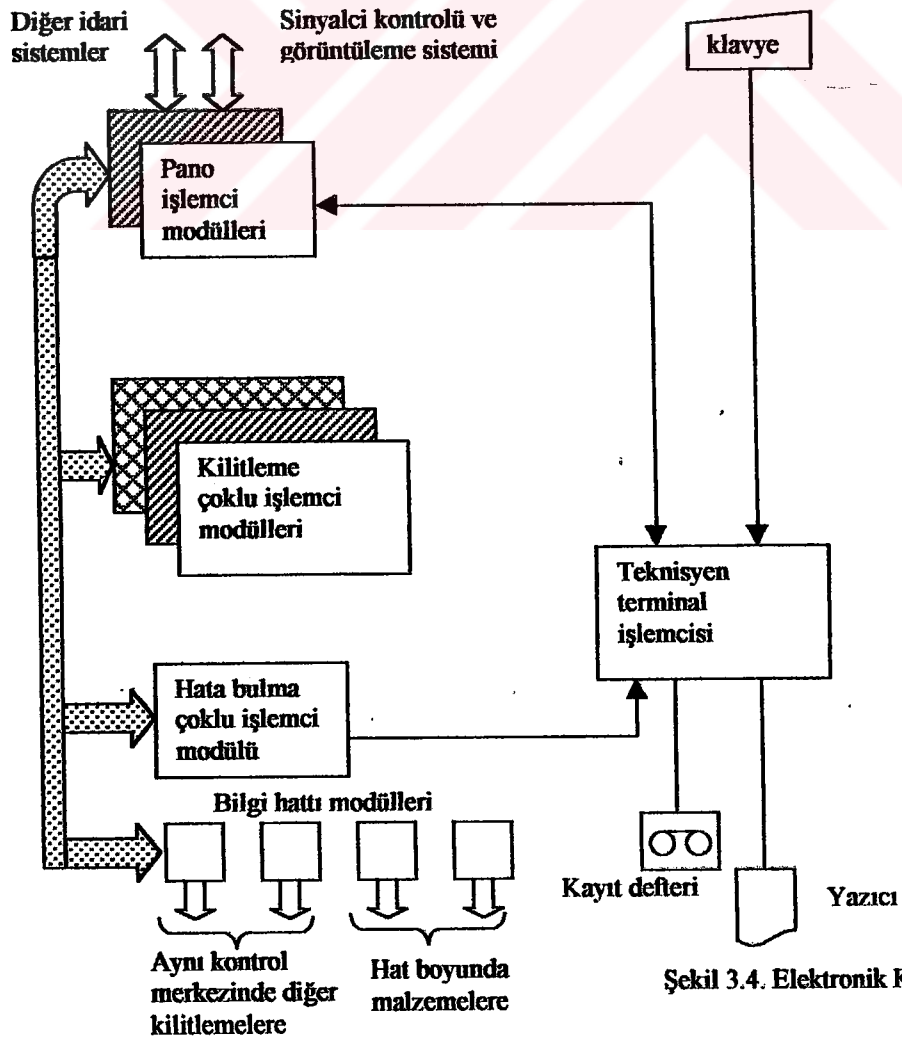
İlk olarak kodlama güvenliğinin istediğimiz şekildeki seviyesi, kodlamanın istediğimiz şekildeki seviyelerinin uygulanması ile elde edilebilir. Hata, kanal yeri içinde artış gösterebilir veya iletim zamanı ekstra bilgi gerektirir. İkinci olarak hataların sezilmesine ek olarak elde edilebilen çoğu standart kodlar düzeltilen hataların müsaade edilen sınırlı numaraların yeterli bilgisini sağlayacaktır. Doğru olmayan bilgilerin tekrar kurulmasının olasılığını arttırdığı için güvenlik sistemlerindeki bu kullanım tavsiye edilmez. Üçüncü olarak kodlama güvenlik uygulaması seviyesinin, kodlama ve kod çözme yazılım ve donanımı ile

yapılandırılmasını gerçekleştirmektedir. İşlem güvenliği, doğru yapılandırılan terminal malzemesine bağlıdır. Terminal malzemesi bu yüzden güvenlik şartını sağlamalıdır. Standart kodların özellikleri ve iletim kanalının karakteristik bilgisi iyi dökümanleştirilmiştir. Böylece bozulan kodun hesaplanabilme imkanı sağlanacaktır. Güvenlik uygulamalarında hesap hata koşulu altında iletim kanalının özellikleri çıkartılmalıdır.





Şekil 3.3. Elektronik kilitleme temel yapısı



Şekil 3.4. Elektronik Kilitleme

Sistem Tanımı

Elektronik kilitleme sistemi, kontrol merkezi ve hat boyu alt dizgelerinin durumunu görür. Bu durum şekil 3.3.de gösterilmiştir.

Kontrol merkezinin kalbinde, hat boyu sinyal malzemesi için gerekli güvenlik komutlarını üretmek amacıyla lojik ihtiyaçları düzenleyen arıza güvenli çoklu işlemci sistemleri ve alt dizgeler vardır. Kopyalanmış pano işlemcileri, elle idare edilen basit fonksiyonlar, sinyalcinin kontrolleri ve göstergeleri ile birleştirilmiştir. Bakım destek vasıtalarını temin etmeye yarayan kilitlemelerin numarası ile teknisyen terminali hata bulma işlemci ara yüzeyleri ortaktır.

Kontrol merkezi içinde bulunan şebeke, kilitlemeler arasında bilgi sağlamak ve yan yana bulunan sinyalizasyon alanlarına bağlantı kurmayı değiştirmek için arıza güvenliği haberleşmesini sağlar.

Hat boyu alt dizgeleri hat boyu bilgi kablosunu içerir. Sinyaller, işaretler ve komut telgraflarına göre diğer sinyalizasyon malzemeleriyle sürülen arıza güvenli yerel alan şebekesi şeklinde hat boyu fonksiyonel modülleri, Track Function Module (TFM) kilitleme ile üretilebilmiştir ve ray devresinden, işaretlerden ve diğer malzemelerden kilitleme bilgisine geri transfer yapılmıştır.

3.2.4.Kontrol Merkezi

Kübiksel Kilitleme

Tipik elektronik kilitleme düzeninin blok diyagramları şekil 3.4. ve şekil 3.5. de gösterilmiştir. Kontrol merkezinde her kilitleme için malzeme 19 inch kübiksel yapı içinde muhafaza edilmiştir. Görüleceği gibi bir kilitleme ile kontrol edilebilen alan mesafesi ilk olarak hat boyu malzemesinin miktarı ile belirlenir, geniş süre zarfında bir kilitleme yaklaşık 40 sinyali ve 20 ila 40 arasında işaretler kurmayı kontrol edebilir. Kontrol edilen alan geniş ise diğer kilitlemeler gerektiği gibi bu işleme katılır. Teknisyen terminaliyle beraber bu sistem kontrol merkezinde gereken

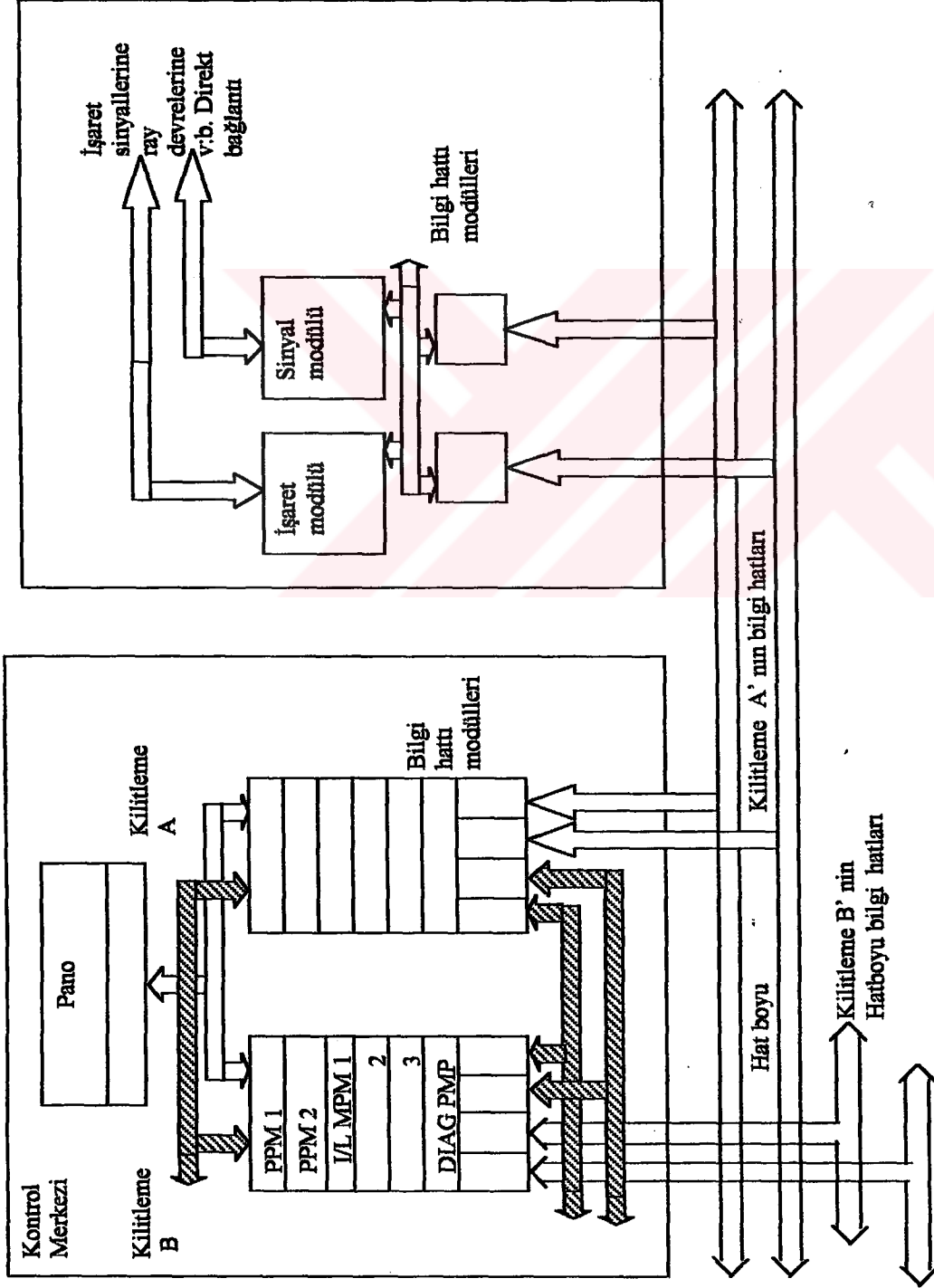
malzemenin toplama katılmasıyla olur. Bu durum elektromekanik kilitleme için ihtiyaç duyulan röle raflarına benzetilebilir.

Her kübiksel kilitleme aşağıdaki malzemelerle muhafaza edilir:

- Üç kilitleme çoklu işlemci modülü
- İki pano işlemci modülü
- Hata bulma çoklu işlemci modülü
- Bilgi hattı modülleri ve güç kaynakları

Modüller, pin kodları ile bütün elektriksel bağlantıları taşıyan standart çoklu yol konnektörleri ile ayarlanmıştır. Modüller arasındaki bütün hatlar, elektriksel gürültüleri engellemek için optik olarak izole edilmiştir. Her çoklu işlemci modülüne kübiksel kabla, 8 bit ikili adresleri içerir. Her bit için, kablo hattı gerektiği gibi 1 veya 0 ikili kod yani düşük veya yüksek voltaj oluşturur. Bu bitlerin beş tanesi, sistem özdeşliğini ve kontrol merkezi içinde tek kilitleme tanımlamasını oluşturur. Kalan üç bit coğrafi bilgilerin silsile halindeki versiyonlarını modifikasyonlar boyunca ayırmaya imkan tanır.

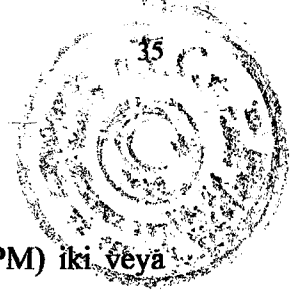
Her çoklu işlemci modülü ve pano işlemci modülleri birbirleriyle değiştirilebilir hafıza modülleriyle ayarlanmıştır. Bu modüller silinebilir programlanabilir sadece okuyan bellek (EPROM) içinde coğrafi bilgi ve uygun sabitlenmiş programı içine alır. Hafıza modülünün üstündeki etiket, ana modülün önünde görünür, fonksiyonu tanımlama ve tarih düzenlenir. Sistem içindeki her çalışan modül için okunmuş programlanmış yedek hafıza modülü, alışılmış şekilde tutulur. Hata yerine zaman minimize edilir. Elektronik kilitleme ekipmanı, her türlü yapılar için dizayn edilmiştir. 110 V AC alır, tek kilitlemenin güç tüketimi yaklaşık olarak 375watt olur.



Şekil 3.5. Elektronik kilitleme sistemin blok diyagramı



Kilitleme Çoklu İşlemci Modülleri



Kilitleme çoklu işlemci modülleri Multi Processor Module (MPM) iki veya üçlü çoklu sistem gibi değerlendirilir. Üçü, özdeş ve aynı programı yürütür. Bu sistem her kontrolün kendi kendine her iki yardımcısına karşı çıkış hallerini ve sürekli periyot içinde hafıza içeriğini karşılaştırır. Her modül sistem izleyicisinden sağlanır. Bu durum çıkışına akım sağlayan güvenlik sigorta devresinden olur. Bu nedenle sigorta arızalanırsa modül dış dünya ile haberleşemez. Bunu önlemek için her modül kendi kendine güvenlik devresini tetikleyebilir veya diğer yardımcılarıyla üçünün içinde güvenlik devresini tetikleme ile de beraber çalışır. Böylece bütün güvenlik devreleri düzenli olarak test edilmiş olur.

