

67770



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANİSYON MERKEZİ

RAYLI ULAŞIMDA SİNYALİZASYON SİSTEMLERİ VE RAY DEVRELERİNİN MODELLENMESİ

Elek. Müh. Ahmet DEMİRBİLEK

F.B.E Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı :Prof. Dr. Halit PASTACI

İSTANBUL, 1997

TEŐEKKÜR

Bu çalışmayı hazırlarken beni yönlendiren ve çalıőmalarıma destek veren tez danışmanı değerli Hocam Prof. Dr. Halit PASTACI'ya, çalıőmalarımda bana yardımcı olan Arő. Gör. Muhammet DEMİRBILEK'e ve TCDD yetkililerine teőekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

KONU	SAYFA NO
ÖZET.....	VI
ABSTRACT.....	VII
BÖLÜM 1 SİNYALİZASYONUN TARİHÇESİ VE TARİHİ GELİŞİMİ...	
1.0 Giriş.....	1
1.1 Elle Çalıştırılan Blok Sistemi	3
1.2 Kontrollü Elle Çalıştırılan Blok Sistemi.....	4
1.3 Yarı Otomatik Blok Sistemi.....	4
1.4 Otomatik Blok Sistemi.....	4
1.5 Mekanik Blok Sistemi.....	4
BÖLÜM 2. SİNYALİZASYONUN RAYLI SİSTEME TATBİKATI	
VE FAYDALARI.....	8
2.0 Giriş.....	8
2.1 Merkezden Kontrolün Faydaları.....	9
2.2 Sinyaller.....	9
2.3 Sinyallerin Çeşitleri.....	10
2.4 Sinyallerin Anlamları.....	12
2.5 Sinyallerin Yerleştirilmesi ve Görünebilme Kuralları.....	15
BÖLÜM 3 SİNYALİZASYON SAHA ÜNİTELERİ.....	18
3.1 Makaslar.....	18

3.1.1 Makasın Çalıştırılabilmesi İçin Gerekli Şartlar.....	19
3.2 Hemzemin Geçit Korumaları.....	20
3.3 Otomatik Tren Durdurma (ATS) Sistemleri.....	21.
3.3.1 Sistemin Bölümleri.....	21
3.3.1.1 ATS Hat Boyu Teçhizatı.....	21
3.3.1.2 Tren Kabin Teçhizatı.....	23
3.3.1.3 Çalışması.....	23
3.3.1.4 İkaz ve Frenleme.....	24
3.3.1.5 Hız Kontrolü.....	24
3.3.2 Sınıflandırma.....	25
3.3.2.1 Kabin Teçhizatı.....	25
3.3.2.2 Hatboyu Ekipmanı.....	25
3.3.3 Frene Geçen Bir trenin Durma Zamanı ve Mesafesi.....	26
BÖLÜM 4 RAY DEVRELERİ.....	27
4.1 Giriş	27
4.1.1 İzole Conta Kaçağı Bulmak ve Bir Test.....	30
4.1.2 Doğru Akım Ray Devrelerinin Şöntlenmesi.....	31
4.2 Ray Direnci ve Balast Direncinin Bulunmasıyla İlgili Uygulama..	34
4.3 Bir Ray Devresinin Şöntlenmesine Etki Eden Faktörler.....	38
4.4 Kırık Raya Karşı Koruma	40
4.5 Alternatif Akım Ray Devreleri.....	48
4.6 Elektrifiye Olmayan Bölgelerde Ray Devreleri.....	49

4.6.1 Elektrifiye Edilmiş DC Ray Devreleri.....	53
4.6.2 AC Ray Devreleri.....	54
4.7 80 Hz Ray Kodlu Devresi.....	60
4.7.1 Nitelikler.....	60
4.7.1.2 Yerleştirme İçin Önlemler.....	60
4.7.1.3 Frekans Yerleşimi.....	61
4.7.1.4 Ayar ve Bakım.....	61
4.7.1.5 Sistem Uygulama Şartları.....	62
4.7.2 Ray Devrelerinin Tertibi.....	62
4.7.2.1 Verici ve Alıcının Özellikleri.....	64
4.7.2.2 Vericinin Çalışma Prensibi.....	65
4.7.2.3 Alıcının Çalışma Durumu.....	65
4.7.3 Ray Devresi.....	66
BÖLÜM 5 MERKEZDEN İDARE (SCADA) SİSTEMLERİ.....	69
5.1.1 Sistemi Oluşturan Merkez ve Saha teçhizatı.....	69
5.1.2 Merkez Kontrol Panelinde Blok Mesafesi ile İlerleyen Trenlerin Mevcudiyetinin Görülmesi.....	70.
5.1.3 Merkez Bilgi İletim Ünitesi (CDTU).....	71
5.1.4 Teknik Özellikler.....	71
5.1.5 Kontrol Kodunun İzlenmesi.....	72
5.1.6 İstasyon Kodunun İzlenmesi.....	73
5.2 İstasyon Vericisi.....	73

5.3 Tren Tanıtma Numarası İşletme Ünitesi (TINPU).....	74
5.4 Besleme (Güç Kaynağı).....	76
SONUÇLAR.....	78
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	



ÖZET

Ülkemizde raylı ulaşım hep ihmal edilmiştir ,halen kullanılan mevcut sistemler dünyada terk edilen sistemlerdir. Buna rağmen ülkemizde bu konuda yapılan çalışmalar yetersizdir.Yapılan bu çalışmada yukarda belirtilen eksiklikler bir nebze olsun giderilmek amaçlanmıştır. Raylı ulaşımında sinyalizasyon sistemleri anlatılırken önce sinyalizasyonun tarihi gelişimi anlatılmıştır, raylı sisteme tatbikatı ve faydaları , sinyallerin şekilleri ve anlamları şekillerle gösterilmiştir, sistem saha ve merkez üniteleri olmak üzere iki kısma ayrılıp sahada makaslar ,hemzemin geçitler,ATS sistemleri , merkezde ise kumanda sistemi , trengraf ,istasyon seçme , tren tanıma sistemleri, bilgi iletimi anlatılmıştır. Ayrıca sistemin kalbi olan ray devreleri detaylı incelenmiş elektriki olarak modellenmiştir. Ray ve balast direnci hesaplamaları uygulamalı olarak yapılmıştır. Çalışmanın son kısmında genel olarak merkezden kontrol (SCADA) sistemleri anlatılmıştır.

ABSTRACT

In our country , The Railway Transportation is always scarified ; Today our existing systems are also not used in all over the World . In spite of these conditions , the studies and the investigations on this subject are omitted . In this study the lack of interest is aimed to solve partly. Before the signalization ways and meanings are showed in figures. System is divided into two parts : in area , railway points, level crossing, ATS systems; in central area, command system, trengraf , selection of train, train recognition, information transmission. In addition the most important component - the railway circuits- are studied in detail and modelled in electrical. As an application, the railway and ballast resistance is calculated. Finally, SCADA systems are in general evaluated.

BÖLÜM 1

SİNYALİZASYONUN TARİHÇESİ VE TARİHİ GELİŞİMİ

1.0. GİRİŞ

Raylı ulaşımın ilk başladığı 1814'lü yıllarda bütün çalışma ve faaliyetler daha ziyade yeni demiryolu güzergahları lokomotif ve vagon imalatı üzerine yöneltmiştir. Demiryolu trafiğinin kumandası önceleri el kol işaretleri ile yapılmakta idi, fakat günden güne artan hat kapasitesi ve trafik yoğunluğu karşısında bu ilkel işletme sisteminin yetersizliği anlaşılmış, daha düzenli çalışma sağlanabilmesi için yoğun araştırmalara başlanmıştır.

İngiltere ,buharlı lokomotiflerdeki önderliğinden dolayı seri nakliyat ve emniyet bakımından anlaşılan ve blok sinyallerine ihtiyacı ilk olarak idrak eden ve tatbik eden ülke olmuştur. Amerika buharlı lokomotif işletmesine henüz başlarken İngiltere gerek lokomotif ve vagon imalatında hayli ilerlemiş bulunuyordu. Amerika'da döşenen hatlar çok kısa mesafeli olup, günde bir veya iki sefer yapan tek bir lokomotif kullanılıyordu 20-25 km.'lik sürat dahi tehlikeli görülmekteydi. Lokomotiften önce hareket eden atlı bir suvari elinde salladığı bir flama ile trenin gelişini yerleşim bölgelerindeki halka bildirmekteydi.

Zamanla döşenen tek hatlı demiryolu üzerinde birden fazla lokomotif işletilmesi ihtiyaç halini almış ve birbirlerinden birkaç kilometre mesafede içtinap hatları (buluşma ve öne geçmeyi temin eden hatlar) inşa edilmiştir. Emniyeti sağlamak için iki içtinap hattının tam ortasına bir uzun direk dikilerek bu noktaya ilk gelen lokomotive ilerleme hakkı tanınmıştı. Diğer lokomotif ise gerideki içtinap hattına kadar geri gitmek zorundaydı. Böyle bir külfet ile karşılaşmamak için direk noktalarına yarışmalar başlamış, yarışmalar zaman , zaman tehlikeli durumlar oluşturmakta ve iki trende bulunan görevliler , yolcular

arsında şiddetli münakaşalara neden olmuştur. Tren tarifeleri verilmekle beraber birçok sebeplerden varış ve kalkışlarda devamlı olarak gecikmeler oluyordu .

Yukarda izah edilmeye çalışılan ilkel dahi denilemeyecek bu usul zamanla kaldırılmış , tren dizileri teşkil edilerek geçiş özellikleri ve tren emirleri tatbik edilmeye başlanmıştır.

El ve kol işaretleri ile başlayan sinyal sahasındaki gelişme ancak mekanik cihazların ve blok sinyal sistemlerinin yavaş yavaş geliştirilmesinden sonra hızlanmıştır. Bir trenin hareketini diğerine bildirmek için önceleri siyah beyaz flamalar kullanıldı. Flamaların uzaktan seçilmeleri çok zaman imkansızdı. Bunun üzerine 3'er mil (4944 m.) ara ile dikilmiş 10 m. yükseklikteki direkler üzerine beyaz ve siyah renkli bezlerle kaplanmış top şeklinde sepet asma usulüne başlandı.

Tren bir istasyonu terk ettiği zamanda beyaz top direk üzerine ve istasyonlarda yolcu veya eşya tahmili içinde beyaz top yarı yüksekliğe kadar çekilmekteydi. topun direğin aşağısına indirilmesi ise trene dur ve anlamına gelirdi. Direk üzerine siyah renkli topun çekilmesi bir trenin geçtiğini veya arıza nedeniyle yolda kaldığını bildiren bir işaretti. İstasyonlar arası iletişim olmadığından topların durumları dürbünlerle gözetlenirdi.

1840 senesinde renkli topların yerine üzerinde tehlike işareti yazılı 1.25 m. çapında yuvarlak kırmızı renkli bir disk kullanılmaya başlandı , bir direk üzerinde dönebilen bu disk eğer demiryoluna paralel ve beyaz ışık asılı ise geç, eğer demiryoluna dik ve kırmızı ışık asılı ise dur ve bekle manasını ifade ederdi.

Katar hareketlerinin hız, emniyet ve ekonomi bakımından kontrolü için ilk olarak "Zaman Aralığı " metodu tatbik edildi. Buna göre katarlar arası muayyen müddetlerle tesbit edilmiş ve bütün trenlere karşılaşma noktalarına çeşitli aralarda varmaları için talimat verilmişti. Fakat bu sistemlede hareket anında bulunan bir katarın önünde aynı

istikamette ilerleyen veya aksi istikametten gelen diğer bir kataradan haberi yoktu. Bunu önlemek için hattın muhtelif yerlerine flamacılar konulmaktaydı. Hat kapasitesi devamlı arttığı için zamanla zaman aralık metodundan da vazgeçilerek “Mesafe Aralık” metoduna geçilmiştir. Mesafe aralık metodu demiryolu hattını birçok kısımlara yani bloklara bölmüş ve her blok başına bir işaret konulmuştur. Bu işaretler vasıtasıyla katar makinistlerine girmekte oldukları bloğun işgal edilmiş olup olmadığı bildiriliyordu. Mesafe aralık metodunun tatbiki birçok sabit hat sinyallerinin keşfine yol açmıştır.

1839’da İngiltere blok sisteminin esaslı bir şekilde tatbikatına manyetik iğne göstergesini (telgraf) kullanmakla başlamıştır. Bu ilkel cihazda yalnız hat-serbest, hat-meşgul kodları gönderilebiliyordu. 1851 yılında İngiltere’ de sinyalleri, zil sesleri ile verme metodu tatbik edildi. 1854 yılında İngiltere zil ve telgrafi birlikte kullanma metodunu seçti. 1875 yılında Mr. W. R. Sykes elektrikle müteharrik makas kilitleme tertibini keşfi, bu keşif katarların istasyonlar arasında daha emin seyrini sağlamış oldu. Bu tertiple sinyal operatörleri blok sinyallerine istasyonlardan elektriki olarak kumanda edebiliyordu. Şöyleki; bir evvelki istasyondaki sinyal operatörü bir sonraki istasyondan müsaade istiyor ve memur devreye yol verdikten sonradır ki, müsadeyi isteyen memur kendi istasyonundaki sinyal devresini çalıştırabiliyordu.

Katarlar arasını belirli miktarlarda mesafelendirmek gayesi ile tatbik edilen blok sinyalciliği 1897 yılına kadar gösterdiği gelişmeler neticesinde beş ana sınıfa ayrılmıştır.

1.1. Elle Çalıştırılan Blok Sistemi

Bu sistemde blok sinyalleri istasyonlarda bulunan sinyal operatörleri tarafından elle çalıştırılır.

1.2. Kontrollü Elle Çalıştırılan Blok Sistemi

Bu sistemde bir ileriki istasyonun sinyal operatörü tarafından bir gerideki istasyonun sinyalinin kontrol edildiği fakat bir gerideki istasyonun blok sinyallerinin giriş hatlarındaki sinyal operatörleri tarafından elle çalıştırılan bir sinyal sistemidir.

1.3. Yarı Otomatik Blok Sistemi

Sinyallerin çalışması Sykes sisteminde olduğu gibi çalışır. Fakat ek olarak tehlike işaretinin trenler tarafından otomatik olarak çalıştırıldığı sistemdir.

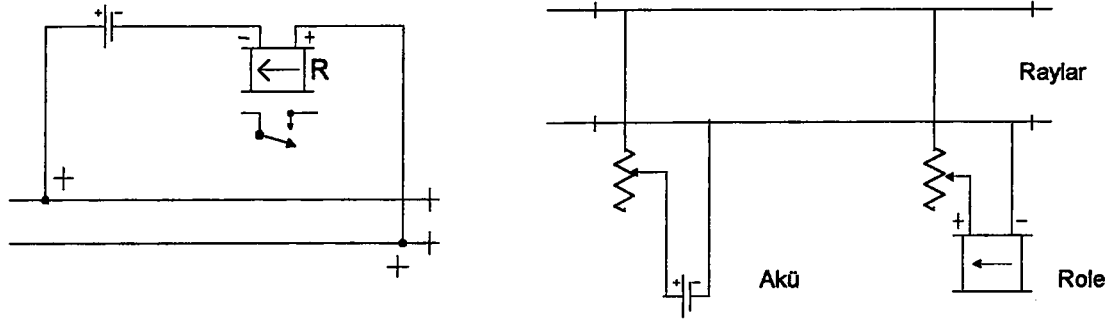
1.4. Otomatik Blok Sistemi

Blok sinyallerinin elektrikle veya tazyikli hava ile tamamen otomatik çalıştırıldığı ve sinyal operatörlerinin bulunmadığı sistemdir.

1.5. Mekanik Blok Sistemi

Tek hat kumandalı blok sistemi olup sinyallere ilave olarak muhtelif parçaların mekaniki olarak kilitlendiği ve elektriki olarak ayrıldığı mekanizmaları içerir.

1897 yılında blok sistemlerinin katı-blok, mesafeli-blok olarak ayrıldığını görüyoruz katı blokta, blok meşgul iken ikinci bir katar bu bloğa kesinlikle giremiyordu. Musadeli blokta ise blokta bulunan katar ikinci bloğa geçmeden gerisindeki katar bu bloğa girebilmekteydi. 1870 yılına kadar kullanılan demiryolu sinyal sistemleri basit tertiplerden olup çok daha insan gücünden yararlanılıyordu. 1872 yılında Dr. William Robinson'un sinyalleri çalıştıran elektrik akımı için demiryolundan istifade edilmesi konusundaki çalışmaları neticesinde evvela açık sonra ise kapalı hat devrelerinin tatbikini sağlamıştır.



Şekil 1.1. Bir sinyal sisteminin temel elemanları

Bu tür gelişmelerin devamı birçok makasların ve sinyallerin bir kişi tarafından kumandasına, İngiltere’de 1843 yılında Amerika’da ise 1869 yılında başlanmasını sağlamıştır. 1930 yılına kadar sırası ile 6-adet anlaşıman geliştirilmiştir.