Eğer kontrol süresince modül iki yardımcısından başka bulursa o zaman kendi kendine kişisel güvenlik devresini tetikler. Burada istenen amaç, hata modülünün devreden çıkartılmasıdır. Üç modülden biri arızalanırsa diğer iki modül, iki çıkışlı iki yedeklemeli sistem gibi sürekli olarak işletimi sağlar. Her modülde, iki yardımcı işlemci hat boyu bilgi hatları ile haberleşmeleri üçüncü işlemci ise her iki dahili bilgi hattı ile haberleşmeleri idare eder. Bu işlemcilerin her biri modül içinde hafızada yerleşen kişisel sabitlenmiş programa sahiptir.

Pano İşlemci Modülleri

Pano işlemci modülleri hata toleransını temin etmek için kopyalanmıştır. İki modülde aynı programı yürütür, bütün çıkışları alır. Bu modüller normal uygulama içinde çıkış alternatifi oluşturur. Bundan dolayı eğer biri hatalı olursa, diğer modül aralıksız normal uygulamayı sürdürebilir. Tekrarlama, hızlı yedek bakımın sağlanmasına ihtiyaç duyar ve birinci hata giderilmeden önce kalan modül hatasının olasılığını azaltır.

Modüller, giriş/çıkış panosu olabilen sinyalcı görüntüleme sistemi ve kilitleme arasında bütün akıcı bilgileri idare eder.

Kontroller ve giriş-çıkış uygulamalarının şekli, işaret anahtarı uygulamalarının şekli içinde alınır. Yol istekleri ve özel fonksiyonlar için kontrollerin üretimi işleme konur. Bunlar diğer işlemler için kilitleme çoklu işlemci modüllerine geçer. Bütün fonksiyonların gösterimi kilitleme çoklu işlemci modüllerinden alınabilir. Bu alınan bilgiler ihtiyaç olduğunda sinyalcilerin görüntülemeleri için üretilmiştir.

Pano işlemci modülleri, elektronik kilitlemede tren tanıtım üniteleri, otomatik tren rapor etme ve elektronik yol kurma gibi diğer idare sistemleri arasında genel amaçlı haberleşmeler için ek olarak giriş yerleri temin eder.

Pano Çoklayıcıları

Giriş-çıkış panosu kullanan tesisat, pano çoklayıcısını gerektirir. Tipik olarak bu yapı, bütün butonları ve panodaki diğer kontrolleri tarayan mikrobilgisayar sistemin şeklindedir ve pano işlemci modüllerine gönderilen seri bilgi akışını üretir. Seri şekilde pano işlemci modüllerinden gösterimler alınır. Pano lambaları ve diğer uyum içindeki gösterimler sürülür. Pano işlemci modüllerinden bilgi taşınması, sürekli olarak bir çift kablunun üzerinden olur. Yüksek mümkünlükte pano çoklayıcıların kopyalanabilmeleri için el ile veya otomatik değişme ile her iki çoklayıcı bütün girişler alındıktan sonra herhangi birisi, her istenen zamanda çıkışların sürümünü alır.

Dahili Bilgi Bağlantıları

Aynı kontrol merkezi içinde bir kilitlemeden daha fazla gereksinme duyan fonksiyonların numarası bir uygulamadan diğerine değiştirilir. Kilitleme alanları arasındaki sınırlarda, her alan içinde iki kilitlemeye gereksinme duyan ray devreleri kadar bir uca sahip normal yollar vardır. Kilitlemeler arasında olan diğer önemli fonksiyonlar görüntüleme sıralaması ve işaret pozisyonları için sinyal görünümelerini içine alır.

Kilitlemeler arasındaki haberleşme, mümkün durumu sağlamak için kopyalanan dahili bilgi bağlantıları üzerindendir. Her biri temel bantlı seri bağlantı

uygulaması 10kbit/s bilgi oranındadır ve her kitleme, bilgi bağlantı modülleri ile ona bağlanmıştır. Her kitleme 5 bit sistem özdeşliğinden ibaret olan kodlu bilgi gönderir, bilginin 128 biti ve eşlik biti Manchester 2 kodunun şekli içindedir. Bu kodlamanın iki seviyesi, tümleşik yüksek seviye ihtiyacını birleştirmiştir. Kitleme bilgileri dinlendikten sonra diğer kitlemelerin dönüşü ile gönderilir ve ondan ihtiyaç duyulan bilgiler kullanılır.

Hata bulma çoklu işlemci modülü

Hata bulucu yardımların kapsamlı sıralanması, her hatanın hızla saptanmasını kolaylaştırmak için elektronik kitleme sistemi içinde oluşturulmuştur. TFM ve kitleme MPS testi, kendi kendine güvenlik kontrolleri yönünde tamamen yedek idare yazılımı ile düzenlenmiştir. TFM içinde modül ayrılığı gösterim dahili hatası sezilirse modül değişmez olarak kapanır. Modül kitleme telgraflarına cevap verir. Eğer ayrılık giriş veya çıkış modülünün düzenlenmesi içinde meydana gelirse modül girişi ve çıkışı izole edilir. Fakat modül kitleme telgrafına sürekli olarak cevap verir. Bu durum gösterim cevap telgrafi içinde durum bitleri vasıtasıyla olur, TFM bilgi bağlantılarının şartında da rapor edilir. Eğer onlar belirli bağlantı üzerinden yeterli iyi mesajlar alamazsa, cevap telgrafi içinde diğer durum bitlerinin vasıtasıyla bağlantının durumunu belirtir.

Hata bulma çoklu işlemci modülü, kitleme çoklu işlemci modüllerinin standart ünite özdeşidir, hata bulma programlarını kapsayan hafıza modülü ile ayarlanmıştır. Kitleme ve teknisyen terminali arasında bağlantı vardır. Hat boyunda ve dahili bilgi bağlantılarında bütün mesajlar monitörden gösterilir. Kontrollerin değişimi, gösterimlerin değişimi ve sinyallerin veya kontrol cevap işaretlerinin her hatası not alınır. Tek hat boyu modülleri içinde hataları teşhis etmek için, hat boyunda malzemedan alınan mesajlar içinde durum bitlerinin kodu çözülür. Hat boyu bilgi bağlantıları içinde hatalar da analiz edilir. Hata mesajları bakıcının görmesi için teknisyen terminaline gönderilir. Merkezi kitleme malzemesi hata bulma bilgi bağlantısı, her TFM için kullanılmayan sıfır adreslerinin özdeşi ile hat boyu bilgi bağlantısı üzerinden iletilir ve komut telgrafının biçimlendirilmesi içine konur. Bu durum hata bulma işlemcisi ile yorumlanır.

Hata bulma işlemcisi, sinyalizasyon bilgi hallerinin bütün değişimlerini tanır ve kaydedici üzerinde bilgisayarı çalıştırmaya başlayan teknisyen terminaline geçer. Sistemin son durumu kaydedilir.

Teknisyen Terminali

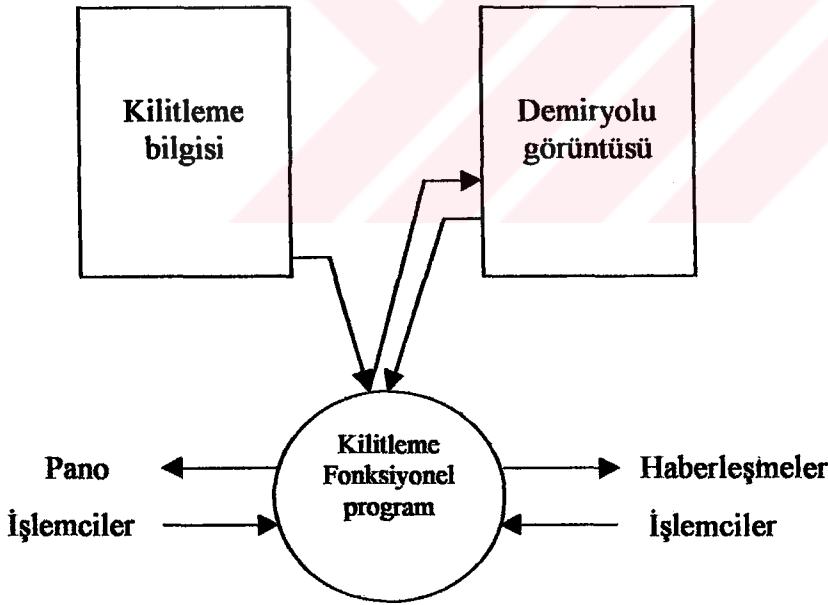
Teknisyen terminali aynı kontrol merkezinde altı kilitlemeye hizmet verebilir. Kübiksel yapı ve modem yazıcı, onunla birleştirilmiş klavye ile teknisyen terminali işlemcisini muhafaza eder. Teknisyen terminali değişken kilitlemeler içinde hata bulma işlemcisi modüllerinden bilgi alır ve aşağıda belirtilen özellikleri sağlamak için kilitlemeler ile sinyalcı görüntüleme sistemi arasında bütün mesajları kontrol eder.

Değişken kilitlemeler, içindeki hata bulma işlemci modülleri ile üretilen hata raporlarını yazar. Her rapor, oluşum zamanı ile eşlik edilmiştir ve plan dili içinde yazılmıştır. Alternatif hatalar aynı hata raporunun gerekli olmayan tekrarından kaçınmak için sezilir ve rapor edilir. Modem, uzaktan yerleşimde bağlanan yazıcıya kopyalama sağlar.

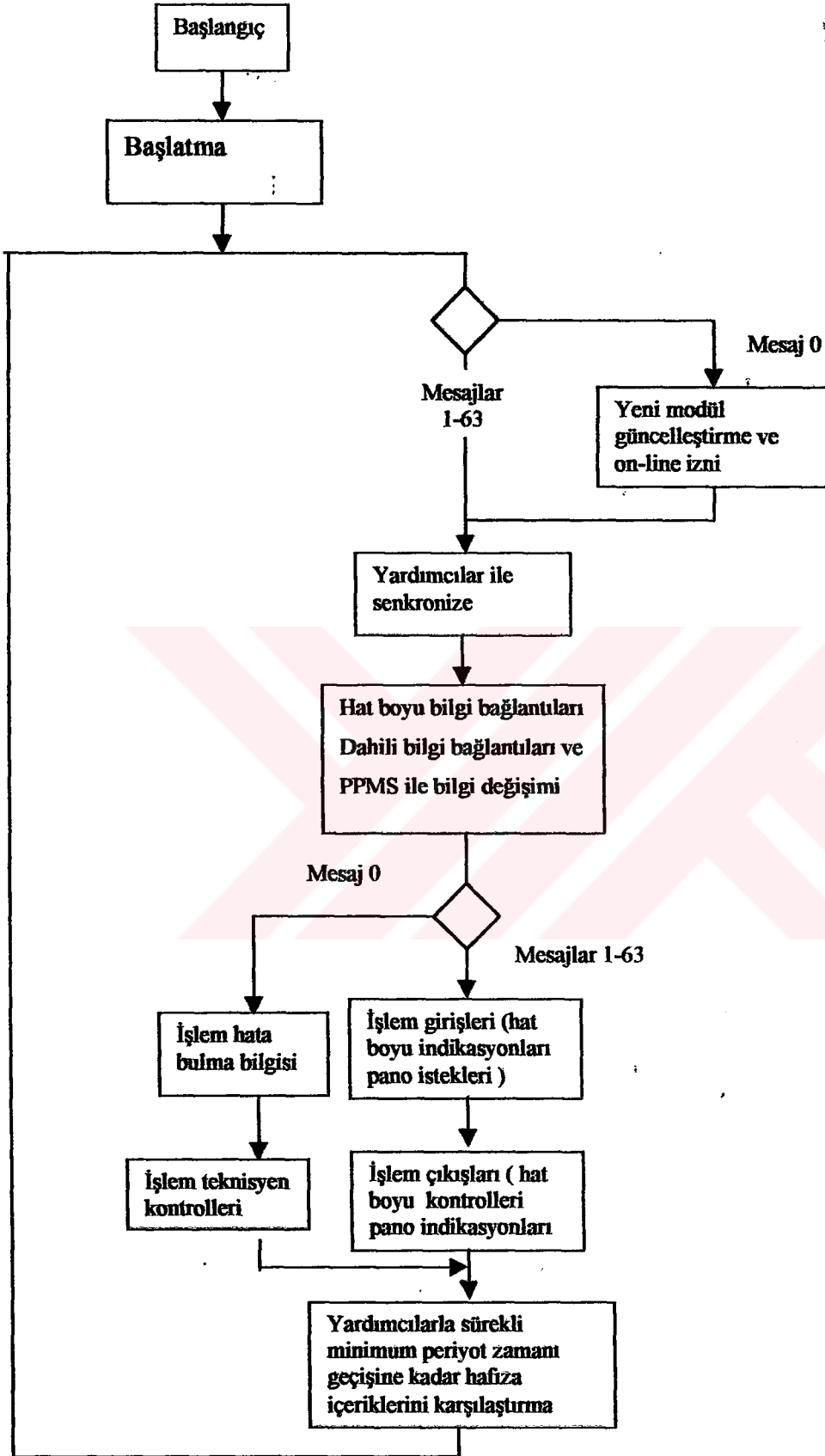
Her kilitleme, içinde durumun bütün değişimlerini saklar. Klavye vasıtasıyla sinyallerin durumunu işaretleri ve diğer fonksiyonları kontrol etmek ve değişken bilgi bağlantılarında iletimleri kontrol etmek ve kilitlemeleri incelemek mümkündür. Teknisyen kontrollerini uygulanması, tek yolların kilitlenmesi, işaretlerin ve ray devrelerinin klavye vasıtasıyla komut kullanımının kaldırılmasını mümkündür. Her kontrol, uygun kilitleme ile kaydedilmiştir ve klavye vasıtasıyla kaldırılana kadar bu durum kalır. Eğer sistem güç hatasından sonra ısınma eğilimi gösterirse teknisyen kontrolleri, bütün diğer önemli bilgiler ile hafıza içinde tutulur. Eğer güç hatası fazlalaşırsa diğer kontrollerin hepsi ile tekrar giriş yapılmalıdır. Son olarak klavye vasıtasıyla diğer komutlara girişin bakımı ve kilitlemeye giriş kesin olarak sağlanmalıdır. Teknisyen terminal işlemcisi ile üretilen sistem saati yeniden başlatılmalıdır. Klavye normal olarak kilitlenmelidir ve her amaç için erişim sıkı güvenlik kontrolü altında olmalıdır.