- 1- Mekanik anlaşıman
- 2-Elektro-mekanik anlaşıman
- 3-Elektrik ile müteharrrik anlaşıman
- 4-Otomatik anlaşıman
- 5-Roleli anlaşıman
- 6-NX (giriş-çıkış) anlaşıman

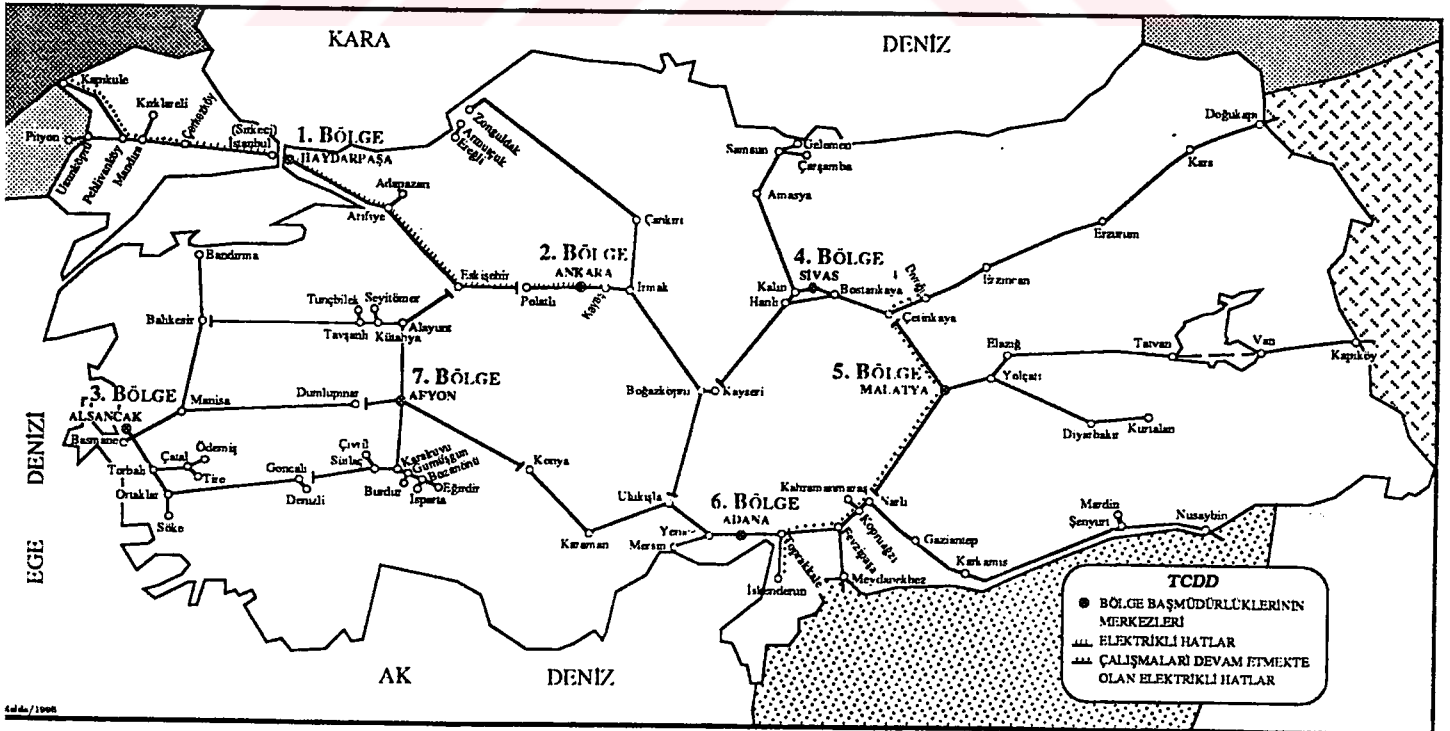
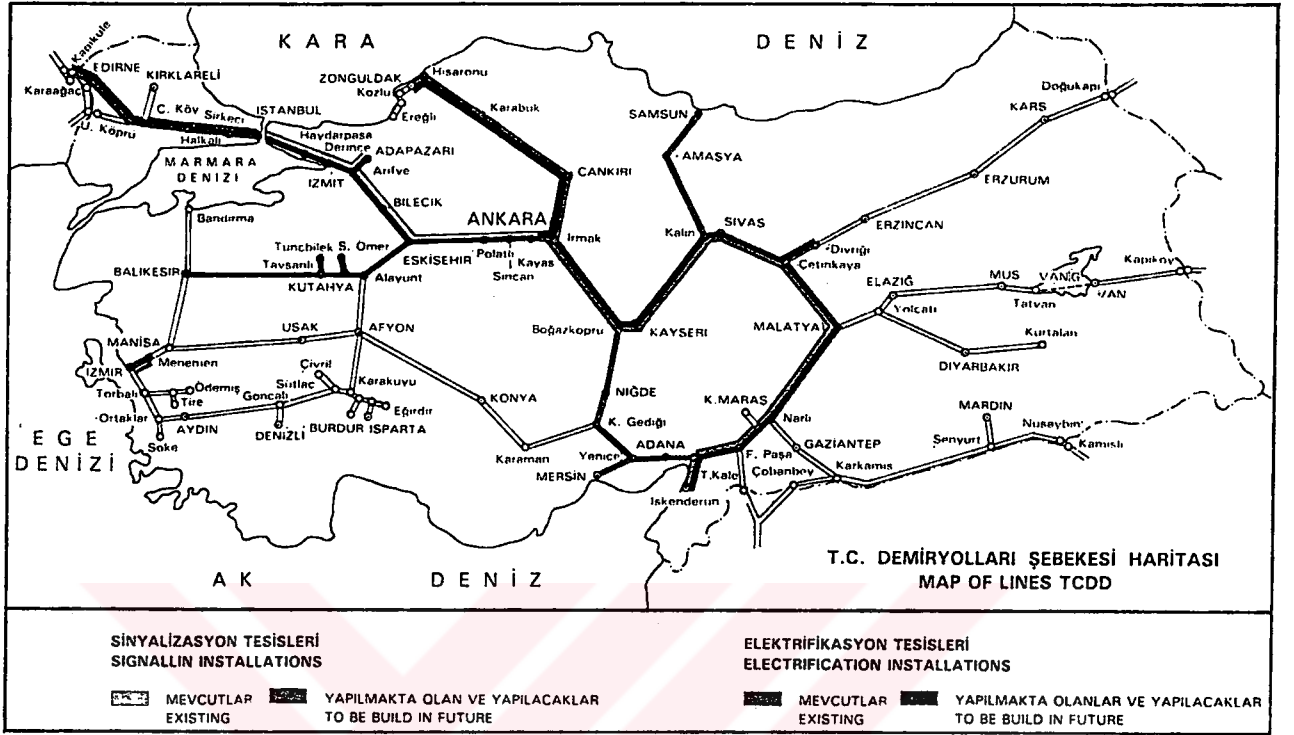
Yukarda izah edilmeye çalışılan demiryolundaki gelişmeler hat kapasitelerinin sırasıyla zorunlu olarak artırılmalarını gerekli kılmış ve tren seyir emniyetini sağlamak için lokomotiflere meşgul bir sinyale geldiklerinde mecburi durma tertibini ve hatta sinyallerin lokomotif sürücüleri tarafından, lokomotifdeki bir panodan sinyallerin takibi sağlanmıştır. Lokomotif düdüğünün bile belirli yerlerde otomatik olarak çalışmasını bu gelişmeler içinde sayabiliriz.

Teknolojinin gelişmesi tren adetlerinin çoğalması tren hızlarının artması raylı ulaşımında kullanılan trafikle ilgili birçok cihazların merkezden kumandasını icab ettirmiştir.

Şimdiye kadar izah edildiği gibi İngiltere ve Amerikada'ki raylı ulaşım çalışmaları o zamanın ölçülerine göre Osmanlı İmparatorluğuna 1856 yılında İzmir-Aydın demiryolu hattının İngilizler tarafından yapılmasına izin verilmesi ile bir nebze girebilmiş ve günümüze kadar 8000 klm.' ye kadar ulaşılmıştır. Cumhuriyet kurulduktan sonra milli demiryollarımız eldeki imkanlar ölçüsünde geliştirilmeye çalışılmış ve ilk defa 1955 yılında Sirkeci -Halkalı banliyö hattına Siemens Und Halske firması tarafından otomatik blok sistemi sinyalizasyon tatbik edilerek hizmete sokulmuştur. Bunu 1957 yılında Haydarpaşa-Ankara CTC (Centralized Trafik Control) sinyalizasyonun başlaması takip etmiştir. Fakat sonraları demiryollarına ülkemizde önem verilmemiş, ve bunun sıkıntılarını günümüzde hala çekmekteyiz.

Demiryollarımızda ilk sinyalizasyon tesisleri Ankara-Haydarpaşa arasında 1968 yılında tamamlanarak trafiğe açılmıştır. Buna daha sonra 56 km'lik Sirkeci-Halkalı arası otomatik blok sistemi (DRS) takip etmiş , günümüzde ise Halkalı-Kapıkule arası CTC sistemi , Ankara (Kayaş)-Sivas arası OBS (otomatok blok sistem), Divriği-İskenderun arası CTC sistemi faaliyettedir.

Demiryollarımızda 8 bin 452 km'si ana hat, bin 934 km'si de tali hat olmak üzere 10 bin 386 km'lik demiryolu ağı üzerinde hizmet veriyor. Mevcut hatların ise halen bin 472 km'si elektrifikasyona açık bulunuyor. 1997 yılı programına göre, eklenecek 189 km'lik yeni hatla birlikte elektrikli ana hatların toplam ana hat içindeki oranı % 18 dolayında olacaktır.



BÖLÜM 2

SİNYALİZASYONUN RAYLI SİSTEME TATBİKATI VE FAYDALARI

2.0. Giriş

Raylı ulaşım önemli bir ihtiyaca cevap vermek suretiyle nakil vasıtaları arasındaki 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 etken olmuştur. İşaretleme maksadı ile kullanılan ışıkdaklar ve elektrikli telgraf tarihçede belirtildiği gibi demiryolu sinyalciliğinin başlangıcıdır. Zamanla özel işaretlerin tesbiti ve belirli noktalara yerleştirilmesi, trafik emniyeti ve tren süratlerini artırmıştır. İşaretlerin ve demiryolu makaslarının istasyonlarda belirli bir yerden idare edilmesi çareleri araştırıldı.

Makara ve kasnaklar üzerinden gerilen çelik teller aracılığı ile makas ve samaforların uzaktan idareleri mümkün kılınmış, bilaharede makas ve samaforların kilitlemeleri temin edilerek çok daha emniyetli bir sistem meydana getirilmiştir. Bu sistemlere elektriğin tatbiki ile yarı elektrik, yarı mekanik emniyet sistemleri geliştirilmiştir. Bu hal trafik emniyetini, personel elinden kurtardığı gibi daha az sayıda personel isdihdamına da neden olmuştur. Makas ve samaforların elektrikli kumanda ile motorlarla çalıştırılmıştır. Gelişim devam ettiğinden samaforların yerini elektrik lambalı sinyaller almıştır. Buradan hareketle trenler dur işaretini gösteren bir sinyali geçmelerini önlemek maksadı ile manyetik olarak çalışan otomatik tren durdurucuları geliştirilmiştir.

Bütün bu çalışmalar tren işletmeciliğinin gelişmesi karşısında daha çok tren işletebilmek, daha az personel kullanmak, trenlerin istasyonlardan yol alıp verme metoduyla sevklerinden doğan tehirlere önlemek amacı ile tren trafiğinin merkezden kontrolü sağlanarak şu avantajlar elde edilmiştir.

2.1. Merkezden Kontrolün Faydaları

- 1-Zaman kısalır
- 2-Mevcut demiryolu hattının kapasitesi artar.
- 3-İşletme kolaylaşır.
- 4-Personel sayısı azalır.
- 5-Tren/saat başına grosston-klm. yükselir.
- 6-Emirler, zaman ve her türlü şartlar trafik ile kaydedilir.
- 7-İşlemecilik emniyeti artar.
- 8-Yük trenlerinin hızı %36 artar.
- 9-Tren/saat başına grosston-klm %39 yükselir.
- 10-Mevcut hattın kapasitesi %40 artar.
- 11-Tren başına grosston-km %20 artar.
- 12-Sistemin sağladığı yıllık tasarruf tesis masraflarının %65'i olmuştur.

2.2. SİNYALLER

Sinyallerin amacı hat ve işletme kabiliyetinin artırılması her türlü taşımanın daha süratli yapılması, mevcut araçlardan maksimum yarar sağlanması, 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 hakkında, yolun durumu hakkında vs. gibi talimat veren bir tesistir. Bu manada sinyalizasyona kendine özgü bir haberleşme aracı olarak bakılabilir. Sinyalizasyon tesislerinde yukarıda sayılan bilgiler tesislerin sinyal olarak adlandırılan

elemanlarıyla birdirirler. Yani sinyaller sayılmış olan bilgi ve talimatları ilgili personele bildirirler.

2.3. Sinyallerin Çeşitleri

Sinyalleri kullanım açısından başlıca dört gruba ayırmak mümkündür.

1-Giriş ve çıkış sinyalleri

2-Blok sinyalleri

3-Manevra sinyalleri

4-Fren muayene sinyalleri

Giriş ve çıkış sinyalleri:Trenlerin istasyonlara giriş ve çıkışlarını tanzim eden sinyallerdir.

Blok sinyalleri:Trenlerin kısa aralıklar ile peşpeşe sevk edilebilmelerini mümkün kılmak için kumanda masalarına bağlı olmayan ray devreleri aracılığıyla trenler tarafından otomatik olarak çalıştırılan sinyallerdir.

Manevra sinyalleri:Gar ve istasyonlarda trenlerin manevralarını temin eden sinyallerdir.

Fren muayene sinyalleri:Başlangıç garlarında tren frenlerinin muayenesi maksadı ile kullanılan sinyallerdir.

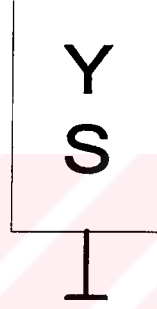
Tip itibariyle demiryolu bünyesinde sinyaller iki gruba ayırmak mümkündür.

1-Yüksek sinyaller

2-Cüce sinyaller

Yüksek sinyaller: Bu sinyaller 3-3.5 m. yüksekliğinde monte edilmiş olup dört bildirili sinyallerdir. Çift hat uygulanan bölgelerde istasyonlarda çıkış sinyali olarak kullanılırlar. Sinyaldeki renk dizimi yukardan aşağıya doğru sarı , yeşil, kırmızı, sarı şeklindedir. Gabari durumu uygun olmayan yerlerde sinyal ünitesi konsol veya köprüler üzerine konur.

Cüce sinyaller: Sapmalı yollardan çıkış için kullanılmakta olup genelde gabari kurtarmayan hat aralarında kullanılmak için düşünülmüştür.



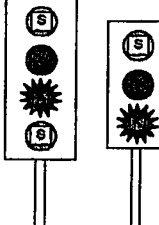
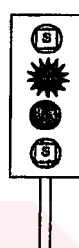
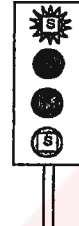
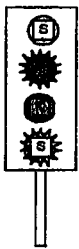
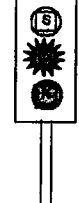
Şekil 2.2. YS levhası

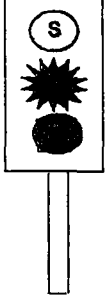

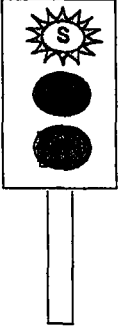
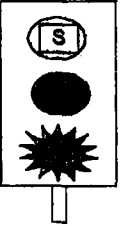
Y S levhası: Yanar söner sinyale uyulacağını bildiren levha . sinyallenmemiş yol veya yolların sinyallenmemiş yolla birleştiği kısmın limit noktasına konur. Beyaz zemin üzerine kırmızı YS harfleri bulunur. YS levhası sinyallenmiş yolda, sinyallenmemiş yollara birlikte kumanda eden sinyalin bulunduğunu gösterir.


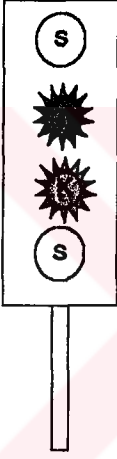
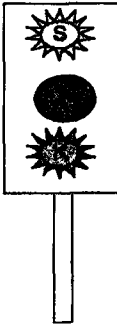
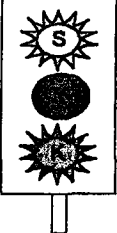
Sinyallenmiş bölgeye girilebilmesi için Y S levhası hizasına en yakın sinyalli barınma yolundaki cüce sinyalin yanar söner yeşil, yanar söner sarı, yanar söner sarı üzeri kırmızı veya yanar söner kırmızı renk bildirilerine uyulması zorunludur.

İstasyon veya saydinklere yaklaşıldığının belirlenmesi için, yaklaşma ve koruma (Holdout) sinyal boru direkleri temelden iki metre yükseklikten başlamak üzere yukarıya doğru 50 cm beyaza boyanır.

2.4. Sinyallerin Anlamları

Sinyalin Görünüşü	Sinyalin Adı	Bloğun Durumu	Bildirisi
	Yüksek veya cüce sinyalde:Kırmızı	Bloğa girmek yasaktır	Dur
	Yüksek Sinyalde Yeşil	Başka yola sapmadan blok hattı cariye serbesttir	Normal hızla ilerle bundan sonra ilk sinyal yeşil veya sarı olabilir.
	Yüksek sinyalde Sarı	Girilecek blok boştur, bir sonraki sinyal kırmızı, sarı üzeri kırmızı, sarı,sarı üzeri yeşil sarı üzeri sarı olabilir.	İlk sinyalde duracak şekilde ilerle
	Yüksek sinyalde Sarı üzeri Yeşil	Başka yola sapmak suretiyle blok serbesttir.	Makaslardan sapma yaparak izin verilen hızla ilerle
	Cüce sinyalde Yeşil ışık	Başka yola sapmak suretiyle blok serbesttir.Bundan sonra girilecek ilk sinyal yeşil, sarı,sarı üzeri sarı, sarı üzeri yeşil olabilir.	Makaslardan sapma yaparak izin verilen hızla ilerle.

Sinyalin Görünüşü	Sinyalin Adı	Bloğun Durumu	Bildirisi
	Cüce sinyalde yanar söner Yeşil ışık.	Bloğa sapılarak girilecektir. Bundan sonra gelecek ilk sinyal yeşil, sarı, sarı üzeri sarı veya sarı üzeri yeşil olabilir.	Blok tesisata bağlı olmayan yoldan çıkacak tren için serbesttir. Sapma yolu üzerinde son çıkış makasına kadar sınırlı seyirle ilerle, yanar söner sinyalin bulunduğu tesisata bağlı olan yoldaki trenler için blok kapalıdır
	Yüksek sinyalde Sarı üzeri Sarı ışık	Başka yola sapmak üzere blok serbesttir. Bundan sonra gelecek ilk sinyal kırmızı veya sarı üzeri kırmızı olabilir.	Makaslardan saparak izin verilen hızla ve ilk sinyal önünde durabilecek şekilde ilerle
	Cüce sinyalde Sarı	Başka yola sapmak suretiyle blok serbesttir. Bundan sonraki sinyal kırmızı, sarı üzeri kırmızı veya cüce sinyalde sarı olabilir.	Makaslardan saparak izin verilen hızla ve ilk sinyal önünde durabilecek şekilde ilerle
	Cüce sinyalde yanar söner Kırmızı	Devre kontrollü toplu el makası CTC harici bölge için düzenlenmiştir. Burada sınırlayıcı her şart bulunabilir.	Sinyallenmemiş yollardan hareketle bölgesine CTC bölgesine girmeden sinyallenmemiş yollara sınırlı seyirle ilerle

Sinyalin Görünüşü	Sinyalin Adı	Bloğun Durumu	Bildirisi
	Cüce sinyalde yanar söner Sarı ışık.	Bloğa sapılarak girilecektir. Bundan sonra gelecek sinyal Kırmızı, sarı üzeri kırmızı veya cüce sinyalde sarı olabilir.	Blok tesisata bağlı olmayan yoldan çıkacak tren için serbesttir. Sapma yolu üzerinde son çıkış makasına kadar sınırlı seyirle ilerle, yanar söner sinyalin bulunduğu tesisata bağlı olan yoldaki trenler için blok kapalıdır
	Yüksek sinyalde veya cüce sinyalde Kırmızı üzeri Yeşil ışık	Istasyon kumanda masasından idare edilecek manevralarda, tesisata bağlı yollara girecek veya çıkacak manevra dizisi için yolun tanzimli olduğunu ve hareket edilebileceğini bildirir, giriş ve çıkış yasaksa kırmızı ışık yanar.	Dispeyçerin vereceği izinle hareket edilir.
	Cüce sinyalde yanar söner Kırmızı üzeri Sarı	Bir sinyalsiz yoldan ,sinyalli bir yol üzerinden geçerek diğer bir sinyalsiz yola çıkılır.	Sınırlı seyirle ilerle
	Yüksek ve cüce sinyalde Sarı üzeri Kırmızı ışık	Girilecek blok meşgul olabilir.	Sınırlı seyirle ilerle (Bir vagon veya trenle karşılaşılabilir olduğundan derhal durabilecek şekilde)

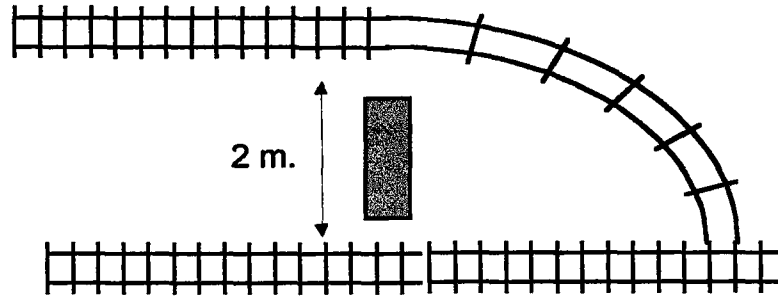
2.5. Sinyallerin Yerleştirilmesi ve Görünebilme Kuralları

Gabari: Demiryolu araçlarının dış noktalar, yüklü iseler yüklerinin dış noktaları ile demiryolu boyunda bulunan yapıların emniyet açısından uzaklıklarına denir.