3.3. Kilitleme Yazılımı

Elektronik kilitleme sistemi bilgi iletiminin ve donanımının mümkünlüğü, kolay kullanımı ve güvenliği, sinyal kontrolünün ve kilitlemenin doğru yürütülmesi ve hata bulma yardımlarının etkinliğine bağlıdır. Kilitleme MPM içindeki yazılım, programların başlatılması, yedek idare (donanım güvenlik kontrollerinin oluşumu ve karşılaştırılması, güvenlik ve mümkün stratejilerinin düzenlenmesi) pano işlemcileri, haberleşme bağlantıları ve bilgi iletimi ve alınması içinde sınırlanmıştır. Kilitleme yazılımının kalbi, kilitleme fonksiyonel programdır. Bu, hat boyundan alınan indikasyon bilgisi ile sürekli olarak güncelleştirilmiş ve rast gele erişebilir belleği (RAM) kullanan demiryolunun görüntüsüne göre, sadece okunabilir belleği (ROM) kullanan coğrafi bilgi içinde kodlanan kilitleme alan için sinyalizasyon kontrollerini yorumlayan komut bilgilerini üretir. Bu durum Şekil 3.6. da görülüyor. Coğrafi bilgi; yazılı olmalıdır, her tesisat için kontrol edilmelidir ve derlenmelidir. Elde kalan yazılımın hepsi bütün tesisatlara yayılmıştır.



Şekil 3.6. Kilitleme yazılım ilkeleri



Şekil 3.7. Kilitleme programı

İşlemci çipleri, hat boyu haberleşme programlarını Track Communication Program (TCP) ve dahili haberleşme programlarını Internal Communication Program(ICP) yürütür. Diğer programlar MPM içinde ana veya fonksiyonel işlemcinin hepsini yürütür. Şekil 3.7 kilitleme program uygulamasını resimler. Görünen temel küçük periyot boyunca, kilitleme hat boyu bilgi bağlantıları üzerinden bir hat boyu fonksiyonel modülüne mesaj gönderir ve ondan cevap alır. Bu periyot için minimum zaman 9,5 ms dir. Her 64 mümkün adres ile mesajları değiştirmek için alınan zaman, sistemin ana periyodunu tanımlar, ortalama süre 850ms.dir. Hat boyu fonksiyonel modülleri için elde edilebilen adreslerin sayısı 63 tür. Sıfır adres teknisyen terminali ile haberleşme için kullanılmıştır.

Güç ilk olarak uygulandığı zaman, modül mümkün modların numarasının birini başlatmakla elde edilen başlangıç programını yürütür. Bunlar aşağıda verilmiştir:

- Güç kaybından sonra, üçlü kopyalanmış sistem ilk olarak başlar. Bütün kontrol edilmiş fonksiyonlar ve bütün sinyalcı gösterimleri çok sınırlı durumlar içindedir. Üç modül kabul edildiğinde göstergeler hat boyu bilgi bağlantıları ile raporlandığı gibi onların doğru hallerine kurularak sadece kontrolü kabul edilebilir.

- Eğer güç kaybının süresi yaklaşık 6ms.'nin altında olursa, fonksiyonların durumu her modül içinde hafızada yerinde tutulur. Eğer modül anlaşma içinde olursa, sistem ısınmaya başlar, kontroller veya gösterimler resetlenmeksizin uygulamalar yeniden başlatılır.

- Eğer modül sadece diğer bir modülün hazırlanmasını bulursa, iki çıkışlı iki sistem gibi onunla beraber çalışmaya başlar.

- Eğer diğer iki modül hazır olursa ve halen yürütülürse diğer iki modül yerine getirilebilen bilgi ile güçlendirilmiş modülleri temin eder ve o iki çıkışlı üç sistem gibi yürütmeye onları katar. Bu durum sistem uygulamasından aralıksız oluşur.

Bilgisayarda bir makine kelimesini iletmek için gerekli zaman boyunca bilgi blokları sadece hat boyunda malzemeler ile değiştirilemez, dahili bilgi bağlantıları yoluyla diğer kilitlemeler ve pano işlemci modülleriyle bilgi blokları değiştirilebilir. Eğer gösterimler üç modül ile kabul edilirse, coğrafi bilgi ile uyum içinde işletim olur ve bilgi blokları her modülü hafıza içinde tutan demiryolu durumunun görüntüsünü güncelleştirmek için kullanılır. Pano isteği ve diğer kontroller, bilgi ile uyum içinde işletilir ve hat boyu fonksiyonlarının kontrolleri gönderilmeye hazır şekilde kurulur. Eğer belirli fonksiyondan bilgi alınmazsa alan içinde malzeme hatalarından sonra önceden belirlenmiş fonksiyon onun daha sınırlanmış haline hafıza içinde kurulur. Hat boyu modülleri ve kitlemenin ikisinde de iki kopyası veya üç kopyası çıkartılmış işlemciler, programları içine alır. Bu nedenle program dizayn hatalarına karşı koruma yoktur. Analiz ve testlerin ana hedefi, bu yüzden yazılım ve hatalardan serbestliği sağlamaktır.

İlkeler ve tekniklerin güvenlik bağlantılı yazılımın ve değişik dizaynlar arasında uygunluğun sağlanması için kullanılan uygulamalar aşağıda verilmiştir:

- Fonksiyonel analiz, deneme ve ihtiyaç şartları dizaynının sağlanmasıdır.
- Yapısal analiz, birimselliği (modülerite) deneme ve kolay yol bulunabilirliği ve sonraki bağlantı analizi için çalışma denemeleridir.
- Modüler analiz, tahmin edilmiş davranışlara karşı program modülü testidir.
- Bilgi akış analizi, değişken referansları sezmeye ve değişkenlere bağlantılı işlemedir.
- Yüksek seviye bağlantı analizi, baştan başa sistemin ihtiyaçlarını karşılamaya ayrılmış işlemcileri birleştirmeyi göstermedir.
- Zaman analizi, güvenlik kriterli zaman sınırlaması ile işlemcilere uygulamadır. [7]

Hat Boyu Bilgi Bağlantıları

Bütün sinyaller, işaretler, ray devreleri ve diğer hat boyu sinyalizasyon fonksiyonları hat boyu bilgi bağlantıları ile sağlanan kitlemelere bağlıdır. Her bağlantı 100Ω karakteristik empedansa sahip bükümlü çift kutuplu kablo ile tek ekranlanmış kablo üzerinden çalışır. Her yerleşimdeki malzemenin paralel olarak



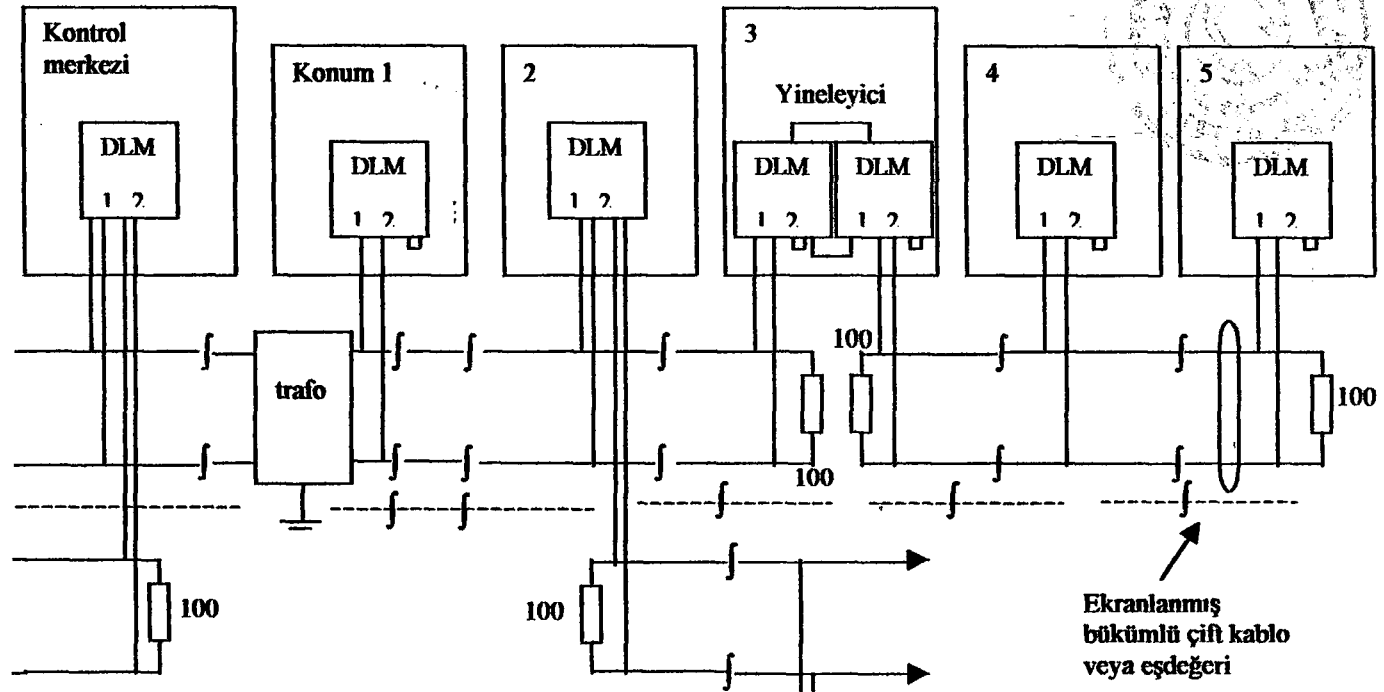
bağlantısı Şekil 3.8. de gösterilmiştir. Bilgi bağlantı sistemi, bir sistemin tamamen hata olayı içinde normal uygulamasının sürekliliğini sağlamak için kontrol merkezinden hat boyunda her yerleşime kopyalanmıştır. Bilgi bağlantı kabloları kablo kanalına serilmiştir. Güç kabloları ve yerel uç kablolarından başka demiryolu boyunca sadece sinyalizasyon kablolarına gereksinme duyulur.

Mesaj Formatı

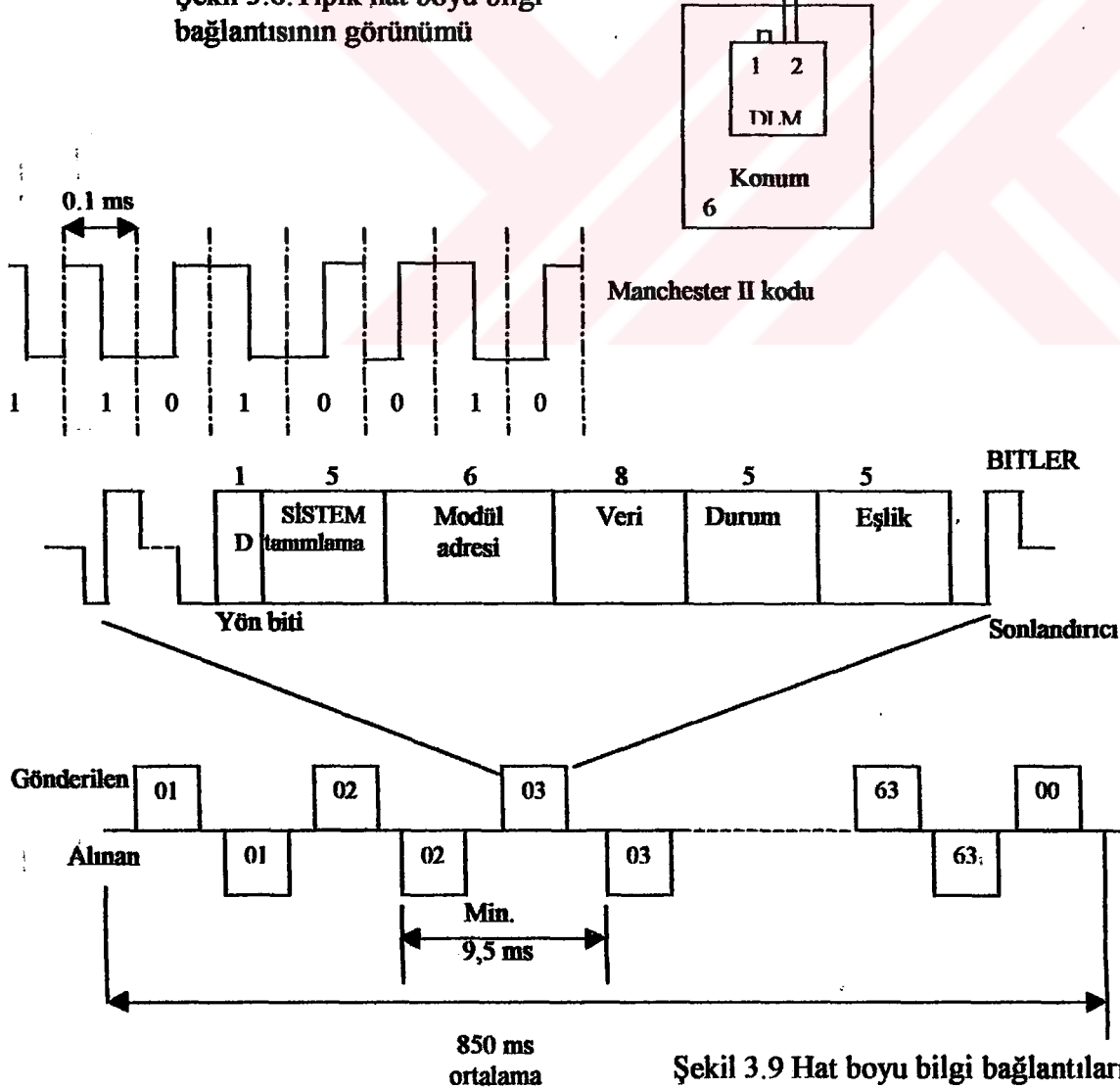
Her bilgi bağlantısı 10kbaud bilgi oranında seri bağlantılı çalışma işaret bandındadır. Her iki yönde iletim, telgraf şekli içinde olur. Her 100 mikro saniye sürenin 30 bitinin içeriği başlangıçta ve sonunda senkronizeli paternler ile birlikte Şekil 3.9 da gösterilmiştir. Her telgraftaki yön biti, kontrol merkezi ile veya hat boyu modülü ile gönderilse de yönü gösterir. Adres iki kısım içindedir. İlk beş bit sistem özdeşliğini, kalan 6 bit de modül adresini gösterir. 8 bilgi biti, telgrafın içindeki sinyalizasyon bilgisini taşır. 5 durum biti, hata bulma işlemci modülü ile kod çözmek için hat boyu modülünden kilitlemeye hata bulma bilgisi taşır. İkili 0 ve 1 pozitif ve negatif giden voltaj, hat üzerindeki geçişi ile sınırlı olarak Şekil 3.9. da ve işaret bandında taşıyıcıya modüle edilmemiş olarak gösterilmiştir.

Protokol

Kontrol merkezindeki her kilitleme, kendisinin fiziksel ayrımlı hat boyu bilgi bağlantı sistemine sahiptir, her telgraf kendisinin tek sistem özdeşliğini içerir. Kilitleme, 64 mümkün hat boyu modül adresinin içine dönen dış kontrol telgraflarını gönderir. Hat boyu modülü, telgraf taşıyıcılı kendi modül adresini aldığı zaman cevap telgrafi gönderir. Bu yol ile bütün adresler dönüşte taranmış olur. Ortalama zaman tam olarak 64 periyot 850ms.dir. Sırayla telgraflar, minimum 9.5ms ara ile kilitleme gönderir. Her adres daima taranır, malzeme gerçekten bu adreslere uygun olsa da olmasa da sadece 63'ü hat boyu modülleri için gerçekten elde edilebilir. Kilitleme, zaman içinde sıfır adrese benzeyen hata bulma işlemci modülü yoluyla teknisyen terminaline durum bilgisi gönderir.



Şekil 3.8. Tipik hat boyu bilgi bağlantısının görünümü



Şekil 3.9 Hat boyu bilgi bağlantılarında mesaj formatı

Bilgi Bağlantı Modülleri

Bilgi bağlantı modülleri; kilitlemeye, hat boyu bilgi bağlantılarına ve hat boyu modüllerine bağlanır. Hepsi, verici ve 6 giriş yeri ile hat sürücüsünü ve 6 çıkış yeri ile alıcıyı içine alır. Bir bilgi bağlantısı ile paralel bağlantı vardır. Bu bağlantı iki hat giriş yeri dallandırmasına izin vermek için temin edilmiştir. Elektronik kilitleme modülleri ile ara yüzey gürültü azaltılması için bu bağlantı optik olarak kuple edilmiştir.

Bilgi bağlantı modülleri hat boyunda servis için TFM gibi aynı sağlam yapıdadır. Bu modüller, basit olarak yedekleme ve kilitleme şekillendirme için de kullanılır.

Kilitleme aynı yol içinde dahili bilgi bağlantılarına bağlanmıştır, ek olarak bir çift bilgi, bağlantı modülü kullanımda olduğu zaman kilitleme şekillendirilmesi için de uygun yapılmıştır.

Hat Boyu Bilgi Bağlantısının Uzaklığı

Yineleyicisiz çalışabilen hat boyu bilgi bağlantısının uzaklığı, gecikme ve menzildeki diğer faktörler ile sınırlıdır. Büyük uzaklıklar için yineleyiciler kullanılmıştır. İki bilgi bağlantı modülü tamamen iki yönlü yineleyicinin şeklinde bağlanmıştır. Her yön için bölümün sonunda genlik ve dalga şekli ile yeniden iletimde alıcıda distorsiyona uğrayan telgraflar yeniden kurulmuştur. Maksimum 4 yineleyicinin kullanımı, 8 km maksimum yerde her bir bağlantıya uygun yapılabilir. Her bağlantı rezistör vasıtasıyla sonlandırılmıştır. Ayrıca kablonun karakteristiğine bağlı değerler kullanılmıştır.

Uzun Hat Bağlantısı

Hat boyu bilgi bağlantıları, zayıflama ve distorsiyonun göz önüne alınması ile kontrol merkezinden maksimum 40 km menzille sınırlandırılmıştır. Kontrol alanı uzun hat bağlantısının kullanımı ile bu sınırın ötesine genişletilebilir. Bu imkanlar önemli kontrol ve gösterim mesajlarının, hat boyu bilgi bağlantısını birkaç yüz

kilometre uzaklığın etkisi içinde genişletmek için standart haberleşme sistemi içinde kanalları gönderebilmesini sağlar. Her hat boyu bilgi bağlantısı uygulamasının bu modu için standart 30 kanal darbe kod modülasyonlu (PCM) 2MHz taşıyıcı kullanan sistem içinde bir 64KHz ses kanalı gerekir. Uzun mesafe terminali yoluyla PCM terminaline elektronik kilitleme malzemesi bağlanır.

Kontrol merkezindeki kilitleme içinde bir çift uzun mesafe terminali, hat boyu bilgi bağlantıları için bilgi bağlantı modüllerini yerine koyar. Hat boyunda diğer uzun mesafe terminalleri, demiryolu boyunca genişletilmiş hat boyu bilgi bağlantılarına ve yerel PCM terminaline bağlanır. Uzun hat bağlantısının maksimum menzili sistem vasıtasıyla zaman gecikmeleriyle kendi kendine sınırlanmıştır, bu haberleşme sisteminin karakteristiğine de bağlıdır, fakat menzil genelde bir kaç yüz kilometreye kadar çıkabilir.

Uzun mesafe terminali, 10kbit/s oranında standart bilgide elektronik kilitleme malzemesinden telgraflar alan ve terminal dahili hafızanın içini okuyan çiftli işletim sistemidir. Bu terminal, kontrol merkezi özdeşliğine 11 bit ekler ve 64kbit/s daha yüksek oranda PCM malzemesine telgrafi tekrar gönderir. Daha yüksek bilgi oranı, yüksek derece yedeklemeye sahip şekil içinde PCM terminaline telgraf göndermeyi uygun görür. Açık haberleşme şebekesi üzerinden gönderilmesine müsaade edilmesine karşı koruma seviyesi verilir. Uzun mesafe terminali, alıcıda alınan bilginin son kontrolünü yapar ve elektronik kilitleme çıkışından telgrafi okumadan önce özdeşliğin izolasyonunu giderir. Bu durumda sistem içinde baştan başa gecikme uygulama tanımlaması ve cevap telgrafları bir adres ile geciktirilmiştir. Kilitleme, telgrafi iki adrese gönderdikten sonra alınan cevap bir adrestendir ve bu durum uzun hat kullanımında olur. kilitleme işleminin uygun modu bu kilitleme için coğrafi bilgi içindeki durum ile seçilmiştir.

Uzun mesafe terminali, hat boyu aletlerinin durumu içinde muhafaza edilmesi için diğer hat boyu malzemesi gibi aynı standartta dizayn edilir. Bilgi bağlantı modülünün durumu içindeki gibi aynı tip elektronik kilitlemenin küçük şekli içinde kullanılır.[7]

40 km.nin ötesine uzatılabilen demiryolunun kontrol alanındaki çoğu modern sinyalizasyon merkezleri, uzayan mesafelerde güvenlik bilgisinin iletim metodunun

gelişimine ihtiyaç duyar. Bu gereksinimleri güvenlik ve gerçeklik koşulları içinde sağlamak için değişik tür iletim sistemlerinin kullanımındaki temel bantların güvenilirliğine dikkat edilmelidir. Uzak mesafe terminali, elektronik kilitleme sistem uygulamalarında fazlaca genişlemeyi başarılı olarak yerine getirir. 700 km ye kadar elektronik kilitleme hat boyu malzemesinin uzaktan kontrolüne izin verir.[8]

3.4.Hat Boyu Fonksiyonel Modülleri

Elektronik kilitleme sistemi, hat boyu fonksiyonel modülleri vasıtasıyla hat boyundaki malzemeleri kontrol eder. İşaret modülü ve sinyal modülü olmak üzere iki tip modül vardır. Bu modüllerin hat boyu bilgi bağlantıları için yerel çoklu terminaller gibi her sekiz önemli çıkışı ve sekiz önemli sistem girişi sağlaması düşünülebilir. Bilgi bağlantı modülleri ile karakteristiğinin durumu hat boyu aletleri içinde muhafaza edilmiştir ve sıcaklığın ve nemin çok olmasının zararları görülmüştür. Bir çift bilgi bağlantı modülü ile hat boyu bilgi bağlantı modülü arasındaki ilişki Şekil 3.4. ve Şekil 3.5.de gösterilmiştir. Her bilgi bağlantı modülünde bir giriş ve bir çıkış ihtiyacı için altısı yerleşimde bir çifte bağlanabilir. Hepsi tek modül adresine sahiptir. 64 mümkün adrese izin veren 6 bit vardır. Sıfır adres elde edilemez ve kalan 63 bit, tek kilitleme ile kontrol edilebilen hat boyu fonksiyonel modüllerin maksimum sayısını belirler.

Çift İşlemci Sistemi

Modül, telgrafı kendi adresiyle aldığı zaman bilgi bitleri ile uyum içinde çıkışları kurar ve girişinde tekrarlanan bilgi bitleri içinde cevap telgrafını gönderir. Bu önemli fonksiyonlar kilitleme gibi iki çıkışlı iki sistem olarak iki mikro işlemci uygulaması ile kontrol edilmiştir. Bu düzenleme, kilitlemenin hata toleransına gerek duyar, fakat tek hat boyu fonksiyonel modülleri sadece fonksiyonların kontrolünden beri baştan başa sistem mümkünliğünde küçük etkiye sahiptir. İki işlemci kilitleme gibi aynı programı yürütür ve güvenlik devresi modül şöntleme vasıtasıyla temin edilir. Güvenlik için kullanılan sigorta, modülün dış yanından kabul edilemez ve çalışma yerinde sadece yerine konulabilir.



Modül iki hat boyu bilgi bağlantısının birinden telgrafları kabul eder. Normal uygulama içinde iki düzen arasında anahtarlama olur. Bu nedenle iki hatın mümkünlüğü tüm zamanlarda bilinir. Ayrıca cevap telgrafları bir işlemci veya diğer işlemciler ile iki hatta gönderilmiştir. Modül normal olarak uygulamayı sürdürür ve alış kaybının kilitlenmesini incelemek için cevap telgrafları içinde durum bilgisini kullanır.

Modül Adresi ve Sistem Özdeşliği

Modül, dış adresin iki kısmından elde edilir ve bu nedenle her tipin bütün modülleri birbiriyle değiştirilebilir. Modül adresi, alet durumunun kablağında hatların düzenlenmesinden okunur. Sistem özdeşliği, güç uygulandıktan sonra alınan birinci telgraftan okunur, güç kaynağı araları boyunca yerinde tutulan uçucu olmayan bellek içinde saklanarak sadece teknisyenler ile istasyonda tekrar ayarlanabilir. Bir kilitlemenin hat boyu bilgi bağlantı sistemindeki bütün telgraflar, aynı sistem özdeşliğinde taşınır ve farklı kilitlemeler farklı özdeşliklere sahiptir. Bu yol ile sistem kablo hatalarından meydana gelen telefon hatlarındaki ses karışması etkilerine karşı korunmuş olur. Örneğin farklı kilitlemelerden bilgi bağlantı kabloları bir diğerine paralel çalıştırılır.

Sinyal Modülü

Sinyal modülü, 110 V da sekiz AC çıkışa sahiptir ve her bir çıkış sinyal lambasını direkt olarak sürmek için uygundur. Dönen yolları algılayan iki akım algılayıcısı vardır. Tek 24W sinyal lambası ve bir mıknatıs vardır.

Altı sistem girişi, ray devreleri ve diğer fonksiyonlar için kullanılmıştır. Kodlu mesaj, modül ile üretilmiştir ve bağlantıların kapalı veya açık olduğu sezilse de bu mesaj algılamada kullanılmıştır. İki fazla giriş içeriden kullanılmıştır, kilitlemenin geri beslemesi için lambaların tekrarlanması çalışılmıştır.

Modülün iki işlemcisi, sürekli periyotta diğer uygulamaların her birinin kontrolünü yapar. Milisaniye periyotlar için anahtarlama ile bütün çıkış devresi test edilir. Ayrıca devre içinde görünen voltaj, ekranlar ve güvenlik devresi de test edilir.

Hata toleransı, mümkün olduğu kadar uzak hataların etkisinden sınırlama ile bulunur. Eğer çıkış devresinin birinde işlemciler hatayı sezerse, modülün bütün çıkışlarından güç kaldırılır fakat tekrar gösterimler devam eder. Eğer bir giriş hatası sezilirse, çıkışlar mümkün durumda kalabilir; bu durumda işlemciler çok sınırlı halde cevap telgrafı içinde her gösterimi kurar. Her durumda cevap telgrafında durum bilgisi modül durumunun kilitlemesini bildirir. Eğer bununla beraber hata, işlemcilerin ayrılmasına veya çıkışların kontrolünün azalmasına sebep olursa güvenlik devresi tetiklenir. Sonra bütün çıkışlar izole edilir ve modül, kilitlemeye cevap telgrafları göndermeyi keser. Modül ile kilitleme haberleşmesi, yerinde tutulan beslemelerin tersine çevrilmesine sebep olur ve sinyaller onların çok sınırlı görünümünü gösterir.

İşaret Modülü

İşaret modülü, kilitleme kelepçelerini direkt olarak kontrol eder. 140 voltta AC güç kaynağı alınır ve 120 volt DC sürümün bağımsız iki grubu temin edilir. Her grup, iki işaret çalışmasını beraber kontrol edebilir, onların elektron lambası sürümü paralel biçimde bağlanır. Bu yüzden modül, her biri iki işaret içeren iki bağımsız grubu kontrol edebilir.

Modül, detektör bağlantısının üzerinden geçen kodlu sinyal üreten işaretlerin iki grubunun her birinin normal ve ters deteksiyonu için bir giriş kullanır. Ek olarak kullanılan dört sistem girişi, sinyal modülü olduğu taktirdeki gibi bağlantı algılaması için kodlu sinyal kullanan ray devreleri ve diğer gösterimler içindir.