İki yol arasına sinyal öyle bir yere yerleştirilmelidir ki bu iki yoldan herhangi birinden sinyal bildirisi ile seyreden herhangi bir trenle diğer yolda duran bir demiryolu vasıtası arasında emniyet açısından gerekli olan mesafe olmalıdır. Ayrıca sinyal ile her yol arasında yine emniyet açısından gerekli mesafe elde edilmelidir.

Her iki yol arasındaki emniyeti sağlamak amacıyla bu yolların herhangi birinde bulunan bir dizinin son veya baş tarafındaki araç, iki yolun iç tarafında bulunan rayların arasındaki mesafe 2.00 m. olan noktanın veya hizanın dışına taşmamalıdır.

İki yolun iç raylarının arasında 2.00 m. olan noktaya limit taşları konulur.



Şekil 2.3. Gabari ve limit taşlarının görünümü

İki yol arasına yüksek sinyal konulacaksa sinyalin konulacağı noktada iki yolun miğferleri arasında 4500 mm mesafe olmalıdır. Eğer cüce sinyal konulacaksa 4050 mm. mesafede olmalıdır.

Dispeçer İstasyona kabul edilecek bir trene giriş sinyalinin açmışsa ve tren yaklaşma sinyalinin yoluna girmişse dispeçer bu treni daha önce düşündüğü yoldan başka bir yola alma ihtiyacını duymuşsa giriş sinyalinin kırmızı yaparak 3 dakika içinde trenin gireceği yolla ilgili herhangi bir makasa kumanda edemez. Demiryollarında en fazla dingil sayısı 150 dingildir , genelde iki dingil arası mesafe 6.75 m. dir.

Sinyallerin yol miğferine olan mesafesi şu formülle hesaplanır.

$$2500 - (1435/2 + 66/2) \approx 1750 \text{ mm}$$

Demiryollarında 3.50 m. yüksekliğindeki direğin üstündeki sinyal kafasının mesafesi 1750 mm. dir. 3.00 m. yüksekliğindeki için 2250 mm' dir.

Sinyalizasyonda önemli unsurlardan biri sinyallerin görünebilme haline sahip olmaları gerekir. Bu hususta etkili olan faktörler şunlardır.

- a-Sinyal ile ilgili personel arasında olan mesafe
- b-Sinyal ile çevre Fonu arasındaki renk açısından ziddiyet
- c-Sinyalin yapılış tarzı veya tertip şekli
- d-Sinyalin ilgili tarafından gözetlenme süresi
- e-Hava şartları

Sinyalin en iyi görülebileceği mesafeyi tayin etmek için:

$$L = lH / h \text{ (m.)}$$

L = Sinyalin en iyi görülebileceği mesafe

l = İnsan gözü merceğinin odak noktası mesafesi 17 mm

$h =$ Sinyalin şeklinin insan gözünün retinası üzerindeki büyüklüğü $h = 0.00k$ (k katsayı)

$$L = H / h \quad (m) \quad L = 17 H / 0.005k = 3400 H / k \quad (m)$$

Ebatları büyük olan sinyaller için $k = 3-4 \dots\dots L = 1000 H \quad (m)$

Ebatları küçük olan sinyaller için $k = 5-7 \dots\dots L = 500 H \quad (m)$

Sinyallerin iyi görünebilmesi için sinyal lambaları ışınları yayılma açısı önemli faktördür. Işınların yayılması tırtıllı camlar vasıtasıyla sağlanıyor. Bu camlar 8-12-20-30 derece ışınları yayma açısına sahip olabilirler.



BÖLÜM 3

SİNYALİZASYON SAHA ÜNİTELERİ

3.1. Makaslar

3.2. Hemzemin Geçitler

3.3. ATS Sistemleri

3.1. Makaslar

Sinyalizasyonda makasların yeri : Sinyalizasyonda makaslar uzaktan kumandalı ve mahallinden el ile kumandalı olmak üzere ikiye ayrılır.

a.) Uzaktan kumandalı makaslar : Bu makaslar elektrik motoru ile teçhiz edilmişlerdir. Bu motorlara elektrik motoru adı verilir. Kumanda masası ile uzaktan kumanda ile çalıştırılırlar. 26 volt DC gerilimle çalışırlar, kumanda masalarında bu makasların hangi pozisyona tanzim olduğunu belirten lambalar vardır.

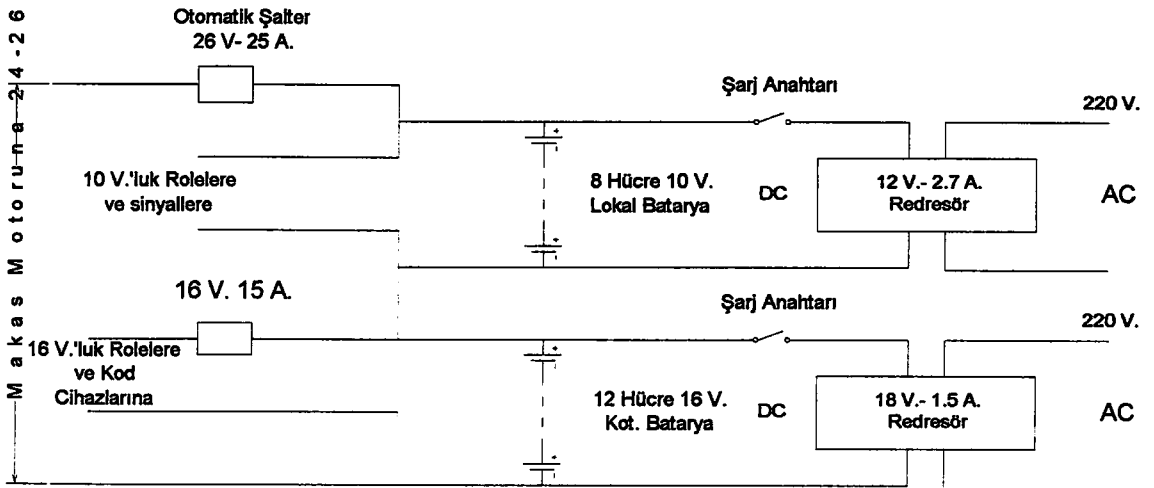
b.) Mahallinden elle kumandalı makaslar : Bu makaslarında ikiye ayırmak mümkündür.

I. Dil ucu kontrolü yapan devre kontrollü makaslar : Bu makaslar toplu makaslar olup, makas üzerine monte edilmiş devre kontrolünü adı ile tanımlanan bir kontaktör tertibinden ibarettir. Kumanda masalarında pozisyon lambaları yoktur , 10 V. gerilim verilir.

II. Elle kullanılan elektrik kilitli makaslar : Bu makaslarda toplu makaslarda olup, dil ucu kontaktörüne ilaveten elektrik kilidi denilen bir mekanizma ile donatılmıştır. Bu makaslarda da 10 V. DC gerilim uygulanır. Makasın pozisyon durumu için kumanda masasında lamba vardır. Makas bölgesi meşgul iken bu tür makaslar tanzim edilemezler, elektriki kilitlemelidir. Elektrik kilit mekanizmasında kilitli kilitsiz durumunu gösteren bir işaret vardır makas tanzim edileceği zaman mekanizma üzerinde bulunan kol önce kilitsiz duruma getirilir. Sonra makas topuna kumanda edilerek makas istenilen pozisyona alınır.

3.1.1. Bir Makasın Çalıştırılabilmesi İçin Gerekli Şartlar:

- Makasa ait izole bölge (Track veya OS) Herhangi bir demiryolu aracı tarafından işgal edilmemiş olmalı, track bölgesinin rolesi herhangi bir sebeple düşmemiş olması.
- Tanzim edilecek makasla ilgili herhangi bir seyir yolu tanzim edilip , bu yoldan seyir edecek bir demiryolu vasıtasına sinyal açılmış olmamalı,
- Makası elle tanzim edebilmek için kol takılmamış olmalı



Şekil 3.1. Makasların ve saha cihazlarının beslenmesi

3.2. Hemzemin Geçit Korumaları:

Hemzemin geçit korumaları kendi aralarında ikiye ayrılırlar.

a.) Açık hemzemin geçit korumaları : Bu koruma tertibinde bariyer kolu bulunmaz. Kara yolunun her iki taraf sağ başlarına dikilen direkler üzerine ikişer tane kırmızı ışık verebilen ve yanar söner çapraz şekilde demiryolu geçidi levhası ve ayrıca kırmızı şıkta dur levhası konulmuştur.

b.) Bariyerli hemzemin geçit korumaları elektrik motorlu olup 10 V. DC gerilim kullanan seri-DC motorludur. Bariyer kolları karayolunun sağ şeridini kapatan yarım kol şeklindedir. Kolun uç kısmında geçit kolu inik iken daimi kırmızı yanan aplik (Yanar-söner kırmızı lamba) vardır. Bundan sonra kolun gerisine doğru belirli mesafe aralıklarla konulmuş yanar-söner durumlu iki adet kırmızı aplik bulunur.

Her iki tip koruma sisteminde direklerin bir tanesi üzerine monte edilmiş 10 V.DC ile çalışan özel çan vardır. Trenler hemzemin geçide yaklaşırlarken uzaklık 1000 m. düştüğünde ikaz alırlar ve trenlerin sonu hemzemin geçit bölgesini terk ettiğinde sükunete dönerler. Yani ikaz alındığında açık hemzemin korumalı sistem yanar söner ışığını her iki cihet için yakıp söndürmeye ve çan çaldırmaya başlar . Bu işlem tren sonu geçit bölgesini terk edene kadar sürer. Bariyerli koruma sisteminde ikaz alınmasını müteakip bariyer kolları 4-saniye içersinde inişe başlarlar iniş yatağına çok yaklaştığı ana kadar çan çalar ve yatay konumda çan çalmasını durdurarak kol üzerindeki uç lambalar sabit kırmızı gerideki lambalar ise yanar -söner şeklinde işlemlerine devam ettirirler.

Trenlerin sonu hemzemin geçit bölgesini terk ettiği anda kol otomatik olarak yukarıya kalkarak kara yolu trafiğini açar . Bariyer motoru iniş anında generatör olarak, kalkış anında ise elektrik motoru olarak görev görür.

3.3. Otomatik Tren Durdurma (ATS) Sistemleri

Otomatik tren durdurma sistemi (Automatic Train Stop) makinist tarafından sinyalin gözden kaçırılması veya yanlış yorumlanması gibi durumlarda kazalara meydan vermemek üzere geliştirilmiş bir sistemdir. ATS hız kontrol komutu rayın iç tarafına monteli hat boyu bobininden demiryolu arası üzerindeki ATS cihazına gönderilir. ATS kabin cihazı bu bilgiyi alır ve cihaz üzerindeki takometre tren hızını sürekli olarak ölçer. ATS kabin cihazı tren hızı ile ATS hat boyu bobininden aldığı bilgiyi karşılaştırarak bu bilgiye göre frene geçilip geçilmeyeceğine karar verir.

Aşağıda tabloda frekans değerleri gösterilmiştir.

<i>Madde (Birim)</i>	<i>Frekans</i>
ATS Kabin kontrol Cihazının Sıralı Osilasyon (Salınım) Frekansı	60 KHz.
Rezonans Frekansı	$F_{VL} = 74,5$ KHz. $F_{VR} = 81$ KHz. $F_{VO} = 100,5$ KHz.

Tablo 3.3.1. Frekans değerleri

3.3.1. Sistemin Bölümleri

3.3.1.1. ATS Hat boyu Teçhizatı:

ATS kontrol kutusu ve hatboyu ATS bobininden meydana gelmektedir. ATS kontrol kutusu bir kontrol rolesi ile bağlantılıdır. Kontrol rolesi kontakları ATS yolboyu bobinini rezonans frekansında tutar. ATS hız komutu hatboyu bobininin rezonans frekansı ile sürekli kontrol edilir. ATS kontrol rolesi, roleye bağlı cihazlar veya demiryolu bölümündeki devreler tarafından beslenir.

<i>Bölgesi</i>	<i>Kontrol Eden teçhizat</i>
Halkalı-Kapıkule Sincan-Ankara (Behiçbey Yrd. ve Ankara Hariç)	Role Anlaşman Teçhizatı ve Otomatik Blok Teçhizatı
Haydarpaşa-Sincan (Sincan Hariç)	Sinyal Lambası Devresi
Ankara-Kayaş	“ “
Halkalı-Sirkeci (Halkalı Hariç)	“ “

Tablo 3.3.2. Demiryollarındaki ATS bölgeleri ve teçhizatları

Hatboyunda bulunduğu yere uygun olarak çalışan iki tüp ATS hatboyu bobini ve sinyal bilgisine göre çalışan 10 tip ATS kontrol kutusu devresi vardır.

Tipi	Montaj Yeri
A	Direk olarak sinyalin olduğu yere
B	Giriş sinyalinin 300 m. önüne

Tablo 3.3.3. Montaj durumu

3.3.1.2. ATS Tren Kabin Teçhizatı

ATS makine ekipmanı başlıca şu cihazlardan meydana gelir. Kabin bobini, ATS kontrol dairesi , takometre veya takoğraf, gönderme devresi, kumanda paneli, tren tertibatı ve elektriksel bağlantılar. Kabin teçhizatı dizel, elektrikli lokomotifler ve banliyö trenleri için imal edilmişlerdir.

3.3.1.2. Çalışması

Hız Kumandası: Sinyal bildirisine bağlı olarak ATS hatboyu bobininden hız kumandası gönderilir. Sinyal bildirisi ile tren hız kontrolü arasındaki bağlantı tabloda gösterilmiştir.

Sinyal Bildirimi				MusadeEdilen	Hız
Blok	Giriş	Çıkış	Manevra	Tren Hızı (Km/h)	Kodu
Yeşil (G)	Yeşil Sarı üzeri Yeşil	Yeşil Flaşör Yeşil Sarı üzeri Yeşil	–	Serbest Hız (Sınırlaması Yok)	V _F
Sarı	Sarı Sarı üzeri Sarı Sarı üzeri Kırmızı	Sarı Flaşör Sarı Sarı üzeri Sarı Sarı üzeri Kırmızı Flaşör Sarı üzeri Kırmızı	Flaşör Kırmızı üzeri Yeşil Kırmızı üzeri Yeşil	65	V _L
–	Kırmızı, Sarı üzeri Kırmızı, Flaşör Kırmızı üzeri Yeşil ve Kırmızı üzeri yeşil bildirimli giriş sinyalinden 300 m önce			40	V _R
Kır- mızı	Kırmızı	Kırmızı flaş Kırmızı		0	V ₀ = 0

Tablo 3.3.4 Hız bilgisi

3.3.1.3 İkaz ve Frenleme

Orta bloklarda sinyalde sarı bildiri varken tren bloğa girdiğinde ATS makina ekipmanı V_L (75.5 kHz) bilgisini bu bloğa ait Y bildiri veren sinyalde bulunan ATS hat boyu bobininden alır. ATS tren makinistini sesli bir alarm ve sarı bir ışıkla uyarır. Makinist teyit kabul butonuna 10 saniye içersinde basarak ikazı durdurmalı ve tren hızını V_L seviyesini (65 Km/h) altına 20 saniye içersinde düşürmelidir. Eğer makinist tarafından ikaz butonuna 10 saniye içinde basılmaz ve tren hızını V_L seviyesinin altına 20 saniye içersinde düşürülmezse kontrol sistemi treni otomatik olarak frenlemeye geçirir. ATS tren hızının 65 km/h altında olup olmadığını sürekli olarak kontrol eder. Taki ATS kabin ekipmanı bir sonraki sinyaldeki ATS hatboyu bobininden hızı bilgisi alana veya tren hızı 12 km/h altına veya tren makinisti serbest butonuna basana kadar bu devam eder. Eğer tren hızı V_L 65 km/h seviyesini geçerse ATS kabin cihazı fren tertibatını uyararak treni otomatik frenlemeye geçirir.

Tren kırmızı bildiri veren bir blok sinyalini geçtiğinde bu sinyaldeki ATS hatboyu bobini tren üzerindeki sisteme 0 bilgisini gönderir. Bu durumda ATS makina tertibatı derhal fren sistemini uyararak treni otomatik olarak frenlemeye geçirir ve durdurur. Tren yeşil bildiri veren blok sinyalini geçerken hiçbir hız sınırlaması uygulaması yoktur.

3.3.1.4. Hız Kontrolü

Tren hızını trenin dingiline monte edilen bir gönderici tarafından sürekli olarak ölçülür. Tren hızı bilgisi takometrenin kontağı vasıtasıyla alınır. Bu bilgi ATS kontrol ünitesindeki sinyal bilgisi ile karşılaştırılarak trenin frene geçilip geçirilmeyeceğine karar verilir. Bu hız kontrol sistemi Demiryollarının İskenderun-Divriği bölümündeki kontrol sisteminin benzeridir.