İşaretler gönderildikten sonra, kilitleme deteksiyon kontakları kapanana kadar kontrol sağlanır. Eğer kapatma hatası olursa, modül motor sürümünü keser. Eğer deteksiyon kapalı bağlantı yaparsa ve sonra açılırsa modül, işaretleri tekrar sürer. Hata halleri altında işaret modülünün davranışı sinyal modülü gibi aynı ilkeleri izler. Çıkışların her bir grubu, diğer fonksiyonlar süresince hata izlemeyi ayrıca izole

edebilir. Çıkışların; gösterimleri, işaret deteksiyonunu içine alma ve kilitlemeyi geri gönderme sürekliliği vardır. Eğer güvenlik devresi tetiklenirse bütün işaretler son kurmadaki gibi kilitlenir ve modül cevap telgraflarını göndermeyi keser. Eğer kilitleme ile haberleşme kaybolursa bütün işaretler son kurulduğu gibi kilitlenir.

Hat Boyu Ara Yüzeyleri

İki tip olan hat boyu fonksiyonel modülleri aşağıdaki fonksiyonların yürütülmesini gerektirir:

- Hata koşulları altında güvenlik davranışını sağlamak için sistem yedekliğini yönetme
- Modüle adreslenmiş mesaj bilgisinin kodunu çözme, cevapları iletme ve kodlama, haberleşme kaybolduğu zaman güvensizlik bilgisini teşhis ve rapor etme, güvenlik koşullarını yükleme
- Harici anahtarların ve röle kontaklarının durumunu sezme
- Güç seviye çıkışlarının durumunu ve güç ara yüzeyi hata koruma mekanizmasını ekranlama ve kontrol etme

Ek olarak, Hat boyu fonksiyonel modülleri, sinyal modülünün sağlanmasını ve hata koşulları altında kırmızı sinyalin ışıklanmasının sağlanmasını gerektirir. İşaret modülü, kontrol edilen işaretlerin pozisyonunu sezmeyi sağlar.

Modüllerin güvenlik kontrolü, önceden tanımlanan çiftli işlemci tekniğinin kullanımı ile sağlanmıştır. Hat boyu ara yüzey modüllerinin sıkı güvenlik gereksinimlerinin sağlanmasının ilkesi içinde teknikler elverişli olsa da, nispeten yüksek güç seviyelerinde AC anahtarlama için sağlam mekanizma içine bu ilkeleri yerleştirmek, önemli zorlukları içerir. Çözümler iki tip modül için sağlanmıştır.

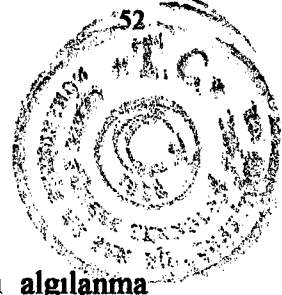
Dizayn, güç çıkışı anahtarlama fonksiyonu güvenlik yönetiminden yedek işlemci yönetiminin çıkarılmasını amaçlar. Sadece bir veya iki işlemcinin hatası veya ikisi arasında düşüncenin farklılığı modülün toplam güvenlik hatasına sebep olur. Diğer hatalar sadece fonksiyonun kısmi kaybına sebep olur ve bu durum kontrol merkezinde hata bulma işlemcisine rapor edilir.

Güç Ara Yüzeyi Güvenlik Yönetimi

Sinyal modülleri sinyallere, işaret modülleri makaslara enerji verir. Sinyal ve işaret modülleri arasındaki temel fark, sinyal lambaları uzun periyotlar için normal olarak enerjilenmiştir, makas motorları sadece işaretlerin zamanla taşınması için enerjilenmiştir ve sinyal modülleri, sinyal lambasının kısa periyotlar için enerjilenmesine müsaade eder. Makas motorunun sürekli enerjilenmesi her durum altında mümkün durum oluşturur. Sinyal modülü için güç ara yüzeyi güvenlik yönetimi, bir enerjilenmiş çıkışın sezilmesi içinde güvenlik çıkış halleri uygulamasını sağlamak için vardır. Asıl istenilen, bütün zamanlarda güvenlik çıkışlarının işaretleri taşınması gerektiğinden elektriksel izolasyonunun bakımının sağlanmasıdır.

Sinyal gücü ara yüzeyi, seri olarak yerleştirilen ve iki işlemci ile bağımsızca enerjilendirilen normal olarak açılmış iki minyatür röle ile korunur. Rölelerin enerjilenmesi, işlemci yedek yönetim devresinden besleme izninin hazır bulunmasını gerektirir. Bu arada uygulama 100ms den fazla olmaz. Bu röleler, işlemci kontrolü altında AC 110 volta anahtarlanan triyakın düzenlenmesindeki güç beslemesiyle normal olarak enerjilenmiştir. Güvenlik çıkış durumu, bütün triyakların kapatılıp rölelere sürümlerin durmasıyla yüklenmiştir. Koruma rölelerinin enerjisini kesme yeteneği, her triyakın kontrol edilme yeteneği gibi periyodik olarak test edilmiştir. Güç ara yüzeyinde her hata sonuçları daima etkisiz hale getirilmiştir.

İşaret modülünün güvenlik çıkışları, iki işlemci ile bağımsızca kontrol edilen iki rölenin normal açılmış bağlantısı ile triyak kontrolünden izole edilmiştir. Bir çıkışın enerjilenmesi için iki röleyi de kapatmak ve triyakı açmak gerekir. Diğer zamanlarda tipik olarak 2-3 s de alınan işaretlerin taşınması, röle kontaklarının ve triyakın durumu sabit olarak gösterilmiştir. Monitörleme düzenlemeleri, triyakın işletimi veya rölelerin biri ile düzenli olarak test edilmiştir. Ayrıca test edilebilir yedek bir sistem vardır.



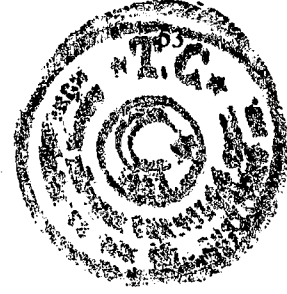
Voltaj Algılama ve Kontak Deteksiyonu

Güç ara yüzeyi güvenlik yönetimi, besleme frekans voltajının algılanma kabiliyetine bağlıdır ve belirli durumlarda modül çıkışındaki voltaj belirli genliği geçer. Bu fonksiyon, sinyal lamba akımlarını algılama ve harici bağlantıların durumu için mekanizmalar ile uygunca birleştirilen yol içinde bir uygulamadır.

Ekranlanan voltajlar potansiyel bölücünün içinden geçer ve DC referansa toplanır. 50 Hz dalga şeklindeki genlikler, bir analog çoklayıcı ile örneklenmiştir ve eşik seviyesinde kurulan bir off-set referansıyla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırıcı, çıkışı işlemci ile okur. Her voltaj dalga şekli bu yol içinde 32 zamanlı 20 ms besleme periyodu üzerinden örneklenir. Eşiği geçen örneklerin sayısı, voltaj genliğinin içinde yorumlanır. Donanımın iki bağımsız şekilde kurulması, dalga şeklinin yarım periyoduna karşı iki işlemci cevabı gibi düzenlenmiştir. Voltaj donanım algılaması normal uygulama süresince otomatik olarak kontrol edilir, bununla beraber ek kontroller, izolasyon mekanizmalarının periyodik testi gibi yapılır.

Harici kontaklar, kodlu sinyalin kontağın içinden geçmesi ile algılanır. Manchester kodlu gerçek olmayan rast gele sıra, işlemciler ile üretilir ve dönüştürücüsü harici devreye kuple edilir. Anahtarlanan dönüş, voltaj algılama için kullanılan iki çoğullayıcı devre içine optik olarak kuple edilmiştir ve aynı örneklemenin ve karşılaştırma işleminin idaresi altındadır. Kod oranı 32 Manchester yarım bitinin örneklenmesi gibi senkronizelidir ve voltaj örnekleme ile geçmelidir.

Voltaj algılaması, akım algılaması ve kontak deteksiyonu program periyot oranında 50ms olarak gerçekleştirilir.



Şema Dizaynı ve Bilgi Hazırlığı

Dizaynı Göz Önüne Alma

Bütün kilitleme malzemeleri, kontrol merkezinde yerleştirilmiştir. Eğer hat boyu malzemesi 10 km den uzağa yerleştirilirse, tekrarlayıcılar gerekir. Tekrarlayıcılar ile, malzeme 40 km ye kadar menzilde kontrol edilebilmelidir.

Hat boyu fonksiyonel modüllerine değişken hat boyu sinyalizasyon fonksiyonlarının atanması, atama gerektiren modüllerin toplam sayısına izin verir. Bu gereksinimler, işaretlerin, sinyallerin, ray devrelerinin ve diğer fonksiyonların gruplandırılmasına karar verir. Her kilitleme, 63 hat boyu fonksiyonel modülüne kadar kontrol edilebilir ve bu yüzden kesin olarak gereken kilitlemelerin sayısı, gelecek modifikasyonlar için yedek kapasiteyi sağlamalıdır. Teknisyen terminali için ihtiyaç duyulduğu zaman kontrol merkezinde gereken uyum tayin edilebilir. (Altı kilitlemeden geniş şema, bir teknisyen terminalinden fazla terminal gerektirir.) Hat boyu fonksiyonel modülleri, işletim ve diğer gereksinimlere bağlı coğrafi temellerde kilitleme alanlarına atanmıştır. Kilitleme için kübiksel yapı ve teknisyen terminali, kablajı ile standart dizayn edilmiştir, hat boyu alet kutu planları ve hat boyu modüllerinin değişken numaraları için kablaj detaylarını içerir.

Hat boyu Fonksiyonel Modüllerinin Atanması

Sinyal modülünden alınan her çıkış, bir sinyal lambasını veya bir eşdeğer yükü sürebilir. Bu yüzden bir modül iki üç görünümlü sinyali veya yardımcı görünümle bir dört görünümlü sinyali, iki yol indikatörünü sürebilir. Modül, ışıklı ikaz görünümünü üretebilir. Eğer hiç biri gerekmezse bağlantı, alet kutusu kablajı içinde yapılır ve onlar kilitleme bilgisi içinde çağrılır. Altı genel amaçlı girişin her biri, bir kontağı veya çiftli kesici içinde bir çift kontağı, ray devresini veya diğer röleyi sezmeyi kullanabilir. Tren hazırlanması gibi hayati olmayan gösterimleri içine alan bütün fonksiyonlar, sinyal veya işaret modülünün girişlerinden olur. Böylece

diğer uzaktan kontrol sistemine ihtiyaç olmaz. Modülden malzemeye iletken kontrolünün maksimum uzunluğu 200m.dir.

İşaret modülü, iki bağımsız grup içinde dört kilitleme kelepçesinin kurulmasını gerçekleştirebilir. Modülden kilitleme kelepçesine uzatılan kablonun maksimum uzunluğu 200m.dir. Makas motoru kullanımda olduğu zaman, ara yüzey kontaktörü, makas motorunun devre detayları ve onun güç gereksinimleri tedarik edilir. İlk olarak yerleşimde hat boyu fonksiyonel modülünün numarası bilinir.

Çalışma İstasyonu Dizaynı

Şema dizaynı ve test etme, çalışma istasyonu dizaynının kullanımı ofis içinde gerçekleştirir. Çalışma istasyonunda aşağıdaki elemanlar vardır:

- Çalışma istasyonu bilgisayarı
- Simülatör
- İki renkli görüntüleme sistemi
- EPROM için programlayıcı
- Haberleşme devresi

Çalışma istasyonu bilgisayarı, yüksek kapasiteli hafızası olan masa üstü mini bilgisayardır ve birkaç kullanıcılara müsaade eder.

Simülatör; biri bir kilitleme modülü gibi görünen, biri hata bulma modülü olan, üçüncüsü özel simülatör modülü olan üç modülü içeren minimum yapıda elektronik kitlemedir. Bu modüller rasgele erişimli hafıza ile kullanışlı EPROM yeri içinde tutulur ve çalışma istasyonu bilgisayarında oluşturulan coğrafi bilgiler otomatik olarak modülün içine yüklenir. Simülatör modülü, bütün hat boyu malzemelerinin davranış etkisi içinde olabilir. Kontrol telgraflarını cevaplama, kilitleme ve kendi coğrafi bilgisi ile uyum içinde cevap telgrafının gönderilmesi ile sağlar.

Bütün hat boyu fonksiyonlarının durumu simülatör ile farkına varıldığı gibi renkli ekranın birinde gösterilmiştir. Diğer renkli ekran pano işlemci modülü ile haberleşir ve sinyalcı kontrol ve görüntüleme sistemini simüle eder. Mouse, iki görüntüleme sisteminin birinin içinden giriş kontrolleri için kullanılmıştır.

Dizayn ve test tamamlandığı zaman EPROM programlayıcısı, montaj için hafızanın durumunu hazırlar.

Çalışma istasyonu dizaynı aşağıda belirtildiği gibi kullanılmıştır:

-Her bir kilitleme için veri tabanı ray planı ve ekran görüntülemesi, yerleşim alanları işaret ve sinyal modüllerine sinyalizasyon fonksiyonlarının atanması ile oluşturulmuştur. İşaret ve sinyal modüllerinin giriş ve çıkışlarına uygulanan fonksiyonların detaylı atanması, her modül için modül atama kartının üretiminin oluşumunu gerçekleştirir.

-Kontrol tablolarından alınan çalışma bilgisi ve coğrafi bilgi, her bir kilitleme için hazırlanmıştır. Bilginin bu kaynak versiyonunun bağımsız kontrolü, kopyaların temini için yazıcı ile çalışma istasyonunu teçhiz edilmesini sağlar. Bu, kontrol uygulama çalışmasının hayati kısmıdır. Bu durum röleli kilitlemelerde devre kontrolünün eşdeğer halidir.

-Kontrolden sonra bilgi derlenir ve simülatörün içine yüklenir. Bu ve benzer uygulamalar sistem terminalinden komutlar ile gerçekleştirilir.

- Kontrol tablolarına karşı derlenmiş bilginin fonksiyonel testi simülatörün ve onun görüntüleme sisteminin kullanımını sağlar.

-Test tamamlandığı zaman bilgi hafıza modülünün içine yüklenmiştir. Çalışma istasyonu bilgisayarı içinde bulunan ters yönde derleyici program, hafıza modülleri içinde EPROM' dan yeniden üretilen elektronik kilitleme bilgisine müsaade eder. Bu ters yönde derlenen versiyon, kontrol edilmiş kaynak versiyonu ile tam olarak uygun durumda yerleştirilen bilgiyi sağlamak için elle veya çalışma istasyonu bilgisayarı ile orjinal hazırlanmış bilgiyi karşılaştırır.