3.3.2. Sınıflandırma

3.3.2.1. Kabin Teçhizatı

Alıcı Sistem : Ziehen Rezonans

Algılayıcı Sistem: Sinyal seçici algılayıcı

Sinyaller;

74.5 kHz :65 km/h hız kontrol

81 kHz :40 km/h hız kontrol

100.5 kHz : Kontrolsüz (şartsız) otomatik frenleme

Alma hassasiyeti : Min 5 ms (Kabin bobini ile hat bobini çakışma süresi)

Max. tren hızı :120 km/h

Besleme ünitesi: DC 100 V - +20/-30 V

Ortam sıcaklığı :

Kabin bobini : -20° C ile +50° C arasında

ATS kontrol ünitesi : -10° C ile +50° C arasında

3.3.2.2. Hatboyu Ekipmanı

Hat boyu bobin frekansı

Tip A : $f_{VL}=74,5$ kHz $f_O=100.5$ kHz

Tip D $f_{VR}=81$ kHz

Kontrol rolesi voltajı

DC 26 V :Halkalı- Kapıkule ve Sincan - Ankara (Hariç)

DC 7 V veya AC 7 V :Haydarpaşa - Sincan (Hariç) Ankara -Kayaş

DC 29 V :Halkalı (Hariç) - Sirkeci arası

Ortam sıcaklığı : -25 °C ile +35°C arası

3.3.2.3. Frene Geçen Bir Trenin Durma Zamanı ve Mesafesi

Frene geçirilen bir trenin sükunet haline gelmesi gelmesi esnasında şu faktörler göz önünde bulundurulur.

$$t = V_0 / Z \quad (\text{sn}) \quad (4.2)$$

$$S = V_0 t - Z t^2 / 2 \quad (\text{m}) \quad (4.3)$$

$$S = \text{Fren mesafesi} \quad (\text{m})$$

$$V_0 = \text{Frene geçildiği anki hız} \quad (\text{km/h})$$

$$Z = \text{Fren gecikme faktörü (ivme)} \quad (\text{m/sn}^2)$$

$$t = \text{Fren zamanı} \quad (\text{sn})$$

Örnek: Trenin frene geçildiği andaki hızı 90 km/h ve ivmesi 98 m/sn² ise bu tren ne zaman sonra nerede durur.

$$t = 90 / 3,6 * 0,8 = 31 \text{ sn}$$

$$S = 90 * 31 / 3,6 - 8,8 * 31^2 / 2 = 391 \text{ m}$$

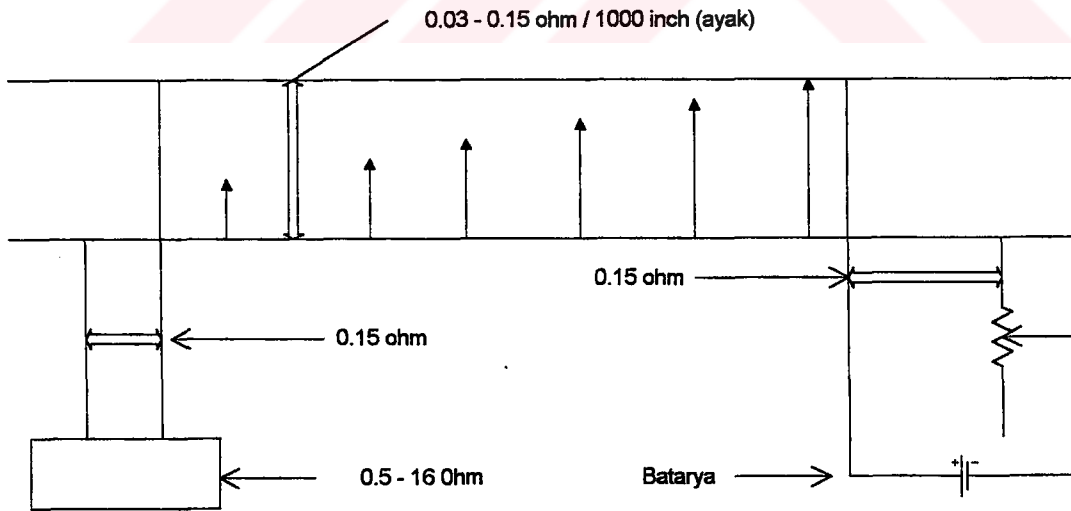
BÖLÜM 4

RAY DEVRELERİ

4.1. Giriş

Ray devreleri , bir kısım rayların teşkil ettiği bir elektrik devresi olarak tanımlanabilir . Fakat bu tanım ray devresini ve ray rolesinden öte geniş kapsam içermektedir. Ray devresinde enerji kaynağı bir bataryadan alınan doğru akım veya uygun frekansta alternatif akım olabilir. Enerji raylara daimi olarak veya kodlu ray devresinde olduğu gibi aralıklı olarak uygulanabilir. Raylar vasıtasıyla bir kilit veya lamba beslenebilir.

Ray devresinin esas fonksiyonu trenlerin varlığını hissetmek ve takip eden trenlere bildirmektir. Bir ray devresi , açık makasları derayman pabuçlarında durumunu bildirir ve istenirse kırık rayları ve tahrip olmuş izole contaları da kontrol edecek surette tanzim edilmiştir. Polarize ray devreleri ve kodlu ray devreleri hat üzerinde trenin mevcudiyetini ilettikleri gibi raylar üzerinden haber göndermeyi de sağlarlar.

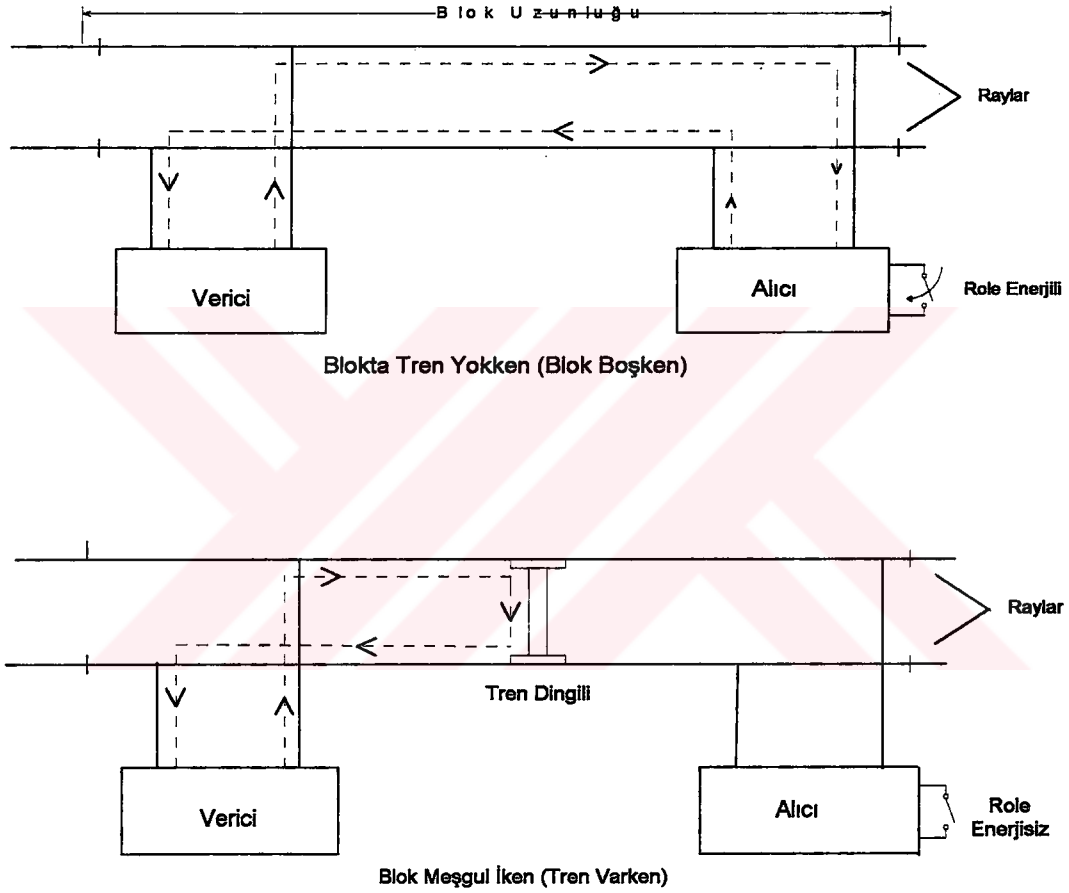


Şekil 4.1. Basit bir doğru akım ray devresi

Yukarıdaki şema bir bataryadan beslenen basit bir doğru akım ray devresini göstermektedir. Bu ray devresinin rolesi herhangi bir dirence sahip olabilir. Genellikle

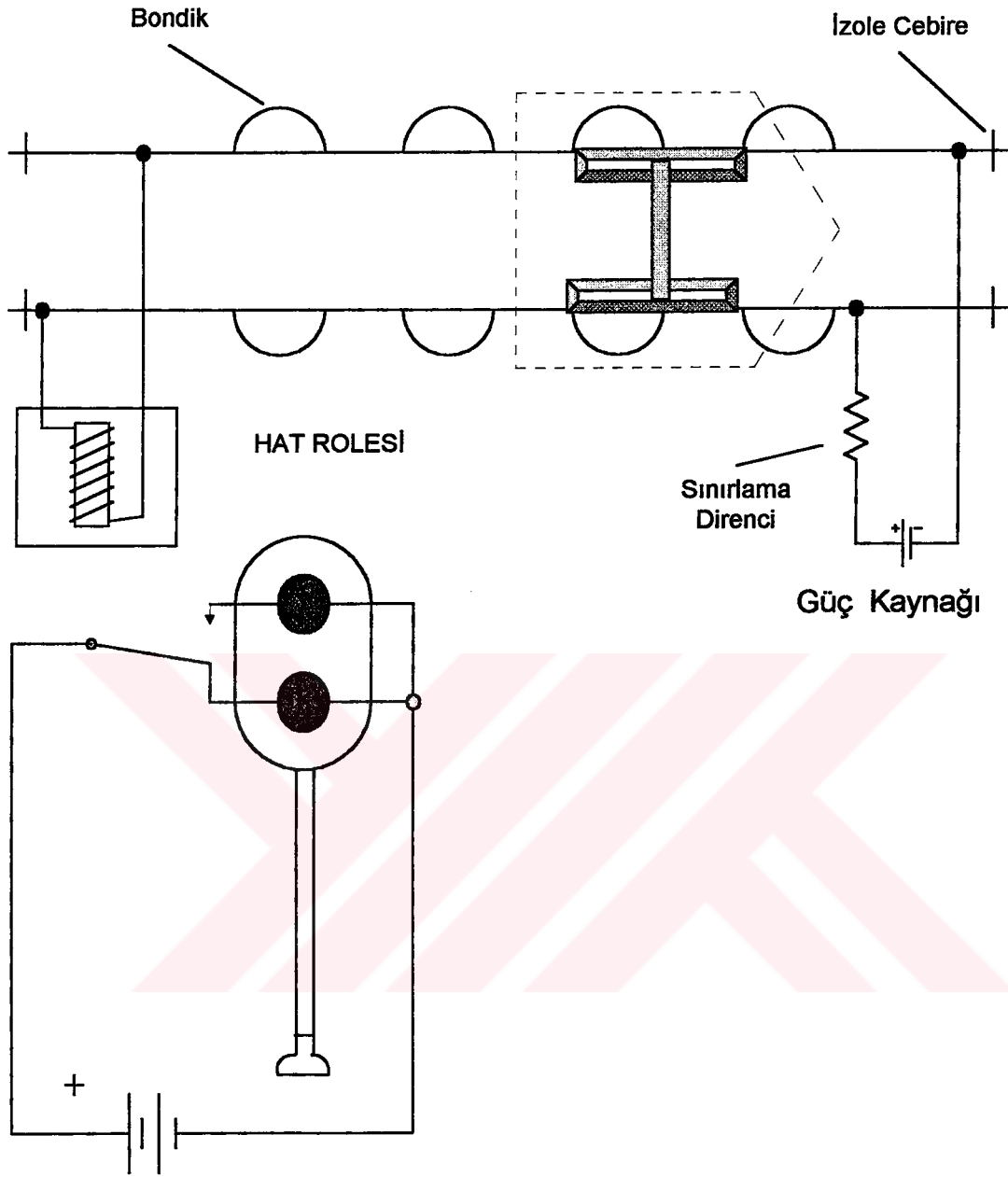
direnç 0.5 ile 16 ohm arasındadır 16 ohm'luk role uzunca, 6000 inç civarındaki uzunlukta ray devreleri içindir. 0.5 ile 1 ohm'luk roleler kırık veya yabancı cerayanlara karşı korunmaya karşı en uygun rolelerdir.

Şemada role ile raylar arasındaki bağlantının direnci 0.15 ohm olarak gösterilmektedir. Halbuki özellikle düşük dirençli roleler kullanılması halinde bu direnç çok önemli bir faktördür. Mesela 0.15 Ohm 'luk bir roledeki voltaj düşümünün %30 'u olacaktır.



Şekil 4.2. Tren durumuna göre ray devresinin durumu

Ray devresini kapsayan ray kısımları her iki ray üzerinde ve devrenin iki ucundaki karşılıklı veya kaydırılmış olarak tertip edilirler.



Şekil 4.3. Bir ray devresinin temel elemanları

Contalarda iyi bir iletkenlik elde etmek üzere ray raptiyeleri ile atlamalar yapılır. Şema ray direncini 1000 inç için 0.03 ile 0.15 ohm olarak göstermektedir. Genellikle cebirelerin 1/2 si akım iletir bu ray direncinde mühim fark yapar .Mesela iki tane 48 pusluk no. 8 demir raptiye kullanılması ve cebirelerin hiç akım iletmemesi halinde ray direnci takriben 1000 inç için 0.26 ohm dur. Halbuki cebirelerin %50 si akım iletirse ray direnci 1000 inç için takriben 0.14 ohm dur. Ray direnci bilhassa dirençleri 4 ohm dan az olan roleler için önemli bir faktördür.

Şemada batarya raya bir seri direnç üzerinden bağlanmış gösterilmiştir. İrtibat telleri kablo ayaklarına kadar no. 9 tekli bakır telli kablo ayaklarından raylara örgülü teldir. Batarya ile ray arasındaki rezistans ray devresinde önemli bir unsurdur zira bu direnç ray meşgul iken bataryadan çekilen akımı sınırlar.

4.1.1. İzole Conta Kaçağı Bulmak İçin Aşağıdaki Gibi Bir Test Yapılır.

a) Ray devresinin beslenme ucunda voltaj veya akım değerini ölçülür bilahare komşu ray devresine kısa devre edilir ve tekrar voltaj veya akım değerini ölçülür.

b) Ray devresinin role ucunda voltaj veya akım değerini ölçülür, bilahare komşu ray devresini kısa devre edilir ve tekrar voltaj veya akım değerini ölçülür.

c) Komşu devrenin kısa devre edilmemiş ve kısa devre edilmiş hallerinde yapılan ölçmelerde fark olduğu takdirde kaçak vardır

Yıkardaki şekilde 5.1 'de balast vasıtasıyla bir raydan diğer raya olan kaçak akım oklar ile gösterilmiştir Rayın beslenme ucunda balast vasıtasıyla bir raydan diğer raya kaçak akım role ucunda olandan daha fazladır,zira beslenme ucunda voltaj role ucundan daha yüksektir. Rayların düşük direnç vermeleri için contaların raptiyelerle atlandığı yerlerde ray devresinin iki ucunda raylar arsındaki voltaj farkı büyük olmayabilir. Balast kaçak akımının devre boyunca ünüform olarak dağıldığını göstermek üzere kaçığı ifade eden okların boyları şemada ray devresinin beslenme ucundan role ucuna doğru küçülmüştür.

Balast vasıtasıyla bir raydan diğer raya olan akım kaçığı önce raydan toprağa kaçar , kaçak akımın küçük bir kısmı ancak travers ve balastın üstünden akar bazı deneyler göstermiştir ki travers balastın üstünden olan kaçak akım 1/6 sı kadardır balast kaçığı bir çok faktörlere bağlıdır. Bunlar ; rayın ağırlığı , seletlerin büyüklüğü, traverslerin durumu , yani ıslak olup olmadıkları , rayların tespiti için kullanılan trifonlar vs. dir Balast kaçığı aynı zamanda balastın raylara temas edip etmemesine , balast temizliğine ve balastın terkbine , yani kırma taş, cüruf veya moloz oluşuna bağlıdır. Temiz kırma taş ve cüruf balast için balast direnci 1000 inç uzunluk için en az 3 ohm dur. Bu iyi bakımlı bir hat için standart bir rakamdır .

Genellikle asgari balast direnç değerleri 1000 inç hat için 0.5 ohm ile 10 ohm arasındadır. Balast direnci drenajın fena olduğu ve bazen kaynakların bulunduğu tünellerde normal dışı derecede düşük olabilir. Tünellerde 1000 inç hat için 0.1 ohm balast direncine rastlanmıştır. Balast direncinin çok yollu hatlarda tek yollu hattan daha az olması ihtimali fazladır. Bunun sebebi hatlar arsıda drenaj zorluğudur. Hattın bir yarmadan geçtiği yerlerde balast direnci ekseriye açık arazidekinden daha azdır.

En düşük balast direnci ile ne zaman karşılaşabiliriz ? Elde edilen tecrübelerle göre en düşük balast direnci yaz günlerinde ilk yağmur periyodu sırasında elde edilir. Yağmur devam ettikçe ray devresi roleleri tekrar çeker ve bir müddet sonra tatmin edici bir şekilde çalışırlar. Bu tip arıza görünüşe göre travers ve balast yüzeyinde ve balastın ray temas ettiği yerlerde raylar arasında meydana gelen alçak dirençli bir kaçak akım devresinden ileri gelmektedir. yağmurun ilk periyodu cüruf , balast vs. yüzeyindeki iletken tabakayı ıslatmakla, yağmur devam ettikçe ise bu iletken tabakayı sürüp götürmektedir. Ve dolayısıyla kaçaklar yağmurun ilk zamanına göre azalmaktadır.

4.1.2. Doğru Akım Ray Devrelerinin şöntlenmesi

Birçok defa bir ray devresinin balast direncinin tespit edilmesi istenir .Pratik gayeler için aşağıdaki metod uygulanır. Bataryadan çıkan pozitif uçta ve role irtibat teli üzerinde akım şiddetlerini ölçülür. şayet yapılabiliriyorsa ampermetre ve voltmetre okumaları aynı zamanda yapılmalıdır. Aksi halde okumalar arasında birkaç dakika geçebilir, fakat bu zaman zarfında hat işgal edilmemelidir.

Bu metod ile balast direncini veren formül:

$$R_b = \frac{\frac{1}{2}(E_1 + E_2)}{I_1 - I_2} \quad (5.1)$$

E_1 = Rayda beslenme ucunda gerilim değeri

E_2 = Rayda role ucunda gerilim değeri

I_1 = Bataryadan çıkan akım şiddeti

I_2 = Røleden geçen akım şiddeti

Örnek : Sahada ölçölen değerler:

$$E_1 = 0.75 \text{ Volt}$$

$$E_2 = 0.65 \text{ Volt}$$

$$I_1 = 0.400 \text{ Amper}$$

$$I_2 = 0.115 \text{ Amper}$$

Formölde yerine konursa:

$$R_b = \frac{\frac{1}{2}(E_1 + E_2)}{I_1 - I_2}$$

$$R_b = 0.5(0.75+0.65) / (0.400-0.65)$$

$$R_b = 2.45 \text{ ohm}$$

Bütün devre için balast direnci 2.45 ohm' dur 1000 in hat için direncini bulmak üzere bütün devrenin ohm olarak ifade edilen direncini 1000 in cinsinden hat uzunluğu ile çarpmak lazımdır. Böylece hattın uzunluğu 4900 in ise, 1000 in için balast direnci $2.45 \cdot 4.9 = 12$ ohm olacaktır. Minimum balast direncini bulmak için ölçmeler yağmurdan hemen sonra veya ilkbaharda yani balast yaş iken yapılmalıdır.

Ray direncini bulmak için aşığıdaki formöl kullanılır.

$$R_r = \frac{E_1 - E_2}{\frac{1}{2}(I_1 + I_2)} \quad (5.2)$$

1000 in için ray direncini bulmak üzere R_r / l formölü kullanılır. Burada $l = 1000$ in cinsinden ray uzunluğudur.

Yukarıdaki örnekte ray direnci şöyle olacaktır:

$$R_r = (0.75 - 0.65) / 0.5(0.400 + 0.115)$$

$$R_r = 0.388 \text{ ohm}$$

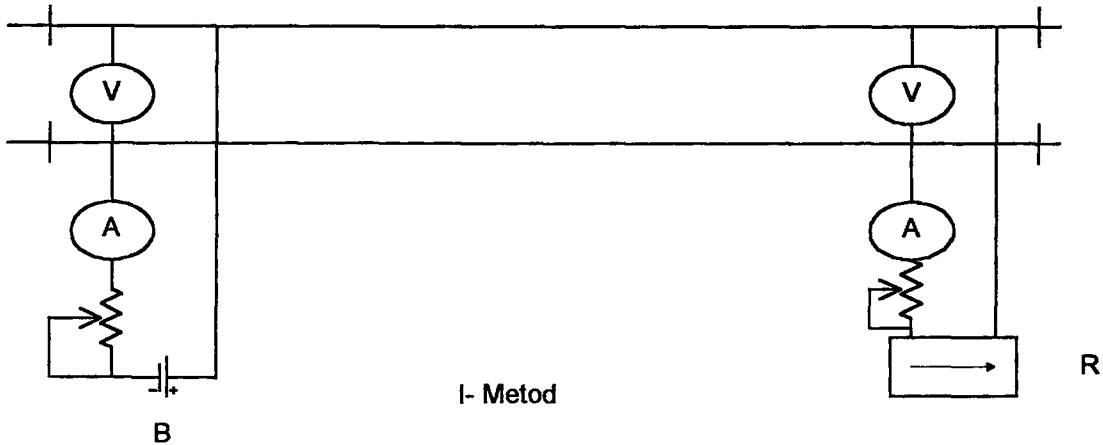
Belirtilen 4900 inç 'lik devre olduğuna göre 1000 inç hat için ray direnci
: $R_r/I = 0.388/4.9$ $R_r = 0.08 \text{ ohm}$

Balast direncinin kaba bir şekilde ölçülmesi için şu metot kullanılabilir. Ray devresi rolesini devreden ayırınız . Devrenin beslenme ucundan devre uzunluğunun 4/10 kadar uzaklıktaki nokta gerilimi ve aynı zamanda bataryanın raya bağlanan ucunda akım şiddetinde ölçünüz. 4/10 mesafe de alınan voltaj değeri bütün devre için raylar arasındaki ortalama gerilimdir. Hatta verilen bütün akım ise balastta kaybolan kaçak akımdır. Buna rağmen okunan voltaj değeri, yine okunan akım şiddeti değerine bölünürse bu devre için ortalama normal balast direnci bulunur.

Balast direncinin kaba olarak bulunması için olan bu metot alternatif akım ray devrelerinde de kullanılabilir . Ancak empedans raptiyeleri kullanılmışsa bunların devreden çıkarılması lazımdır.

Ray devresi sinyal sisteminin kalbidir. Sinyal sisteminin bütün tamamlayıcı güvenilirlik ray devresi boyunca devreyi şöntleyen trenin her bir tekerleğine bağlıdır.

I. Metot



Şekil 4.4. Birinci metot

4.4. Ray Direnci ve Balast Direncinin Bulunmasıyla İlgili Uygulamalar:

Ray ve balast direncinin bulunması için ray devresindeki değerler okunarak bulunur. Balast direnci genellikle ilkbahar aylarında en düşük değerine erişir.

$$R_b = 1/2(U_1 + U_2) / (I_1 - I_2) \Omega$$

$$R_r = (U_1 - U_2) / 1/2(I_1 + I_2) \Omega$$

U_1 = Rayda besleme ucunda gerilim değeri

U_2 = Rayda role ucunda gerilim değeri

I_1 = Bataryadan çıkan akım şiddeti

I_2 = Role bobininden geçen akım şiddeti

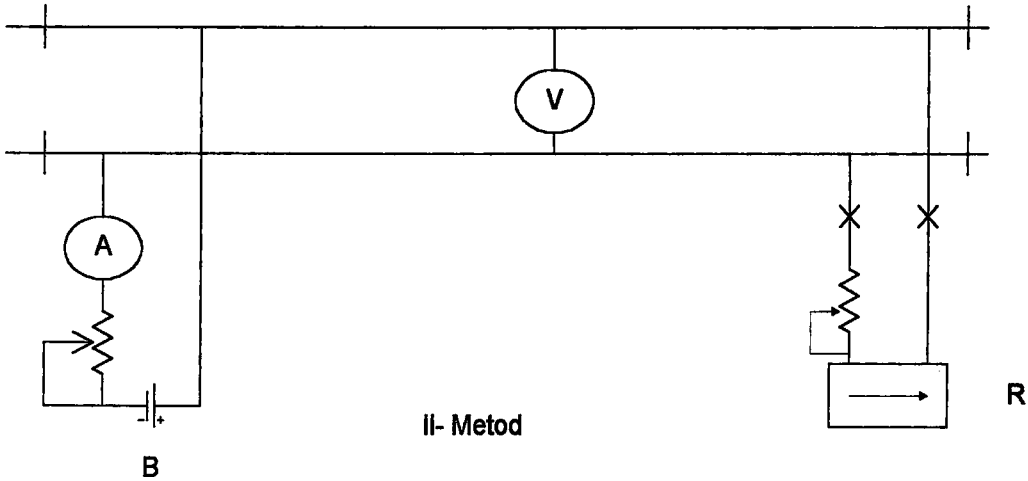
R_b = Balast direnci

R_r = Ray direnci

$$R_b(\Omega) \cdot L(\text{km}) = \Omega(\text{km}) \quad R_r/L = \Omega/(\text{km})$$

II-Metod

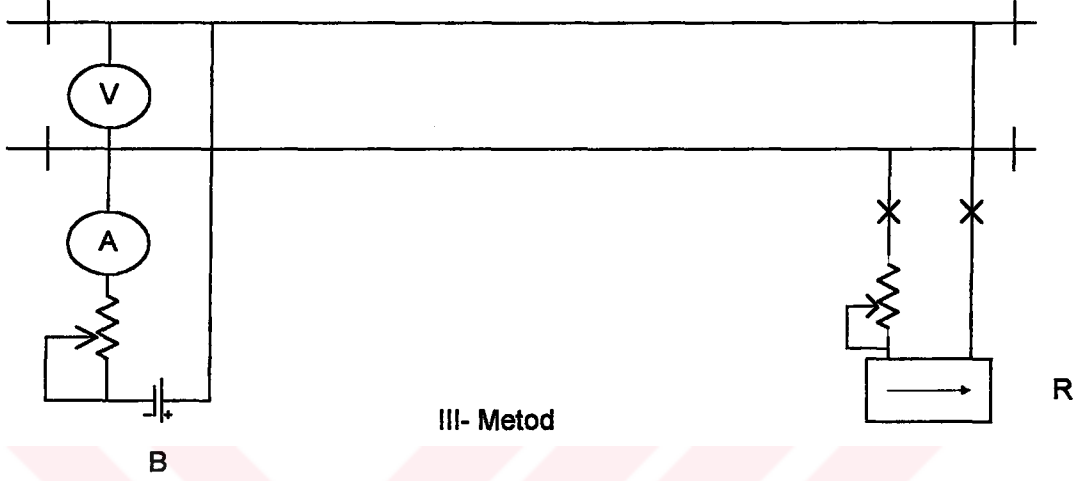
Bu metotta yalnızca balast direnci hesap edilir.



Şekil 4.5. İkinci metod

$$R_b = U/I \text{ (}\Omega\text{)}$$

III-Metod



Şekil 4.6. Üçüncü metod

1. Ölçü: Role tarafı açık devre $R_o = U_o/I_o \text{ (}\Omega\text{)}$

2. Ölçü: Role tarafı kısa devre $R_r = U_r/I_r \text{ (}\Omega\text{)}$

$$\Delta = \sqrt{R_o.R_s}$$

$$B = 1,15 \log(A+R_s)/(A-R_s) = 0,5 \ln(A+R_s)/(A-R_s)$$

$$R_b = A/B \text{ (}\Omega\text{)} \quad R_b(\Omega).L(\text{km}) = (\Omega\text{km})$$

$$G_b = B/A \text{ (1/}\Omega\text{)}$$

$$R_r = A.B \text{ (}\Omega\text{)} \quad R_r/L = (\Omega)/(\text{km})$$

Ölçülen Değerler:

I-Metod

Besleme ucu $I_1 = 2,40 \text{ A}$

$U_1 = 5,85 \text{ V}$

Role Tarafı $I_2 = 1,2 \text{ A}$

$U_2 = 5,30 \text{ V.}$

II. Metod

Role Tarafı Açık Devre $U_0 = 8 \text{ V.}$

$$4 / 10 \text{ L. mesafede} \quad U = 7,96 \text{ V} \quad F_o = 1,8 \text{ A.}$$

$$I_o = 1,8 \text{ A} \quad F_o = 1,8 \text{ A.}$$

Role Tarafi Kısa Devre

$$U_s = 2,36 \text{ V} \quad I_s = 3,62 \text{ A}$$

ÇÖZÜMLER :

I. Metod :

$$R_b = 0,5 (U_1 + U_2) / (I_1 - I_2) = 0,5 (5,85 + 5,30) / (2,40 - 1,2) = 4,64 \Omega$$

$$R_b [\text{km}] = 4,64 * 0,3 \quad (1000 \text{ m. için}) \quad 1,392 \Omega \cdot \text{km}$$

$$R_r = (U_1 - U_2) / 0,5 * (I_1 - I_2) = (5,85 - 5,30) / 0,5 (2,40 + 1,2) = 0,30 \Omega$$

$$R_r [\Omega] / L [\text{km}] = 0,30 / 0,30 = 1 \Omega / \text{km}$$

II. Metod :

$$R_b = U / I = 7,96 / 1,8 = 4,42 \Omega$$

$$R_b [\Omega] * L [\text{km}] \quad (1000 \text{ m. için}) = 4,42 * 0,3 = 1,326 \Omega \cdot \text{km.}$$

III. Metod :

$$\text{Role tarafi açık devre } R_o / I_o = 8 / 1,8 = 4,4 \Omega \quad \log 2,25 = 0,3475 \quad \ln 2,25 = 0,8$$

$$\text{Role tarafi kısa devre } R_s = 2,36 / 3,62 = 0,65 \Omega$$

$$\Delta = \sqrt{R_o \cdot R_s} = 1,69 \quad B = 1,15 \log(1,69 + 0,65) / (1,69 - 0,65) = 1,15 \log 2,25 = 0,5 \ln 2,25$$

$$R_b = 1,69 / (1,15 \log 2,25) = 4,235 \Omega \text{ yada } 1,69 / (0,5 \ln 2,25) = 4,4235 \quad R_b \cdot L (\text{km}) = 1,263 \text{ km}$$

$$G_b = B / A = 0,23 \quad 1 / \Omega \quad R_r = A \cdot B = 0,674 \Omega \quad R_r / L = 0,67 / 0,3 = 2,23 \Omega / \text{km}$$

Sonuç:

I. Metod $R_b = 4,64\Omega$ $R_{b1000m} = 1,392\Omega\text{km}$

$R_r = 0,39\Omega$ $R_{r1000m} = 1\Omega/\text{km}$

II. Metod $R_b = 4,42\Omega$ $R_{b1000m} = 1,326\Omega\text{km}$

III. Metod

$R_b = 4,235\Omega$ $R_{b1000m} = 1,269\Omega/\text{km}$

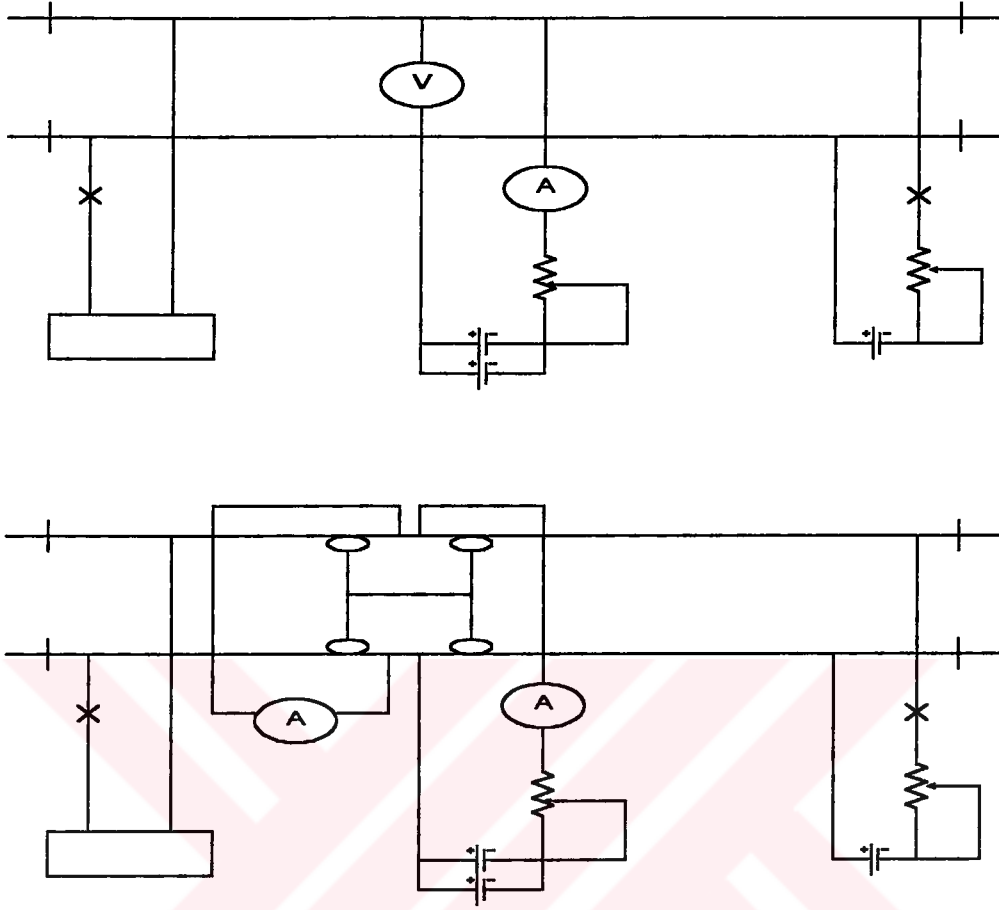
$R_r = 0,67\Omega$ $R_{r1000m} = 2,23\Omega/\text{km}$



4.3. Bir Ray Revresinin Şöntlenmesine Etki Eden Faktörler Şunlardır:

Teçhizatın ağırlığı, raylar arasındaki voltaj, ray devresi rölesinin karakteristikleri, trenin hareket halinde olması veya durması, rayların yaş veya kuru olması, raylar üzerinde yağ, pislik kum, tuz bulunması ,rayların paslı olup olmaması, kullanılan teçhizatın ağırlığı çok mühim bir faktördür. Teçhizat ne kadar ağır olursa şöntleme o kadar iyi olur. Raylar arasındaki voltaj bilhassa raylar paslı ise ve ray yüzeyinde bir pislik tabakası bulunursa mühimdir. Böyle bir tabaka mevcutsa bu tabakanın geçilmesi için büyük bir voltaja ihtiyaç olur . ray devresi rölesinin karakteristikleri daima mühimdir. Ve rölenin bırakma değeri normal çalışma değerinin yüzdesi olarak ne kadar yüksekse şöntleme o kadar iyi olur. dururken şöntleme hareket ederken veya yuvarlanırken yapılan şöntlemeden daima daha iyidir. tecrübe göstermiştir ki yaş rayda şöntleme daha fazladır. Bu muhtemelen tekerlek ile ray arasındaki gayet ince bir su filminden ileri gelmektedir. bazı demiryolları rayı pastan korumak ve yönlemeyi iyileştirmek için yağlarlar. Bu usul mahallerde doğru olabilir. Fakat yağ pislik toplarsa şöntlemeyi bozabilir. Mesela tecrübe ile görüşmüştür ki yataklardan akan ve rayların üstlerinde bulaşan yağ zamanla pislik toplamakta ve tekerleğin yağsız olduğu zamandan daha fena bir şöntleme doğrulmaktadır. kum mükemmel bir izolan maddedir ve muhtelif kum cinsleri arasında bu bakımdan fark yoktur. Halen rayların üstünde kum bulunduğu taktirde tatmin edici bir şöntleme elde edilmemektedir.

Genellikle 0.06 ohm' u standart şönt değeri olarak kabul etmiştir ve bu değer ray devrelerinin şöntleme hassasiyetinin tayini için bir standart değer olarak kullanılır. bu demektir ki bir trenin ray üzerindeki şöntü 0.06 ohm.u geçmemelidir. Bir ray devresinin mutlak şöntleme hassasiyeti 0.06 ohm. veya daha fazla olmalıdır. Bir ray devresinin mutlak şöntleme hassasiyeti raylar arasında bir direnç koyarak ölçülür. Direnç doğru akım ray devresi rölesini bırakacak surette ayarlanır. Kodlu ray devresi kullanıldığında ray şöntleme direnci o şekilde ayarlanmalıdır ki kod takip eden role çekemesin. Bu gaye için hususi şöntleme rezistansları yapılmıştır. Tren şönt derencini bulmak için aşağıdaki düzener ve formüller kullanılabilir.



Şekil 4.7-8. Trenin şönt direncinin bulunması için kurulan düzenek

Birinci şekilde $R = V/I =$ Balast ve voltmetrenin ortak direnci

İkinci şekilde $R_1 = V/I =$ Balast, voltmetre ve tren şöntünün ortak direnci

$R_2 = 1/(1/R_1 - 1/R) =$ Tren şönt direnci

Örnek: $R = 5\Omega$ $R_1 = 0,059\Omega$

$1/R = 1/R_v + 1/R_b$ $1/R_1 = 1/R_v + 1/R_b + 1/R_s$

$1/R_s = 1/R_1 - 1/R$

$R_2 = 1/(1/0,059 - 1/5) = 0,0597\Omega$

Ray devrelerinin şöntlenmesine tesir eden en mühim faktör ray ile tekerlekler arasındaki temas direncidir. Bu temas direnci ray yüzeyine tabi olarak çok değişebilir.

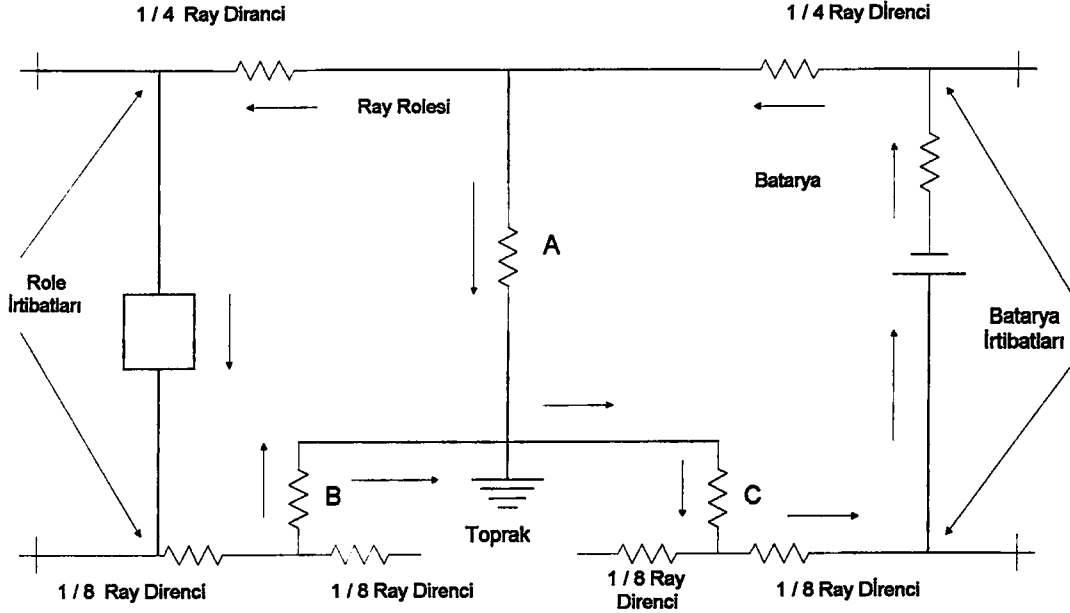
Genellikle rayların temiz tutulduğu ve ağır teçhizatın kullanıldığı cari hatlarda , şöntleme uzunluğuna rastlanmaktadır. Zorluğu daha ziyade günde ve hatta haftada bir kaç defa kullanılan ictinab hatları ve S- makaslarında tesadüf edilmektedir.