Yerleşim modifikasyonu gerektiğinde, düzeltilmiş plan için yeni bilgi, ofiste hazırlanmış ve test edilmiştir. Bu bilgi bütün çalışan kilitlemelerin etkisinin teçhiz edilmesi için yeterli hafıza modülleri içinde yerleştirilmiştir. Eğer kademe çalışması

varsa, bütün kademeler için bilgi hazırlanabilir ve okunulmazlık içinde tutulabilir. Modifikasyon çalışmasının uygulama zamanında, kilitlemeler off durumuna anahtarlanır, hafıza modülleri değiştirilir ve elektronik kilitlemeler tekrar geriye anahtarlanır. Modifikasyonların denenmesine fonksiyonel testten sonra başlanır.

Dizayn çalışma istasyonu simülatöründe bilgi testine ek olarak, gerçek merkezi kilitleme ve kontrol panosu veya Birleştirilmiş elektronik kontrol merkezi donanımının kullanımının yapım bilgi testi de mümkündür. Bu durumda teknisyen terminali işlemcisi tabanında simülatör hat boyu modüllerinden ve diğer kilitlemelerden mesajları simüle edebilir. Bu durum kontrol merkezinin birleştirilmiş testi ve hat boyu malzemesi içinde özellikle kullanışlıdır. Simülatörün cevabı hat boyu bilgi bağlantısına atandığı zaman telgraflar, bağlanan ve çalıştırılan gerçek hat boyu fonksiyonel modülünün uyum iznini sağlayabilir.

Durumda simülasyonun temini için her bir merkezi kilitleme içinde bir kilitleme çoklu işlemci modülü (MPM), simülatör MPM ye hafıza modülünün değişimi, MPM ve onun kübiksel kablay içinde fiş çiftlisi arasında bir adaptör kablusunun araya sokulması ile sağlanmıştır.

3.5. 32-Bit Yüksek Hız Elektronik Kilitleme Ekipmanı

3.5.1. Elektronik Kilitleme Ekipmanındaki Trend

Bir istasyon birimindeki ya da tren manevra alanındaki güvenli tren işletimi ve manevra sağlamak amacıyla kilitleme ekipmanı; yol kontrol ve makas kilitleme fonksiyonları ile donatılmıştır.

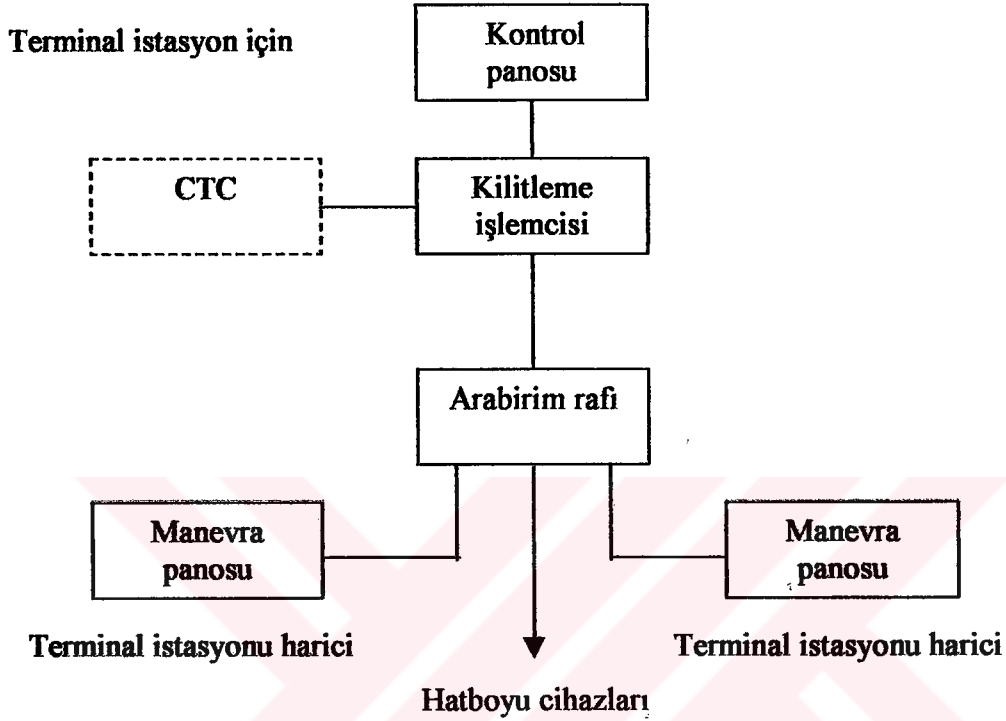
Geçmişte sinyal rölelerini kullanan röle kilitleme ekipmanı sıkça kullanılmaktaydı, ancak son on yıl içinde elektronik kilitleme ekipmanı kullanılır bir hale gelmiştir. Elektronik kilitleme ekipmanı, programlanabilir kilitleme mantığı ile donatılmış, hataya karşı güvenli ikili veya üçlü sistem konfigürasyonunda çalışan bir mikroişlemci ihtiva eder. Değişik tiplerde merkezi işlemci birimi mantığı ve saha cihazı konfigürasyonu ile değişik yazılım fonksiyonlarını içeren farklı tiplerde elektronik kilitleme ekipmanları geliştirilmiştir. Bu geniş yelpazenin elektronik kilitleme ekipmanlarının henüz yakın bir geçmişte birkaç yıl önce geliştirilmeye başlanmış olmasından kaynaklandığı, bu nedenle de ekipmanın henüz gelişim safhasında olduğu anlaşılmaktadır. Bu geniş yelpazenin diğer bir nedeni de yarı iletken teknolojisindeki son gelişmelerin bir hayli hızlı olması ve buna göre donanım ekipmanının günden güne değişmesidir. Dolayısıyla bu trendin bir süre daha böyle devam edeceği düşünülmektedir.

Mevcut elektronik kilitleme ekipmanı 8-bit ya da 16-bitlik merkezi işlemci birimi (CPU) ihtiva eder. Yakın bir gelecekteki teknolojik gelişim göz önüne alındığında, daha yüksek işlem hızı ve daha büyük kapasite için 32-bit CPU'ların kullanılacağı, bunun sonucu olarak da harici cihazların kontrolünde röle kullanımının minimize edileceği ve yüksek hızda haberleşme için arabirim fonksiyonunun geliştirileceği öngörülmektedir.

3.5.2. Sistem Konfigürasyonu

32-bitlik elektronik kilitleme ekipmanının konfigürasyonu şekil 3.10.da görülmektedir. Ekipman herbiri bağımsız bir cihaz olarak görev yapan ve diğerlerine

iletim bölümü vasıtasıyla bağlı olan, bir kontrol panosu, kilitleme işlemcisi, elektronik terminaller ve bakım terminallerini kapsar.



Şekil 3.10. Elektronik Kilitleme Ekipmanı Konfigürasyonu

3.5.3.Özellikler

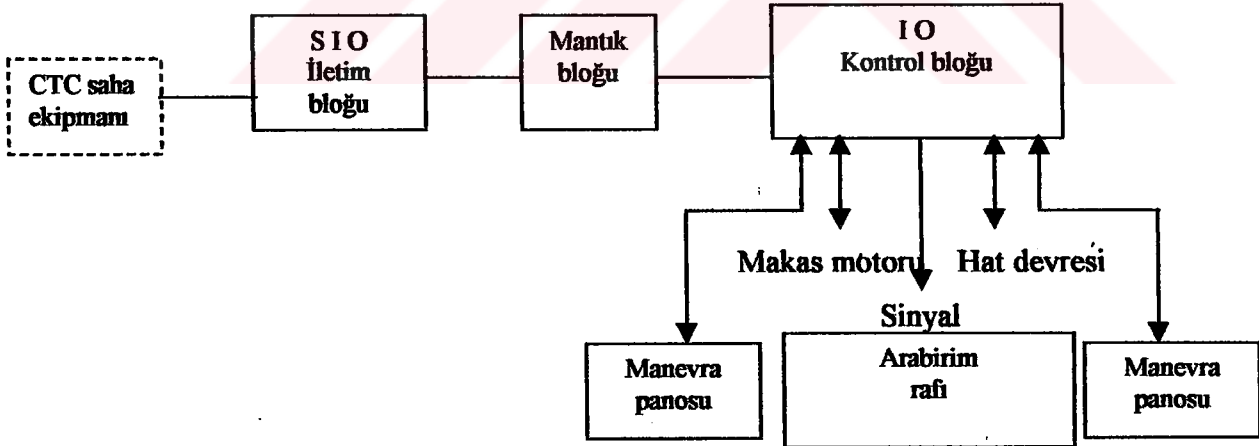
(1) Kilitleme İşlemcisi

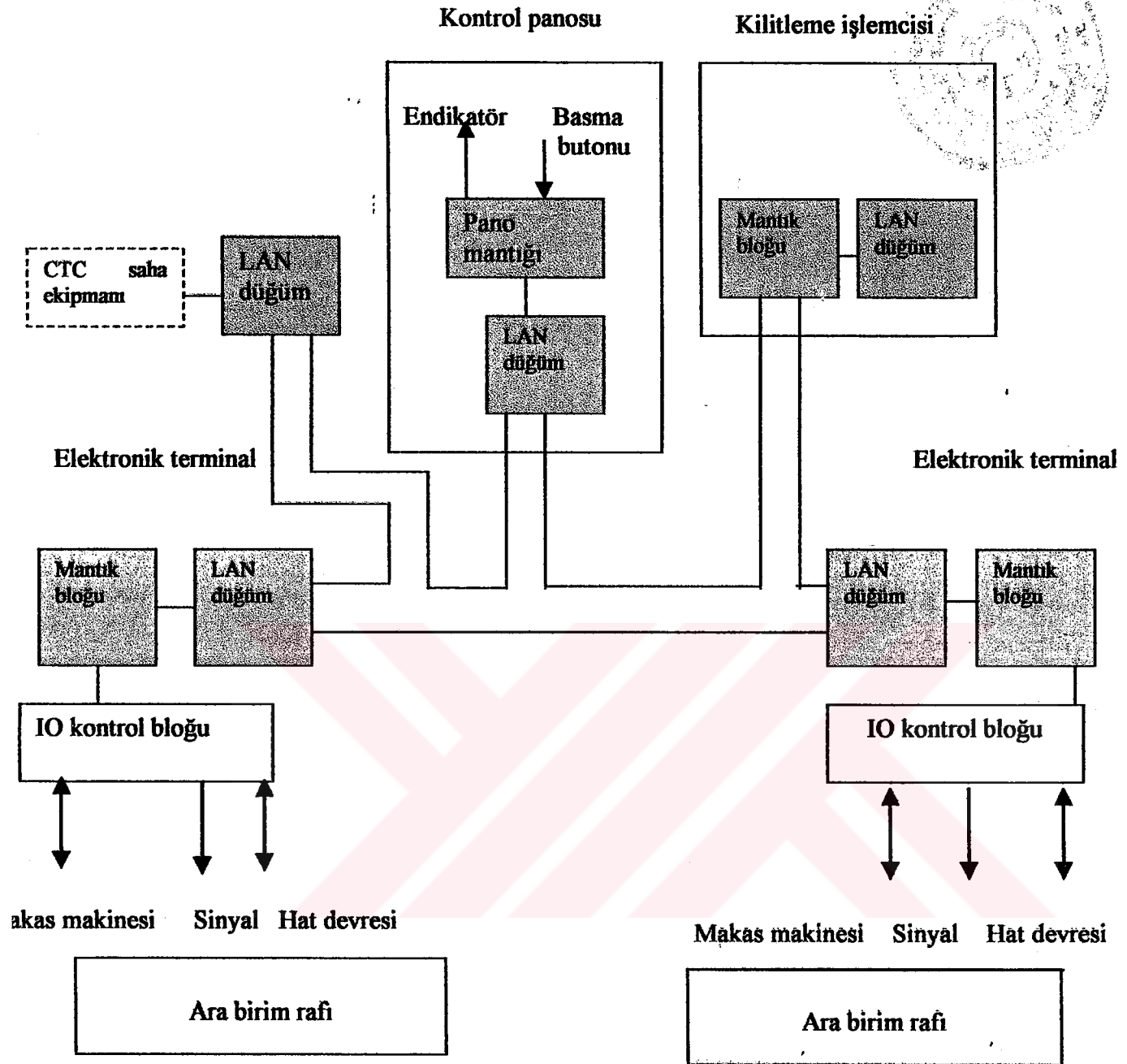
Kilitleme işlemcisi, 32-bit hızlı sistem, hataya karşı güvenilirli tasarımda, ancak yine de geliştirilmiş işlem hızına ve daha geniş hafızaya sahiptir. Fonksiyonel güvenlik gerektiren elektronik terminallerle arabirim sağlamak için özel olarak geliştirilen güvenli iletim bölümü eklenmiştir. Güvenlik gerektirmeyen diğer yan elemanlarla arabirimi sağlamak amacıyla ekipman RS-422 ve RS-232C kanallarına sahiptir.

Tablo 3.1. Kilitleme işlemcisinin özelliklerini göstermektedir.