Bir dizel lokomotifinin bir dingilinin ve bir çift tekerleğinin direncini bulmak için tecrübeler yapılmıştır. Bu direnç değeri 0.000013 ohm. bulunmuştur. Tecrübenin yapılmasında irtibat sağlanmak üzere tekerlek bandajlarında kuvvetli klemensler kullanılmıştır. Tekerlekler 60 ila 80 ton gibi yüksek bir tayık ile dingile bastırılmış ve böylece gayet alçak dirençli bir şönt devresi temin olmuştur. Yine bu lokomotife aynı tekerlek ve dingilin lokomotif hatta dururken şönt direncini bulmak üzere tecrübeler yapılmıştır. Bu tecrübeler göstermiştir ki bir çift tekerleğin ray üzerindeki ortalama şönt direnci 0.00271 ohm' dur.

4.4. Kırık Raya Karşı Koruma:

Genel olarak bir ray devresinin uzunluğu talep edilen şöntleme hassasiyetine bağlıdır ve kırık raya karşı koruma istenip istenmemesine göre sınırlanır. Ray devresinin uzunluğunu batarya ile hat arasında müsaade edilen minimum dirençde sınırlar. Doğru akım ray devrelerinin uzunluğunu sınırlayan diğer bir faktör yabancı akımdır. Yabancı akımlardan dolayı yanlış çalışmayı önlemek için ray devreleri kısa yapılır.

Bir ray devresinin kırık rayı kontrol edebilmesi için kırık mahallinde raydan geçen elektrikli devrenin açılması lazımdır. Eğer ray kırıldığında kırığın iki tarafındaki ray parçaları temas ederlerse kırık belirmez.



Şekil 4.9 Kırık rayın ray devresinde görünüşü

Bu şekilde devredeki çeşitli unsurları ve mevcut batarya akımının bir kısmının ray rolesinden geçip balast kaçak devresinden atlayarak bataryaya döndüğünü göstermektedir.

Şekilden kırık ray halinde röleden geçecek akımın batarya voltajı, bataryadan raylara kadar toplam l direnç , ray direnci , balast direnci röle irtibat telleri direnci ve ray rölesi direnci gibi çeşitli faktörlere bağlı olacağı anlaşılmaktadır.

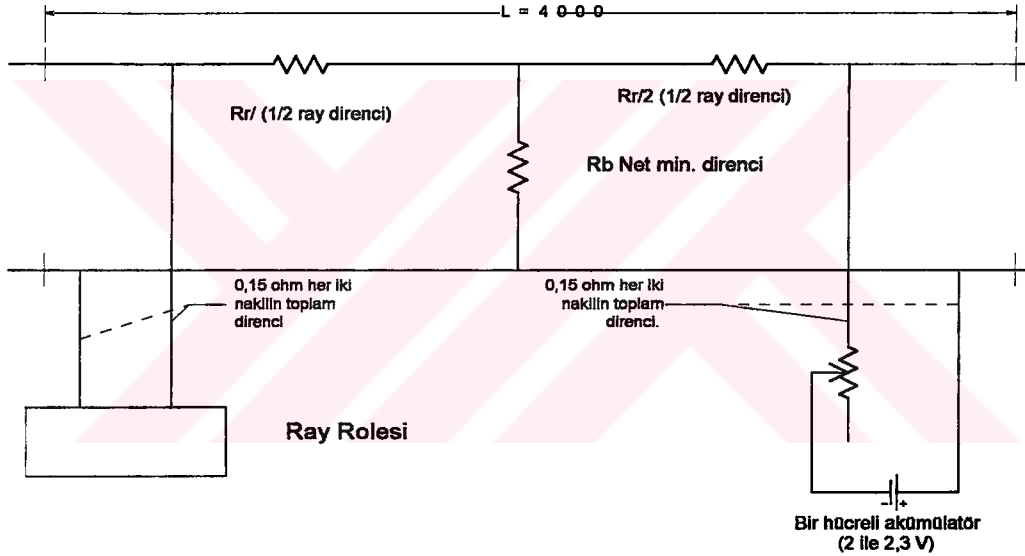
Hesaplarla gösterilebilir ki kırık raya karşı koruma bakımından en fena kırık ray devresinin ortasında bulunan kırıktır. Kırık devrenin uçlarına doğru yaklaştıkça kırık raya karşı koruma daha iyileşir.

Kırık raya karşı korunma bir kıyasla kullanılan ray rolesinin karakteristiklerine tabidir. Belli bir noktaya kadar röleyi tesirsiz yapmak, yani bırakma yüzde değerini değiştirmeden çalışmak üzere fazla güce ihtiyaç gösterecek surette yapmak kırık raya karşı korumayı iyileştirir.

Eğer bir hatta kırık raya karşı korunma elde edilemiyorsa durum şu konuların incelenmesi ile düzeltilebilir.

- 1-Ray devresini uzunluğunu kısaltınız.
- 2-Rölenin normal çalışma değerine göre yüzde olarak bırakma değeri ne kadar yüksek ise kırık ray karşı korunma o kadar iyi olur.
- 3-Balast şartlarını düzeltiniz. Bu şekilde batarya ile hat arasında daha fazla direnç konulması mümkün olur.
- 4-Daha düşük dirençli ray raptiyeleri kullanarak ray direncini küçültünüz.
- 5-Eğer mümkünse ray devresini beslemek üzere daha düşük voltajda batarya kullanınız.

Basitleştirilmiş doğru akım ray devresi hesapları:



Şekil 4.10 Ray devresi

4000 inç ray devresi

Ray rolesi

4 ohm , süratli role

Çalışma akımı : 0,100 A

Bırakma akımı : 0,057 A

Bırakma akımının %85 ' i 0.048 A.

Ray direnci

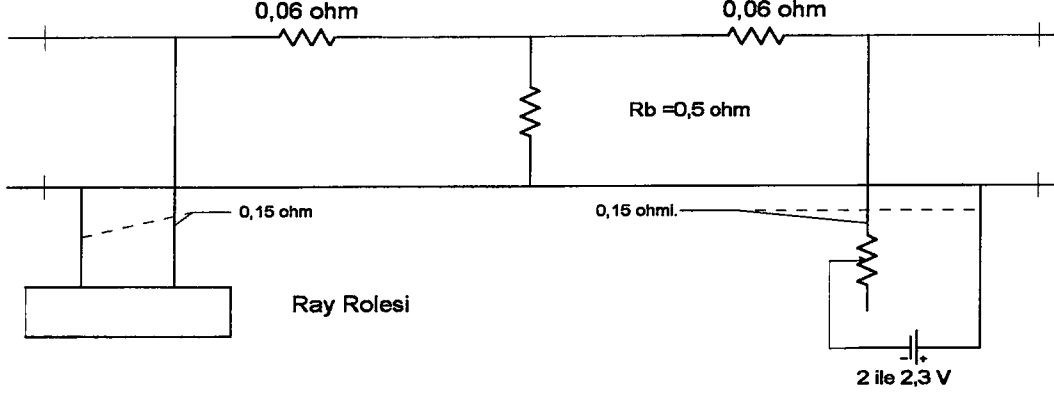
0,03 ohm/1000 inç (Raptiyeler ray mantarında)

Toplam ray direnci $R_r = 0,03 * 4 = 0,12 \text{ ohm}$. $R_r / 2 = 0,12 / 2 = 0,06 \text{ ohm}$

Minimum balast direnci: 2 ohm/1000 inç

Toplam minimum balast direnci $R_b = 2/4 = 0,5 \text{ ohm}$

Yukarıdaki değerleri kullanırsak devre aşağıdaki gibi olur



Şekil 4.11. Balast direnci

minimum balast direnci halinde:

Ray rolesinin gerilim = $4 \text{ ohm} * 0,1000 \text{ A} = 0,4 \text{ V}$

Ray rolesi irtibat tellerinde gerilim düşümü = $0,15 \text{ ohm} * 0,100 \text{ A} = 0,015 \text{ V}$

Rayların 1/2'sinde gerilim düşümü = $0,06 \text{ ohm} * 0,100 \text{ A} = 0,006 \text{ V}$

Net balast direnci uçlarında voltaj = $0,421 \text{ V}$

Net balast direncinden akan akım = Roleden geçen akım + balasttan geçen akım = $0,100 \text{ A} + 0,84 \text{ A} = 0,94 \text{ A}$

Bu toplam akım ray devresinin beslenme ucundaki 1/2 toplam ray direncinden geçen ve $0,06 \text{ ohm} * 0,94 \text{ A} = 0,0564 \text{ V}$ 'luk bir gerilim düşümüne sebep olur.

Devrenin beslenme ucunda toplam gerilim = $0,421 \text{ V} + 0,0564 \text{ V} = 0,477 \text{ V}$

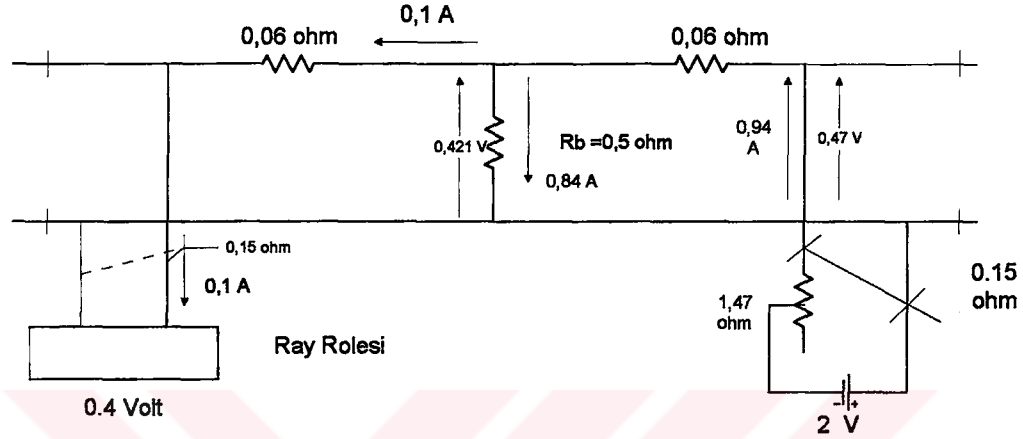
Bataryada minimum gerilim = $2,0 \text{ V}$

Bataryadaki minimum gerilimden rayın beslenme ucundaki toplam gerilim çıkarılırsa batarya irtibat tellerinde ve rezistansda müsaade edilecek toplam gerilim düşümü $2 - 0,477 = 1,523 \text{ V}$ bulunur.

Batarya ile ray arasında toplam direnç = $1,523 \text{ V} / 0,94 \text{ A} = 1,62 \text{ ohm}$ olur.

Batarya irtibat tellerinin direnci 0,15 ohm olduğundan batarya ucundaki rezistans $1,62-0,15=1,47$ ohm bulunur.

Yukarda hesaplanan değerler ile devre şu şekli alır.



Şekil 4.12. Ray direnci

Batarya voltajı 2,3 V iken ray devresi rolesinden geçen akım $2,3 \text{ V} / 2 \text{ V} * 0,100 \text{ A} = 0,115 \text{ A}$, bataryadan geçen akım $2,3 \text{ V} / 2 \text{ V} * 0,94 \text{ A} = 1,08 \text{ A}$ olacaktır.

Batarya gerilimi 2,3 V iken ray devresi batarya ucundan işgal edilirse devreden geçen akım $2,3 \text{ V} / 1,62 \text{ ohm} = 1,42 \text{ A}$ olacaktır.

Balast direncinin sonsuz olması halinde devrenin toplam direnci şöyle olacaktır.

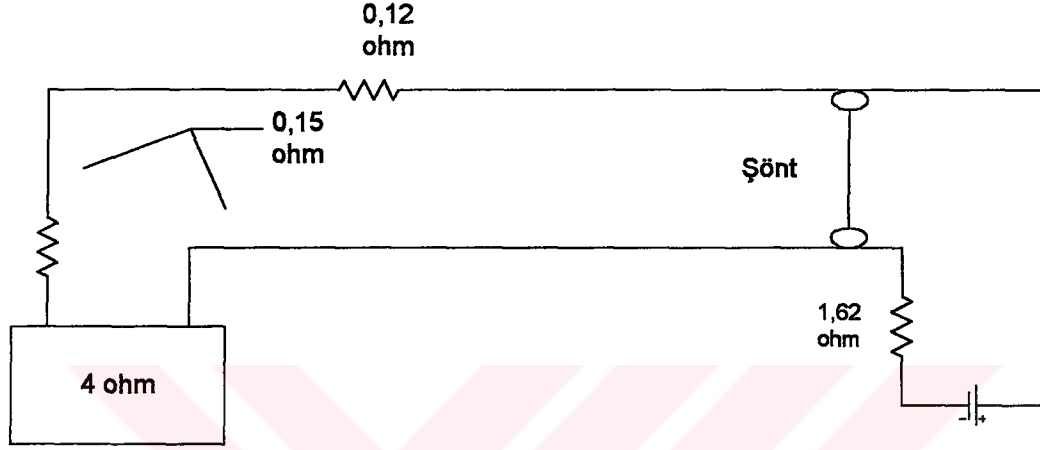
Role	4 ohm
Role irtibatları	0,15 ohm
Ray	0,12 ohm
Batarya irtibatları	0,15 ohm
Batarya rezistansı	1,47 ohm
	+
	5,89 ohm
Toplam	5,89 ohm

Batarya gerilimi 2,3 volt ve sonsuz balast direnci halinde ray rolesinden geçen akım $2,3 \text{ V}/5,89\Omega=0,390 \text{ A}$ olacaktır.

Mutlak şöntleme duyarlılık hesabı şu şekilde yapılır:

Hesaplar 2,3 V batarya gerilimi ve sonsuz balast direnci için yapılmıştır.

Role ucundan şöntleme aşağıdaki gibi olacaktır.



Şekil 4.13. Batarya ucundan şöntleme

Roleden düzenli bırakma akım değerinin %85'inin (0,048 A) geçtiğini kabul edelim.

Role direnci	4 Ω
Role irtibatları direnci	0,15 Ω
	+

	4,15 ohm

Buna göre raylardaki şöntleme gerilim $0,048 \text{ A} \cdot 4,15 \Omega = 0,199 \text{ V}$ olur

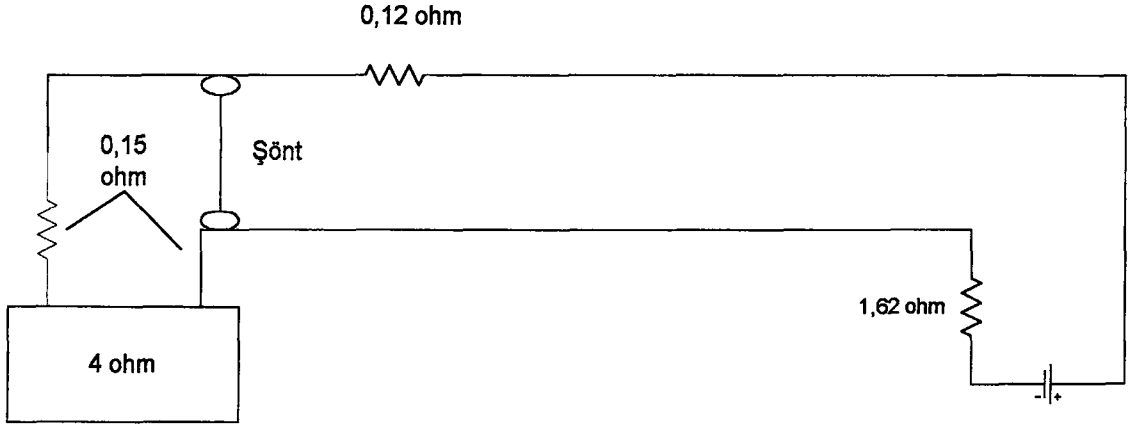
Raylar batarya irtibat nakilleri ve $0,12 \Omega + 1,62\Omega = 1,74\Omega$ olan batarya ile raylar arasındaki rezistanstaki toplam gerilim düşümü $2,3 \text{ V} - 0,199 \text{ V}$ 'dir.

Bataryadan geçen akım $2,101 \text{ V}/1,74\Omega = 1,206 \text{ A}$ dır.

Şöntten geçen akım buna göre $1,206 \text{ A} - 0,48 \text{ A} = 1,158 \text{ A}$ olacaktır.

Bu şönt değeri roleden ancak 0,048 A olan bırakma akımını geçirir.

Batarya ucundan şöntleme devre aşağıdaki gibi olacaktır.



Şekil 4.14. Role ucundan şöntleme

Roleden düzenli bırakma akım değerinin %85'inin (0,048 A) geçtiğini kabul edelim.

Role direnci	4,0Ω
Role irtibat nakilleri	4,15Ω
Role direnci	0,12Ω
	+
	4,27Ω

Buna göre raylardaki şöntte gerilimin değeri: $0,048 \text{ A} \cdot 4,27 \text{ } \Omega = 0,205 \text{ V}$ olur

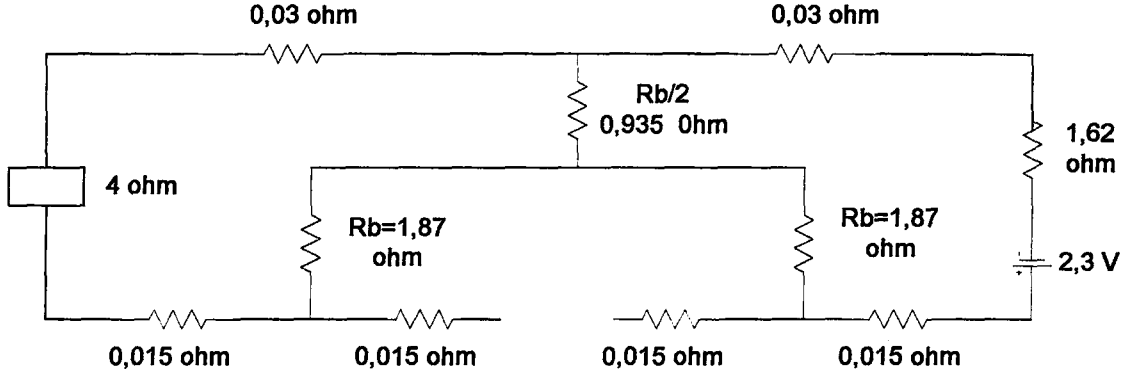
Rezistans ve batarya irtibat nakillerinde voltaj düşümü: $2,3 \text{ V} - 0,205 \text{ V} = 2,095 \text{ V}$

Bataryadan geçen akım $2,095 \text{ V} / 1,62 \Omega = 1,294 \text{ A}$

Şöntten geçen akım $1,294 \text{ A} - 0,048 \text{ A} = 1,246 \text{ A}$

Şöntün direnci $0,205 \text{ V} / 1,246 \text{ A} = 1,645 \Omega$

Kırk raya karşı koruma hesabı şöyle yapılır.