Tablo 3.1. Kilitleme işlemcisinin özellikleri

Madde	Özellik	Notlar
Mantık bölümü	CPU	32-bit CPU MC68020
	Hız	20 MHz
	Adres hattı	32 bit
	Veri hattı	16 bit
	Hafıza	16 MB azami
	Hafıza bölüşümü	Program 512KB Veri 512KB RAM 512KB I/O 64KB İşletim sistemi 512KB
	Programlama dili	C
	İşletim sistemi	FS-M32
LAN iletim bölümü	100 Mbps	Büyük istasyon için
SIO iletim bölümü	32-bit CPU RS-232C ve RS-485, 6 kanal	

Kilitleme işlemcisi**Şekil 3.11. Küçük istasyon kilitleme ekipmanı blok diyagramı**



Şekil 3.12.. Büyük istasyon kilitleme ekipmanı blok diyagramı

(2) Elektronik Terminal

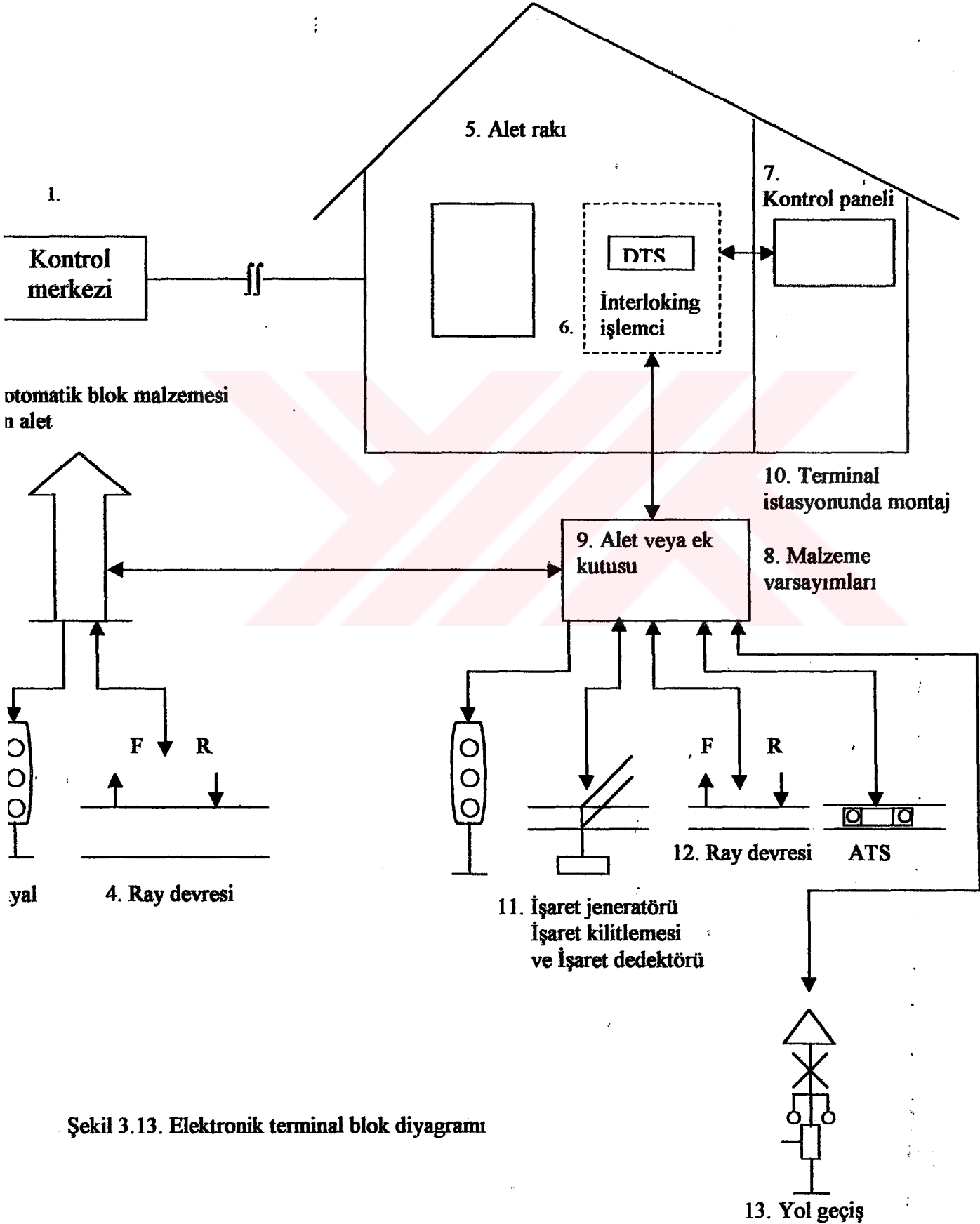
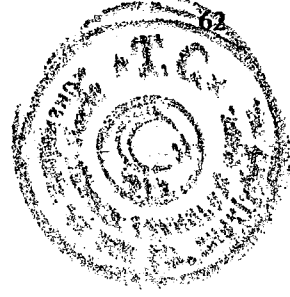
Kilitleme işlemcisinde olduğu gibi elektronik terminal mantık bölümü de 32-bit hızlı sistem, hataya karşı güvenilirli tasarımda, ancak yine de geliştirilmiş işlem hızına ve daha geniş hafızaya sahiptir. Kilitleme işlemcisi ile arabirim için, özel olarak üretilen güvenli iletim bölümü bulunmaktadır. Her birim mantık bölümü ile yüksek hızda güvenli işletim sağlayan 8-bit hat yoluyla bağlanmıştır.

Tablo 3.2. Elektronik terminalin özellikleri

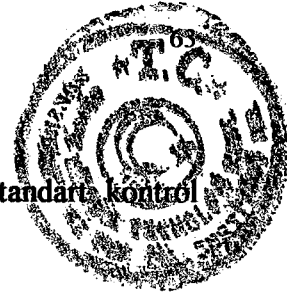
Madde	Özellik	Notlar
Mantık bölümü	CPU	32-bit CPU MC68020
	Hız	20 MHz
	Adres hattı	32 bit
	Veri hattı	16 bit
	Hafıza	16 MB maximum
	Hafıza bölüşümü	Program 512KB Veri 512KB RAM 512KB I/O 64KB İşletim sistemi 512KB
	Programlama dili	C
	İşletim sistemi	FS-M32
LAN iletim bölümü	100 Mbps	
TPOINT	Makas kontrol x 2	
TSIG	Sinyal kontrol x 8 sinyal	
TEXOTA	Genel amaçlı çıkış x 24 Nokta	
TEXOTB	Bakıcı çıkışı x 8 nokta	
TEXIN	Genel amaçlı giriş x 16 nokta	

Elektronik terminalin blok diyagramı şekil 3.13.de gösterilmiştir.

Kontrol merkezinden belirli uzaklıktaki röle evinin içinde alet rakı, DTS (Data Transmission Satellite) ve interloking(kilitleme) işlemcisi ve kontrol paneli bulunur. Alet veya ek kutusuna bağlı sinyal, işaret jeneratörü, ray devresi ATS ve yol geçiş malzemesi vardır. Ayrıca bloklardaki tren trafiğini düzenlemek için alet veya ek kutusu otomatik blok malzemesi ile haberleşme halindedir.



Şekil 3.13. Elektronik terminal blok diyagramı



(3) Kontrol Panosu

Kontrol panosu terminal istasyonlar için öngör÷lmüştür. Standart kontrol panosu mozaik taşlardan oluşur.

(4) Manevra Panosu

Manevra panosu terminal istasyonu olmayan istasyonlar için öngör÷lmüştür. Manevra panoları istasyonun her iki sonuna yerleştirilmektedir.

Elektronik Kilitleme Ekipmanı

1)İstasyon Kontrol Panosu

a)İstasyon kontrol panosu ahşap kaide üzerine monte edilir.

b)İstasyon kontrol panosu, kanal kaidesine civatalar ile kanal kaidesi ise yere civata ile bağlanır.

c)Kablounun her bir iletkeni fiş ile terminallendirilir ve kontrol panosundaki konnektöre (jak) bağlanır.

d)Kontrol panosu içerisindeki tüm bağlantı ve diğer gerekli kablaj yapılır.

2)Kilitleme Rakları

a)Elektronik kilitleme cihazları; raklar şeklinde olan kilitleme işlemcisi, elektronik terminal, arabirim rakı ve terminal rakından oluşur.

b)Rak ahşap kaide üzerine monte edilir.

c)Rak, kanal kaidesine civatalar ile kanal kaidesi ise yere civata ile bağlanır.

d)Bazı konnektörler her tür rakı birbirine bağlamak amacıyla raktaki konnektörlere bağlanır.Ekipman odalarındaki kablolar her iki sonunda bağlantı konnektörü takılır.

e)Harici ve dahili kablo bağlantıları için rakta terminal blokları bulunur. Terminal bloğu, sıkıştırma ve lehimleme terminalleri içermeyen, vidalı tip terminal bloğudur.

f)Tüm röleler ve birimler her bir bağlantı panosunda bulunmaktadır.

g)Rak içerisindeki gerekli diğer tüm kablaj ve parça montajı yapılır.

3) Ekipman Rakı

a)Ekipman rakı ahşap kaide üzerine monte edilir.

b) Ekipman rakı, kanal kaidesine civatalar ile kanal kaidesi ise yere civata ile bağlanır.

c)Ekipman rakında giriş sinyali ile yaklaşma sinyali arasındaki hat için 80 Hz hat devresi cihazları bulunur. Bu cihazlar raf üzerine konur ve bu cihazların her bir terminaline sıkıştırma terminalleri ile bağlanır.[9]



4. TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALAR

4.1. TCDD İzmir-Aliğa Sinyalizasyon Sistemlerinin Tanıtımı

Bilinen kilitleme sistemleri, bir blok sistemidir ki bu sistem vasıtasıyla, tren bir kısım içinde bu kısımdan ayrılana kadar rayın belirli kısmına girmekten korunur. Blok sistem içindeki uygulamalar hat boyu sinyalleri ile hat boyu kabinlerinden kontrol edilir. Her kabin, tren belirli kısımdan ayrılana kadar ki kısmı kontrol eder. Elektronik kilitleme, kısım halen tren ile meşgul edilirse “hat temizliği” gösterimlerinin verilmesinin imkansızlığını sağlayarak bu durumu önler.

Bugünkü sinyalizasyonun çoğunun temel kaidesi otomatik blok sistemidir. Bu sistem, trenin tekerlekleri ve dingilleri ile kısa devreli ray devrelerini kullanır. Ayrıca bu sistemde kilitleme anahtarları ve sinyalleri de vardır. Geçişlerde ve irtibat noktalarında kilitleme, sinyalcı trene temizleme verdiği zaman, o yola başka bir trenin girmesini önler. Yol kurulması veya yol kilitlemesi bu ilkenin modern olarak uygulamasıdır. Kabin içindeki görevli, karmaşık ray alanları içinden kontrol panosunda butonlara basitçe basma ile bütün yolu düzenleyebilir. Bu sistem bir işaretten kontrol edilen ve otomatik blok sinyallerle düzenlenmiş geniş alana izin verir.

Yol kilitleme ilkesinin lojik gelişimi, tamamen merkezi kontrol ofisinden kontrol edilen trenlerin içinde merkezi trafik kontrol sistemidir.

Kilitleme sistemi gibi WESTRACE (Westinghouse Train Radio And Advance Control Equipment-Westinghouse Tren Radyo Ve İleri Kontrol Malzemesi) elektronik kilitleme malzemesi mikro işlemci teknolojide modüler tipin arıza güvenli sistemini kullanır. Ana modüldeki mikro işlemci tek programı yürütür ki değişiklik ilkelerinde güvenlik temin edilsin ve kontrol kilitlemeye uygun olsun. Bu program doğru uygulamaların yönetimini yüklenir ve her kilitleme için özel

uygulamaları yürütür. Kilitleme uygulaması dağılmıştır ve kilitleme dizaynı halen bütün dünya üzerinde birçok demiryolu yönetiminde test edilmektedir.

WESTRACE elektronik kilitleme malzemesi yol gibi kurulumda olabilen değişik güvenlik modüllerini kullanan fonksiyonel blokların serisini içerir ki farklı demiryolu uygulamalarında bu malzeme kullanılabilir. Bu yüzden her belirli uygulama gerekli elektronik modüllerin sayısı ile aşağıda tanımlandığı gibi çerçeve içinde muhafaza edilmiş görünümündedir.

Önerilmiş WESTRACE elektronik kilitleme fazının dizaynı boyunca bellek içinde korumanın biri, yedeklikten ziyade değişikliğin ilke güvenilirliği ile işletim güvenliğinin yeni metodlarının tanımıdır ve sinyalizasyon sistemlerini gerektirir. Basit arıza güvenlik metodlarını uygulayan alanlar, açıkça gözle görülebilen ve sistem boyunca farklı yollara sahiptir. Her yol bağımsız sigorta sağlar ki güvenlik gereksinimleri temin edilsin Monitörleme düzenlemesi her işlemci uygulamasına küçük bir işlemci ile kontrol edilen işlemcinin eklenmesi ile uygulanır. Doğru hal kontrolü olarak bilinen bu görünüm her işlemcinin diğer küçük bir işlemciyle kontrolünü amaçlar.

WESTRACE elektronik kilitleme dizayn özellikleri cevap hataları ile çıkış veya giriş hatası içinde, belirli ilgili fonksiyon çok sınırlı hale izole edilmiş ve kurulmuştur. Eğer hata, uygulamalarda güvensizlik meydana getirirse sonra sistem kendiliğinden kapanır.

WESTRACE elektronik kilitlemenin diğer dizayn özelliği işletilebilen yol içindedir. İhtiyaç duyulduğunda push butonlarla ve gösterici lambalarla klasik kontrol panosu ile dizayn yürütülebilir. Bu klasik kilitleme, operatörler için özel eğitim gerektirmez. Bu nedenle, WESTRACE operatör için şeffaf bir uygulama sağlar.

WESTRACE elektronik kilitleme aşağıdaki her demir yolu uygulamasına uygun görünüm de olabilir: Ana hat uygulamaları, uzun demir yollarını içine alma, hemzemin geçiş kontrolü, ATS, CTC uygulamaları vb. metro uygulamaları, yüksek yoğunluklu banliyö servislerini içine alma, otomatik tren koruma (ATP) otomatik

tren operasyonu (ATO) ve ışıklı ray uygulamaları yüksek hızlı hatları ve karışan trafiği düzenleme ve istasyon içi uygulamalar

İşlemci temelli WESTRACE elektronik kilitlemenin çok ekonomikliğinin ve avantajlarının röleli kilitleme ile karşılaştırılması aşağıdaki gibi özetlenir:

- Donanım masrafı azaltılmıştır.
- Fiziksel boyut oldukça azaltılmıştır.
- Hat boyu kabloları azaltılmıştır.
- Mühendislik masrafları azaltılmıştır, detaylı dizayn çalışmasına gerek kalmamıştır, sadece özel bilgilerin uygulanması gerekir.
- Montaj çalışması sabitleştirilmiş ve azaltılmıştır.
- Test etme basitleştirilmiştir ve test çalışmasının önemli kısmı malzemenin yerinden sonlandırılmasından önce simülatör tesisatlarının kullanımını sağlamıştır.
- Bakım kolaydır, masrafı azdır ve uyumlu personel bilgisayarının kullanımı ile bakım uzaktan yapılabilir.
- Plan değişikliklerini uygunlaştırmak için şema değişiklikleri yapmak daha hızlı ve kolaydır.
- Ayrık sistem bileşenlerinin (röleler, terminaller, sigortalar, vs.) sayısını azaltma güvenilirliği artırır.
- Montaj ve projedeki test aktiviteleri daha hızlı yürütülebilir.
- WESTRACE elektronik kilitlemede elde edilen diğer avantajlar düzen genişletmesindeki çok yönlülüğü ve var olan WESTRACE elektronik kilitleme içinde yeni fonksiyonların uygulanabilir olmasıdır.
- Operasyon uyumluluğu, sürücünün bakış açısından önceki sinyalizasyon şema düzenlemelerinin operasyon yolu bakımını sağlar.
- Teknik uyumluluk hat boyu sinyalizasyon malzemesinin çok tipleri ile ara yüzeye izin verir, merkezi trafik kontrol sistemi (CTC) ve otomatik yol kurma sistemi (ARS) tren tanıtım sistemi ve elektronik kilitleme (SSI) sağlar.