Şekil 4.15. Kırık raya karşı koruma hesabı

Devrenin ortasında rayda bir kırık olması halinde roleden maksimum akım geçtiğine göre balastın durumunu veren formül şöyledir.

$$R_b = \frac{(R + 3/8R_r)(u + 3/8R_r)}{2}$$

Burada: R = Role ve irtibat nakillerinin direnci

R_r = Devrenin toplam ray direnci

R_r = Rezistans ve batarya irtibat nakillerinin direnci

Yukarıdaki formülde değerleri yerine koyarsak: $R_b = 1,87\Omega$ bulunur.

Bu değer yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Ray devresi rolesinden kabul edilen bırakma akım şiddetinin %85'nin (0,048 A) geçtiğini kabul edelim. Bu akım şu dirençten de geçecektir:

Role ve irtibat nakilleri	:4,15 Ω
Ray direnci	0,015 Ω
Ray direnci	0,030 Ω
R_b	+ 1,87 Ω
	<hr/>
	6,065 Ω

$R_b / 2'$ nin uçlarındaki gerilim: $0,048 \text{ A} * 6,065 \Omega = 0,291 \text{ V}$

$R_b / 2'$ 'den geçen akım : $0,291 \text{ V} / 0,935 \Omega = 0,312 \text{ A}$ olacaktır. Bu akım şu dirençten geçerek bataryaya dönecektir.

Batarya rezistansı	1,47 Ω
Batarya irtibat nakilleri	0,15 Ω
Ray direnci	0,03 Ω
Ray direnci	0,015 Ω
R_b	1,87 Ω
	+
	<hr style="width: 50%; margin: auto;"/> 3,535 Ω

Bu dirençlerde gerilim düşümü: $0,360 \text{ A} * 3,535 \Omega = 1,271 \text{ V}$

Toplam gerilim düşümü: $1,271 \text{ V} + 0,291 \text{ V} = 1,562 \text{ V}$

Bataryadan 2,3 V elde edilebildiğinden ray rolesinden geçen akım $2,3 \text{ V} / 1,562 \text{ V} * 0,048 \text{ A} = 0,0706 \text{ A}$ olacaktır. Bu akım şiddeti rolenin kabul edilen bırakma değerinin %85'inden büyüktür. Bu itibarla bu devrede kırık raya karşı korunma elde edilemez.

4.5. Alternatif Akım Ray Devreleri

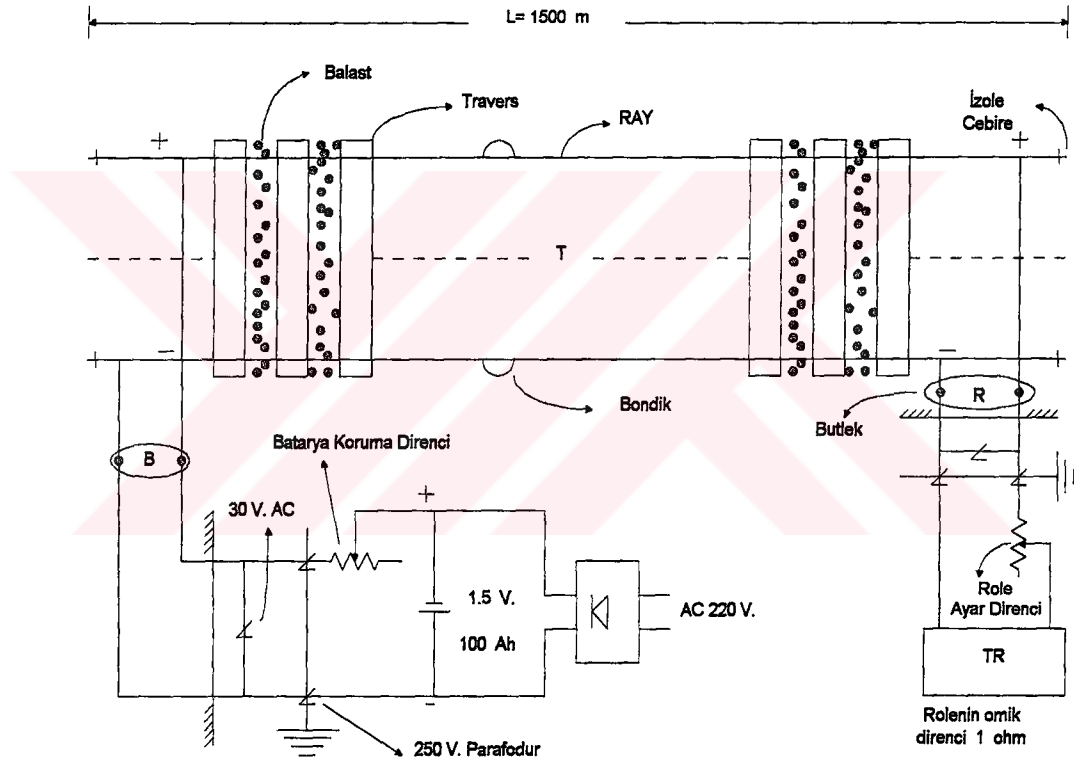
Elektrikli demiryollarında cer dönüş akımının kötü tesirini önlemek gayesi ile alternatif akım ray devreleri geliştirilmiştir. Alternatif akım ray devreleri doğru akım ray devreleri gibi izole contalarla ayrılmış bir hat transformatörü vasıtasıyla veya kombine bir hat-ray transformatör enerjyi raylar üzerinden bir alternatif akım rolesine iletir.

Alternatif akım ray devreleri pratikman cer akımına ve kaçak yabancı akımlara karşı korumalıdır. Elektrikli işletmede alternatif akım ray devresinin kullanılması bir mecburiyettir, zira sinyal akımı ve cer dönüş akımı aynı raylar üzerinden geçer. Ray devresindeki akımın bir raydan diğer raya sızmasını asgariye indirmek için düşük bir

voltaj seçilmesi lazımdır. Giriş voltajı role tipine, ray devresinin boyuna ve diğer çeşitli şartlara bağlıdır.

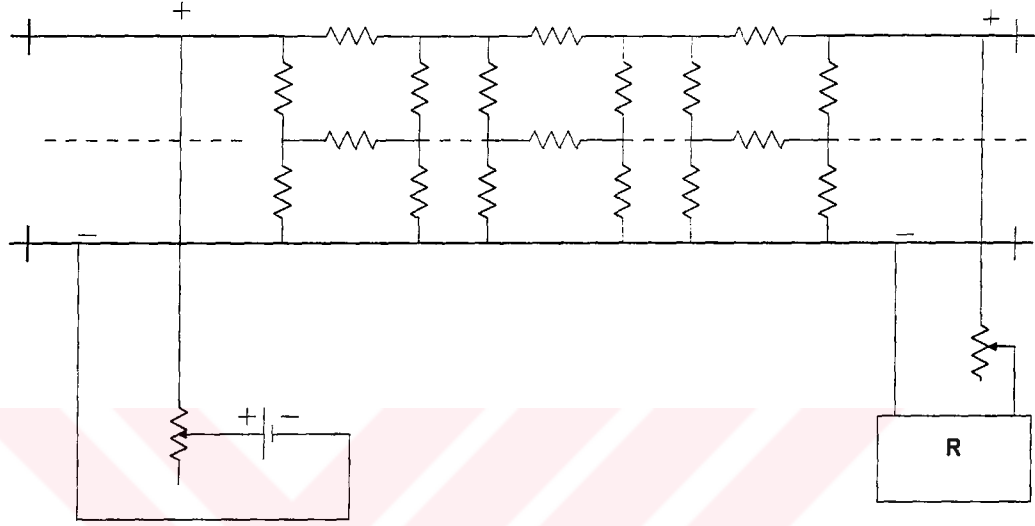
Bu tip ray devresinde rolelerin kaçak akımlara karşı pratikman muaf olması edilebilmeleri nedenlerinden dolayı kullanılması yaygınlaşmıştır. Genelde uçtan beslemeli yapırlar.

4.6 Elektrifiye Olmayan Bölgelerde Ray devreleri:



Şekil 4.16 Ray devreleri

Yukarıda şekilde görülen hat kısmı 1,5 V'luk 100Ah'lik bir akü ile beslenmekte ve hat bölgesinin diğer ucunda ise bu hattı kontrol eden bir role bulunmaktadır, Ray devresinde bulunan balast ve travestler, bu devreye seri ve paralel olarak bir direnç teşkil etmektedirler. Yukarıdaki devreyi temsil olarak şu şekli gösterebiliriz.



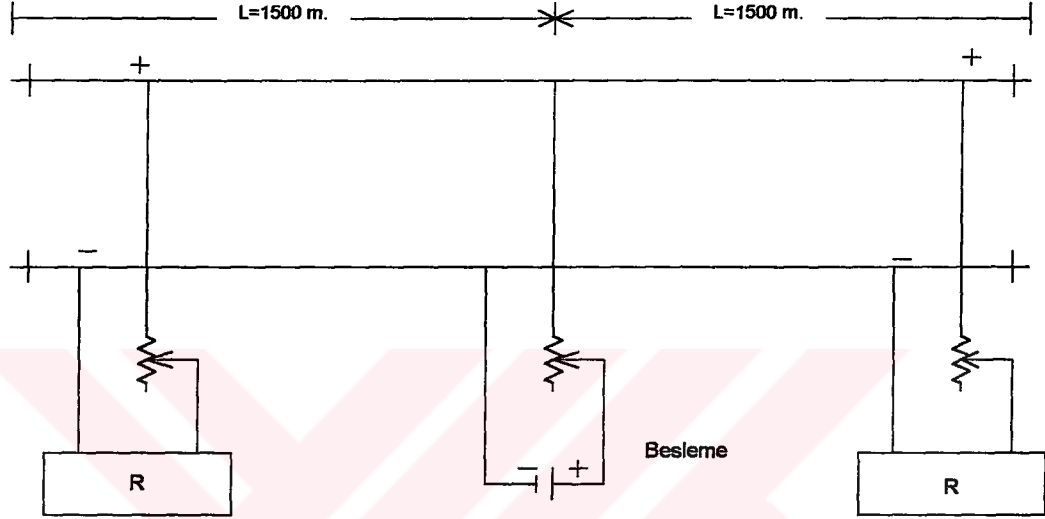
Şekil 4.17. Ray, balast ve travestlerin elektriki temsili

Bütün bu hat dirençlerinin toplamı normal şartlarda yaklaşık olarak 2 ohm'dur. Besleme noktasından itibaren her traveste bu dirençlerden dolayı bir gerilim düşümü olacak, uç noktadan 1,25 V ile beslenen batarya butlek çıkışı, role butleğinde 0,50 ile 0,60 volta düşecektir. Trak rolesinin çekme akımı minimum 240 mA olup, çekme voltajı : $V=I \cdot R=0,24 \cdot 1=240$ mV olacaktır.

Yukarıda belirtilen balast direnci, yolun su ve çamur içerisinde kalması , balast kalitesinin düşmesi gibi nedenlerle düşmekte ve bu surette rolenin düşmesine neden olmaktadır. Bu ise trak bölgesinde tren varmış gibi görüneceğinden, yön arızasına neden olacaktır. Tren trak bölgesine basınca hattı kısa devre yapar ;role düşer, rolenin kontaklarından kumanda merkezinde istasyon aralarındaki hattı caride tren olduğu görülür. Bu bloğu kontrol eden sinyallerin rengi kırmızı olur.

Rolenin düşme testi ise 0,06 ohm'luk bir iletken ile iki rayın kısa devre yapılması ile olur.

Ortadan Beslemeli Ray Devresi (Elektifiye Olmayan Bölge)



Şekil 4.18. Ortadan besleme (elektifiye olmayan bölge)

Yukarıda görüldüğü gibi ortadan beslemeli tracklarda batarya beslemesi trackın orta noktasında olmakta ve track bölgesinin her iki ucunda birer adet hattı kontrol eden role bulunmaktadır. Bu suretle track bölgesi uçtan beslemenin iki katı yani 3000m olmaktadır. Besleme gerilimi yine 1,5 V 100Ah 'lık nikel kadmiyum akü ile yapılmaktadır. Tabii ki akü 1,5V ;2,2A çıkışlı bir redresörle tampon sarj yapılmaktadır.

“OS bölgesi” istasyonun giriş ve çıkış sinyalleri arasında kalan, üzerinde merkezden kumandalı, elektrik kilitli , devre kontrolörlü toplu makaslar bulunan bölgeye denir. Tüm OS bölgesi canlı bir elektrik devresidir. Tren hangi noktaya basarsa bassın bataryayı kısa devre edecek ve OS 'e ait track rolesini düşürecektir.

OS ı besleyen batarya yine 1,5 V 100 Ah nikel kadmiyum aküdür. Akü 1,5 V 2,2 A maksimum akım verebilen bir redresörle tampon sarj yapılmaktadır. Trak rolesi ise 1 ohm omik dirençli, 240 mV gerilimle çekebilen bir hayati roledir.

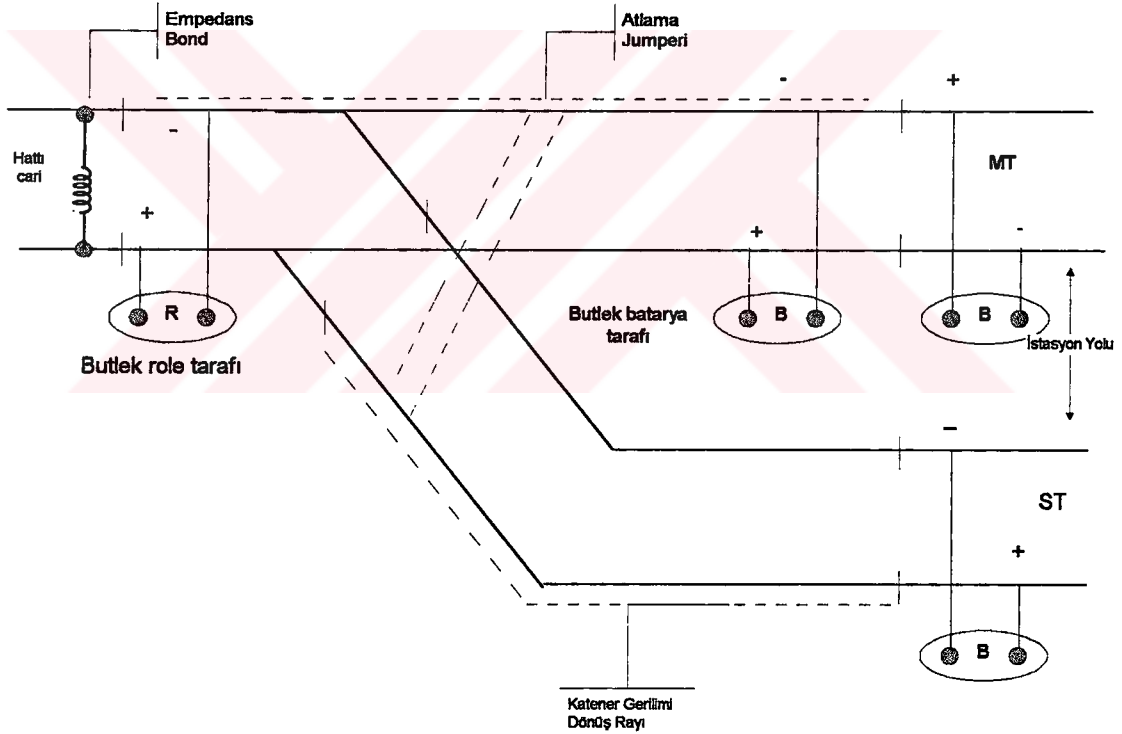


4.6. Elektrifiye Edilmiş Bölgelerde Kullanılan AC ve DC Ray Devreleri

4.6.1. DC Ray Devreleri :

Bunlar istasyon içi yollar ve OS bölgelerinin kontrolünü sağlayıcı ray devreleridir. Elektrifikasyon bölgelerinde teşkil edilen OS'ler paralel OS devreleridir. Bunun nedeni rayın bir tanesinin 25 kV'luk katener geriliminin, dönüşünün yani nötrünün raydan devresini tamamlamasıdır.

Aşağıda elektrifikasyon bölgesinde teşkil edilen basit bir OS devresi görülmektedir.



Şekil 4.6.1 Bir OS devresi

OS devresinin beslenmesi yine 1,5 V'luk 100 Ah NC akü ile yapılmaktadır. Devrede iki adet çıkış ve yük akımlarını ölçmeye yarayan ölçü klipsleri, batarya koruma direnci, bir adet AC'yi tıkayan reaktör bobini ve 6 A'lik sigorta bulunmaktadır. Role tarafında ise bir adet 6A'lik sigorta ve role ayar direnci bulunmaktadır.

Trak rolesi 0,65 ohm 'luk bobin direnci olan bir hayati roledir. Rolenin minimum çekme akımı 370 mA,normal çalışma akımı 585 mA olup minimum çekme gerilimi :

$$V_{\min} = I_{\min} * R = 0,37 * 0,65 = 240 \text{ mV}$$

$$\text{Normal çalışma gerilimi ise: } V_n = I_n * R = 0,585 * 0,650 = 380 \text{ mV dur.}$$

Trak üzerine gelen yabancı gerilimlere karşı koruma için iki uç arasında 30V' AC, her uç ile toprak arasında ise 250V AC parafudur konmuştur. Eğer bir hat zemindeki gerilim 30 V'un üzerinde ise 30 V'luk parafudur gerilimi kendi üzerinden kısa devre edecek ; eğer bir uç ile toprak arasındaki gerilim 250 V'tu aşarsa bu gerilim toprağa atılacaktır.

İstasyon içi yolun beslenmesi ise 3 V DC olup rolesi istasyonun öbür ucundaki role evindedir. Bu role ise trak rolesinin aynısıdır,yani 0,65 ohm 'luk hayati roledir.

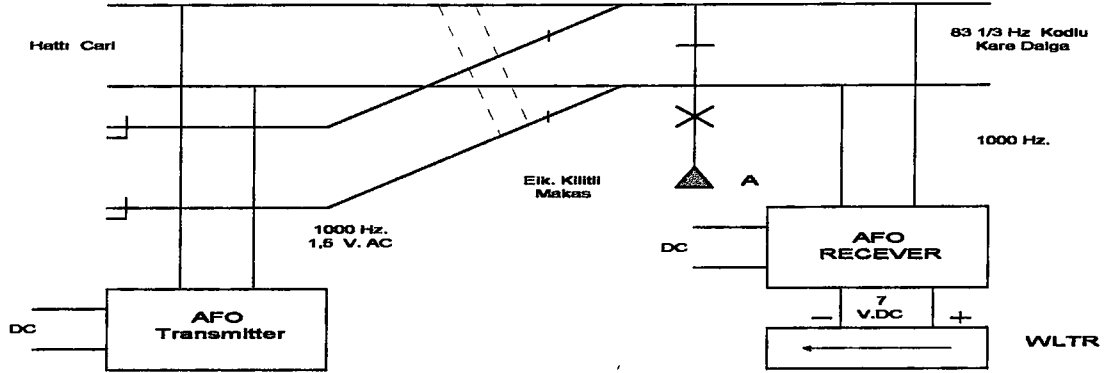
4.6.2. AC Ray Devreleri :

Bu devreler istasyonlar arası blokları besleyen kodlu kodsuz 83_{1/3} ,183 ,1000, 1640 Hz vb. frekansla beslenen ray devreleridir.