- Var olan kilitleme yerine başka kilitlemenin kullanılabilme imkanı, hat boyu sinyalizasyon malzemesinin ve mevcut kabloların bir kısmının bakımını sağlar.

Hayati işlemci sistemleri kullanılması avantajlarının göz önüne alınması, WESTRACE elektronik kilitlemede öteki yararları tanımlar:

- İşletim güvenliği için yedekleme tekniklerinden ziyade değişikliğe uyum ile, donanım masraflarının az olmasıdır.
- Sistem içinde modüler yaklaşma sonuçları, demiryolu sinyalizasyonu ve tren kontrolü uygulamaları içindir.
- Bilgi hazırlama ve simülasyonu, uyumlu personel bilgisayarı kullanmayı, görüntüleme sistemi olarak bilinen program gibi gerçekleştirir. Bu sistemin uygulaması basittir.

4.2. Kilitleme Tahsisatları

Basmane – Menemen - Aliğa bölümü ve Alsancak-Cumaovası bölümündeki sinyalizasyon sistemi için Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları (TCDD) üç tip WESTRACE elektronik kilitleme sağlayacaktır. Terminal istasyonlarında ana kilitleme, sayding istasyonlarında ikinci kilitleme ve yardımcı kilitleme. Sayding istasyon trenlerin yolcu almadığı sadece tren manevra işlemlerinin yürütüldüğü istasyondur.

Ana kilitlemeler, izin verilen manevra uygulamalarıyla birleştirilmiş istasyon kontrol panosuna sahip olacaktır. İkincil kilitlemeler bağlantılı nokta alanlarında izin verilen uygulamalara ve istasyonun her iki sonunda iki panoya sahip olacaktır.

Bütün kilitlemeler bağımsızca çalışırlar, bu kilitlemeler dörtlü kablolar vasıtasıyla kurulan birleştirilmiş kilitleme ile hayati bilgileri değiştirecektir.

4.3. İstenilen Sinyal Sisteminin Genel Tanıtımı

İZMİR Alsancak-Cumaovası ve Basmane-Menemen- Aliğa Demiryolu sinyalizasyon ve telekomikasyon çalışmaları aşağıdaki bölümlerden oluşur:

- Sinyal evi
- Sinyalizasyon
- Makas motoru
- Hat devresi
- Elektronik kilitleme blok cihazları
- Tren konum belirleme ekipmanı
- ATS sistemi (hatboyu)
- Hemzemin geçit koruma ekipmanı
- C.T.C sistemi
- Enerji dağıtımı
- Telekomünikasyon ve transmisyon sistemi
- Kablolar
- Kablo bağlantı ekipmanı
- Araç üzeri ATS ekipmanı
- Kablo kanalları

İstenilen Sinyal Sistemi Basmane-Menemen-Aliğa ve Alsancak-Cumaovası kesimlerinde komple kumanda merkezi tertiplerini, bilgi iletim sistemini, sinyalizasyon haberleşme sistemlerini, buluşma istasyonlarında her iki makas başında yerel manevra panolarını, terminal ve uç terminal istasyonlarında yerel istasyon manevra panolarını ve uygun ray devreleri ile kontrol edilen otomatik ve kumandalı ışıklı sinyallerin de bulunduğu yol SSI kilitlemeli yol boyu sinyal sistemini, karayolu hemzemin geçitleri korunmasını, ATS sistemi ile teçhizini, sinyal yol planlarını kapsar.

Her iki kesimde de sinyal ve telekomünikasyon sistemleri 25KV / 50Hz elektrifikasyon uygulaması olan ve yer altı kablosu iletim ortamında güvenli çalışacak şekildedir.

C.T.C sinyal sisteminin uygulandığı Basmane-Menemen-Aliğa ve Alsancak-Cumaovası kesimlerinde manevra hizmetlerinin yerel olarak yapılabilmesi için Basmane Halkapınar, Triyaj Gar, Aliğa ve Alsancak, Menemen ve Cumaovası terminal istasyonlarında “istasyon panosu” tesis edilecek, diğer istasyonlarda ise sadece istasyon her iki ucunda birer “manevra panosu” bulunacaktır.

Merkezi trafik kontrolü sinyal sistemi, dispeçerin kişisel hatalarını önleyecek, uygun sinyal bildirilerine göre emniyetli bir şekilde demiryolu trafiği sağlayacaktır.

Elektronik Kilitleme Ekipmanının verimli çalışabilmesi için aşağıdaki özellikler sağlanmalıdır:

- Kilitlemede kullanılan mikro işlemcilerin hatalı çalışmalarının önlenmesi için aynı işi yapan ve birbirini kontrol eden yazılım paket programları kullanılmalıdır.
- Yazılım çalışmasının her adımı, yapılan yazılım paketince kontrol edilmelidir.
- Yazılım, kumanda ve bilgilerin her adımda doğru olarak ve zamanında gerçekleşip gerçekleşmediğini kontrol edecektir.
- Sistem en az 60 uydu istasyonu kaydedebilmelidir. Kayıt için yapılacak işlemler, basit istasyondan karmaşık istasyona doğru olacaktır.
- Sistem, yüksek hızlı işlem yapabilme özelliğine sahip olacaktır. İşlem hızı basit istasyondan karmaşık istasyona doğru olacaktır.

C.T.C. kumanda merkezi, merkezi trafik kontrol sisteminin uygulandığı Basmane-Menemen-Aliğa ve Alsancak-Cumaovası kesimlerine kumanda edecek ve kumanda izleme bildirilerinin alınmasına, değerlendirilmesine ve sunulmasına ilişkin bütün tertipleri kapsayacaktır.

Kumanda masası izleme panosu standart boyutlarda değiştirilebilen mozaik taşlardan oluşur. Kumanda edilen bölgenin küçük ölçekli yol diyagramı vardır. Yol diyagramı üzerinde bütün sinyaller, makaslar, yol ve yol makas kesimleri ile basit istasyonlarda giriş sinyalleri arasındaki hemzemin geçit korumaları, terminal istasyonlarında KBS(kontrol blok sinyali)’ler arasındaki hemzemin geçit korumaları gerekli sembol ve sembol izlenimleri ile coğrafi olarak belirlenecektir. Yol diyagramı

üzerindeki bu bilgiler uygun bir şekilde bilgisayar monitörü üzerinde gösterilecektir. Pano büyük bir görüş açısı ile yapay ve doğal ışıktan en az yansıtacak şekilde yerleştirilecektir. İzleme ışıklarının aydınlık seviyesi, rahat çalışmayı temin için dispeçer tarafından ayarlanabilir olacaktır. Pano üzerinde güç sistemi ile ilgili bilgilerde verilecektir. Pano mozaik ve renkli olacaktır. Hatlar, yazı karakteri ve kısaltılmış Türkçe tanımlar TCDD tarafından belirlenecektir.

Kilitleme devreleri hayati olup SSI olacaktır. Ancak zorunlu hallerde röle kullanılması da mümkündür. Röleler tamamıyla fiş irtibatlı tip olacak ve bunlar yerlerine sıkıca ve kilit mekanizmasıyla geçecektir.

Ray devreleri ray kesiminin meşgul olup olmadığını sürekli olarak gösterecek ve kilitleme hayati devrelerinin temel unsuru olacaktır. Ray devresi tam kesitli ray kırılması ile ray sökülmesini de tahkik edecektir.

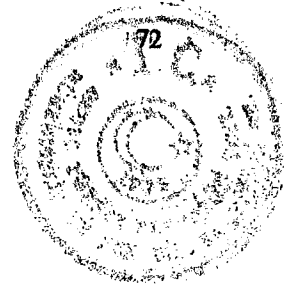
A.T.S. sistemi sinyalizasyon sisteminin bir tamamlayıcısı olacaktır. Bütün sinyallenmiş yollar ile bu yollara komşu sinyallenmemiş ilk barınma yolları da bu sistemle korunacaktır. Sistem, trenin kırmızı sinyali geçmeksizin treni durduracak kabiliyette olacaktır.

Merkezi anons sistemi ile Alsancak- Cumaovası kesimindeki istasyonların tren trafiği hakkında bilgi alması sağlanacaktır. Bakıcı telefon sistemi, sistem bakım hizmetlerinin sürdürülebilmesi için CTC dispeçerlerinin teknik personel ile haberleşmesini sağlar.

Dispeçer telefon sistemi trafik hizmetlerinin aksamadan sürdürülebilmesi için CTC dispeçerlerinin kendi bölgeleri dahilindeki istasyonlar ve hat boyu personeli ile haberleşmeyi sağlayacaktır.

Kumanda ve izleme sistemi güvenilir, esnek ve genişletilebilir olarak ancak elektriksel gürültülerden etkilenmeyecektir.

Bütün hatlar çift yönlü sinyallenecektir. Sinyal sistemi, yer altı kabloları üzerinden çalışacaktır.[10]

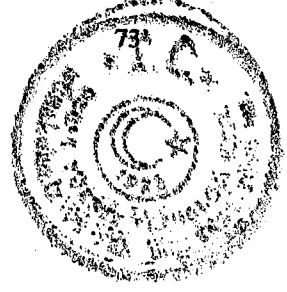


5. SONUÇ

Bu çalışmada demiryolu işletmeciliğinde trafiğin akıcı bir şekilde düzenlenmesi için gereken sinyalizasyon sistemlerinin önemi anlaşılmıştır. İleri bir sinyalizasyon tekniği olan elektronik kilitlemenin genel özellikleri anlatılmıştır. Bu sistemde teknolojinin yeniliği ve mümkün tekniklerin uygulanabilirliği anlaşılmıştır. Ayrıca bu sistemin güvenli tren trafiğini sağladığı görülmüştür. Yalnız bu sistemin Türkiye'deki demiryollarına uygulanmasında ilk etapta bazı sorunlar gündeme gelecektir:

- Elektronik kilitleme konusunda teknik bilginin az kişi tarafından bilinmesi yüzünden arıza esnasında bakım kolaylığının ilk etapta çok kolay olmayacağı yani mevcut personelin zorlanması
- Elektronik malzemelerin rölelere göre daha pahalı olmasından dolayı sistemin bakım maliyetinin yüksek olması (Fakat yarı iletken teknolojideki gelişimler sonucu bu maliyet ileriki yıllarda düşecektir.)
- Bu sistemin personel tasarrufu sağlaması nedeniyle Türkiye'deki personel istihdam politikasına uygun düşmemesi

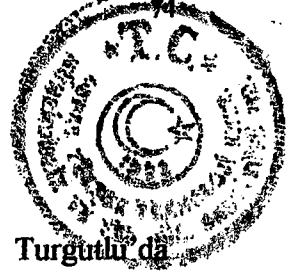
Bununla beraber elektronik kilitlemeli sinyalizasyon sistemlerine geçiş sürat asrı olan bu asırda büyük bir önem taşımaktadır. İnsanların bırakın saat dakikalar hatta saniyeler kaybına tahammülü yoktur. Süratli emniyetli ve güvenli ulaşım için şu an kullanılan sinyalizasyon sistemleri elektronik kilitlemeli sistemlere göre daha geridir. Bu nedenledir ki TCDD, İzmir banliyö hattı sinyalizasyon projesini elektronik kilitlemeli dizayn etmektedir. Ayrıca bu çalışmada uluslar arası arenada kendisini kabul ettirmiş japon sisteminin diğer ülke sistemlerine göre daha kullanışlı ve pratik olduğu görülmüştür.



KAYNAKLAR

1. Demirbilek, A., Sinyalizasyonun Raylı Sisteme Tatbikatı Ve Faydaları, Kardelen Dergisi Mart 1997 Sayfa:23
2. 'Ebilock Anlaşman Sistemi Teknik Tanımlaması' ABB Daimlar-Benz Transportation Signal AB, 1998
3. Turek, Klaus., (Adtranz) 24 12 1997 Uluslar arası Demiryolları Kongresi, Notları İstanbul
4. 'Wayside Equipment', Algemene Sein Industrie B.V. Sasib Railway
5. 'VitalProcessor Interlocking Control System Application', General Railway Signal Corporation, 11/94, printed in USA
6. 'Demiryollarının Modernizasyonu' Demiryol-İş 1997
7. 'Railway Control Systems' Publisher: A and C Black, London, Chapter 3 ISBN: 0-1736-3420-0
8. Cribbens, A.H. and Waterman, R.C., 'Long Distance Data Transmission of Safety Information for the Solid State Interlocking', British Rail Research UK
9. Marubeni Corporation Tokyo, Japan. 'Electronic Interlocking Equipment' tercümesi
10. 'TCDD İzmir-Aliğa Project Signalling and Telecommunication System', Chapter 4 page 1-9 Dimetronic Signals

ÖZGEÇMİŞ



1974 yılında Manisa Turgutlu'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Turgutlu'da tamamladı. 1990 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. 1995 yılında bu üniversiteden iyi derece ile mezun oldu. 1997 Mayıs ayından itibaren TCDD Yunus Sinyalizasyon Grup Müdürlüğü'nde elektronik mühendisi olarak görev yapmaktadır.