Aşağıda uçtan ve ortadan beslemeli AC ray devreleri gösterilmektedir. Bu devrelerin bazılarında AFO bindirme vardır. Normal blok beslenmesi 83 1/3 Hz kodlu kare dalga olan bir ray devresinde aynı zamanda AFO kullanmanın nedeni hattı cari üzerinde bulunan elektrik kilitli makas bölgesinin kontrolü amacıyla yapılmıştır.

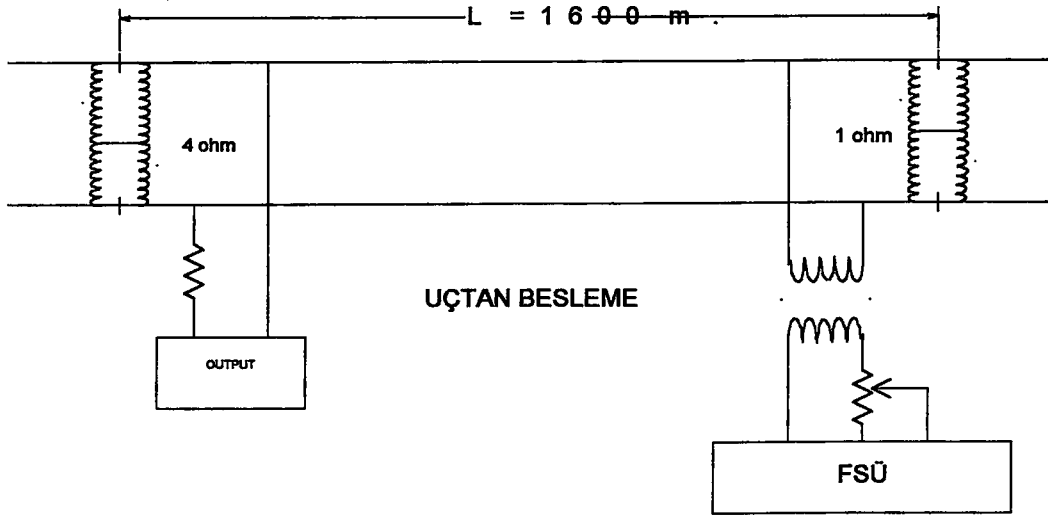
AFO devreleri bir gönderici (Transmitter), bir alıcı (Receiver) üniteden oluşur. Frekansları 1000,1640, 2800 Hz vb. olup alçak ve yüksek güçlü olmak üzere iki sınıftır. Alçak güçlü olanlar elektrifiye edilmemiş bölgelerde blokta tren olup olmadığını gösteren BKR role devrelerinde kullanılır. Yüksek güçlü olanlar hemzemin geçit korumalarında ve elektrik kilitli makas bölgelerinin beslenmesinde kullanılır.

Yukarıda gösterilen devrede AFO trasmitter.DC 10 V ile beslenen sinüsoidal 1000 Hz çıkış yapan bir kattır. AFO alıcı ise bu 1000 Hz'lik sinyali alıp 5~9V Dc çıkış yaparak WLTR adını verdiğimiz roleyi çektirir.

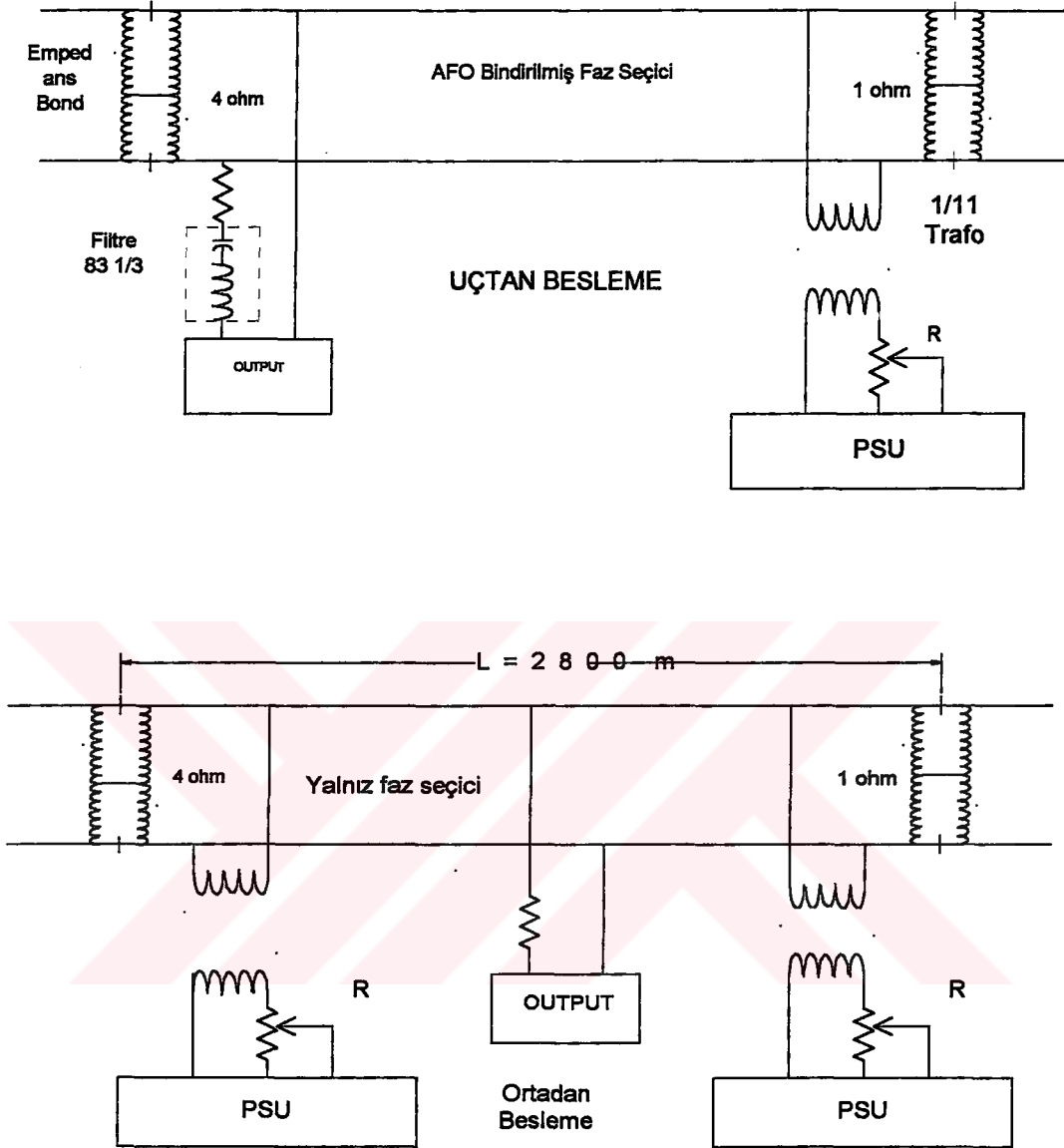


Şekil 4.6.2 AFO bindirmeli ray devresi

Bunun konulmasının sebebi tren bu bölgeye basınca elektrik kilitli toplu makasın çevrilebilmesidir. Tabii ki bu makasın çevrilmesi dispeçer müsadesi ile olacaktır. Eğer tren AFO devresine basmamışsa elektrik kilitli toplu makasın elektrik kilidi çözülmeyeceğinden makas çevrilemeyecektir. Tabii ki arıza düğmesindeki kurşun koparılmamışsa.



Şekil 4.6.2. Bir uçtan beslemeli ray devresi

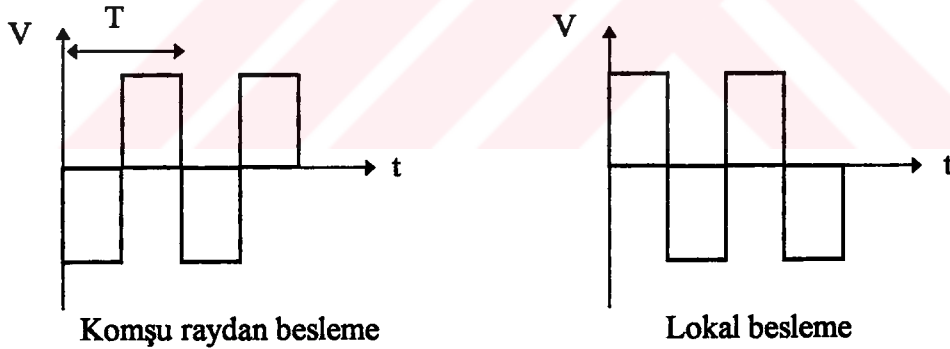


Şekil 4.6 3-4 Empedans bond

Yukarıda görüldüğü gibi uçtan beslemeli devrelerde empedans bond output tarafında 4Ω , role tarafında ise 1Ω empedanslıdır. Bunun görevi 50 Hz katener beslemesi dönüşüne karşı direnç göstermeyip $83\frac{1}{3}$ Hz veya yukarıdaki frekanslara ise besleme tarafında ise 4Ω , faz seçici tarafında ise 1Ω empedans göstermesidir. Eğer katta AFO devresi varsa $83\frac{1}{3}$ Hz'lik bir bant geçiren filtre output çıkışına bağlanır.

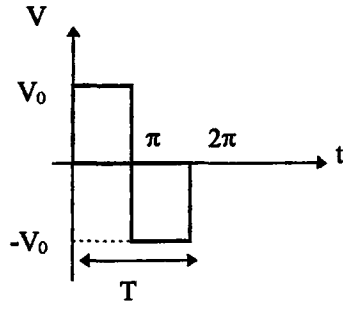
Bu sistemin kurulmasının amacı aynı zamanda raydan 25 kV'luk ger dönüş akımının geçmesidir frekansın 83 1/3 Hz seçilmesi ise harmoniklerin olmamasıdır. Sinyalin kodlu olması ise aynı zamanda devrede bulunabilecek AFO devrelerinin sağlıklı çalışması ve seçiciliğinin artırılmasıdır. Hatta verilen sinyal trafodan geçtikten sonra PSU adını verdiğimiz faz seçici üniteye uygulanır. Bu ünite lokal 83 1/3 Hz 55V kare dalga ile hattın gelen kodlu kare dalgayı mukayese ederek flaşör kod takipçisi roleyi çalıştırır.

Enventör sürücüsü 20 V_{pp} sabit çıkış yapan bir kare dalga osilatörüdür. PSU (Faz seçici cihaz) PSU nun diğer bir görevi de izole cebire kırılmasında komşu ray devresinden beslenerek arada tren varmış gibi gösterip rolenin düşmesine ve orada arıza olduğunu bildirmesine yaramaktadır. Bu sebeple trak ile komşu trakların fazları birbiriyle daima ters olarak dizayn edilir. İzole cebirenin kırıldığını ve komşu raydan beslenme olduğunu farz edelim:



Şekilde görüldüğü gibi komşu raydan gelen dalga ile lokal dalga arasında 180°'lik faz farkı olduğundan darbe süresince PSU'daki transistörlerin her ikisi de iletimde olacağından PC250 P rolesinin her iki bobininden de akım geçerek bu iki magnetik alan birbirini ifna edip role çalışmayacaktır. Darbe kesikken yine lokal enerjiden role ters durumda yatık kalacağından role çalışmaz ve arada tren varmış gibi arıza gösterir.

Şimdi AC ray devrelerinde balast direncinin nasıl hesap edilir.



Şekil4.6.5. Kare dalga

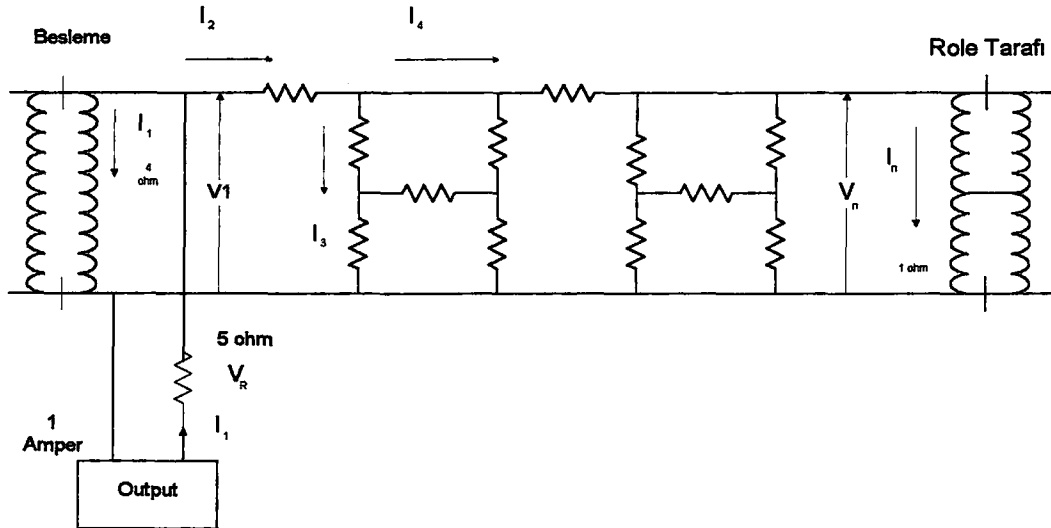
Şekildeki kare dalganın etkin değeri:

$$V_k^2 = \frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt$$

$$V_k^2 = \frac{1}{T} \left[\int_0^{\frac{T}{2}} v_0^2 dt + \int_{\frac{T}{2}}^T (-v_0^2) dt \right] = \frac{1}{T} * v_0^2 * T = v_0^2$$

$$V_k = v_0$$

olduğundan AC Voltmetre ile direk v_0 değerini okuyabiliriz.



Şekil 4.6.6. Ray devresinin elektriki olarak modellenmesi

Çıkış 8 V. olsun ; koruma direnci üzerine düşen gerilim 3 V: olsun .Besleme noktasındaki V_1 geriliminin AC Voltmetre ile ölçünce 4 V. okunsun. Bu durumda yer altı kablosuna düşen genlim :

$$V - V_R - V_1 = 8 - 3 - 4 = 1$$

$$I_T = V_R / R_K = 3 / 0.5 = 6 \text{ A.}$$

$$I_1 = V_1 / Z_1 = 4 / 4 = 1$$

$$I_2 = I - I_1 = 6 - 1 = 5 \text{ A. olur.}$$

$V_n \Rightarrow$ Voltmetre ile ölçüldüğünde 2 V. görülsün.

Buna göre $I_n = V_n / Z_2 = 2 / 1 = 2 \text{ A. olur.}$

Buradan $\sum I_B = I_1 - I_n = 5 - 2 = 3 \text{ A. olacaktır.}$

Bundan sonra iş balast direncini bulmaya kaldı:

$$\sum V_B = V_1 - V_n = 4 - 2 = 2 \text{ V.}$$

$$\text{Buradan } R_B = \sum V_B / \sum I_B = 2 / 3 = 0.66 \Omega$$

$$R_B = 0.66 \Omega \quad \text{bulunur}$$

4.7. 80 Hz Ray Kodlu Devresi

80 Hz kodlu ray devresi , 50/60 Hz'in güç frekansı meydan vermemek üzere 80 Hz taşıyıcı dalga kullanılarak karakterize edilmiştir. Mükemmel gürültü geçirmezlik sağlanabilmesi için taşıyıcı dalga 2,5 veya 4 Hz'in kare dalgası ile genlik modülasyonu yapılmıştır. Bu nedenle cihaz elektrifike edilmemiş ve DC elektrifiye edilmiş ve AC elektrifiye edilmiş bölümlerde kullanılabilir. Cihaz konfigürasyonu basittir ,kolaylıkla ayarlanır.

4.7.1 Nitelikler

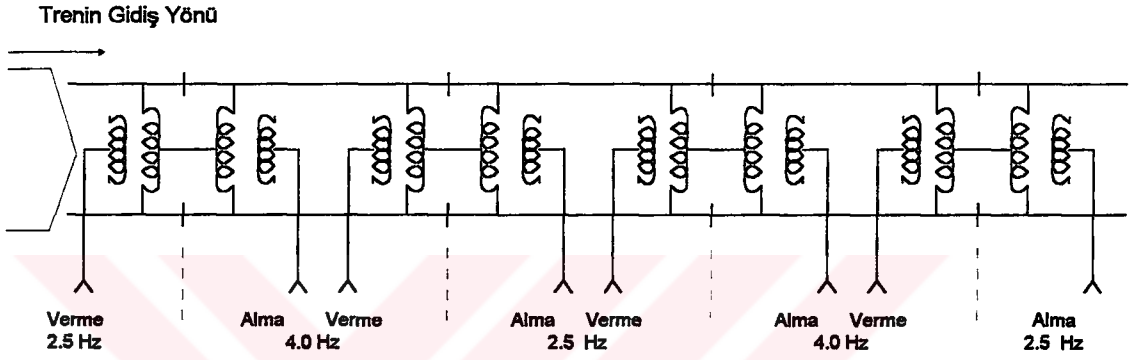
- a.) Cihaz DC elektrifike edilmiş bölümlerde, AC elektrifike edilmiş bölümlerde ve elektrifike edilmemiş bölümlerde kullanılabilir.
- b.) Şöntleme hassasiyeti $0,35\Omega$ veya daha fazladır.
- c.) $0,89 \text{ S/km}$ ($S=1/\Omega$) kaçak iletkenliği için terminal transmisyon durumunda 3200m merkezi transmisyonda bir yöne 2600m toplam maksimum 5200m ray devresi uzunlukları kontrol edilebilir.
- d.) 50/60 Hz'nin güç frekansından kaçınmaya sinyal dalga olarak 80 Hz taşıyıcı dalga kullanılır ve yüksek gürültü korunumunun sağlanması için veya 4 Hz modüleli dalga kullanılır.
- e.) Vericinin çıkışı üç seviyeye değiştirilebilir. Öyle ki ray devresinin uzunluğuna göre seviye seçilebilir.
- f.) Alıcının önündeki ayarlanabilir rezistans (V.ATT) alma hassasiyetini kolayca ayarlamaya izin verilir.
- g.) Verici ve alıcı için makine odasına kurulabilir.

4.1.2 Yerleştirme İçin Önlemler

Tek başına cihaz : Her cihazın bağlantı terminalleri kısa devreden korunmalıdır. Her kablunun bağlantısı sırasındaki polariteye dikkat edilmelidir. Dalgalanma faktörü % 1 veya daha az olan DC regüleli güç kaynağı kullanılmalı

4.1.3 Frekans Yerleşimi

Alıcının uygun olmayan operasyondan korunması ki bitişik ray devresinin yalıtım bölümü delinir, belirlenmiş modüleli dalgalar sıra ile şekilde gösterilmiştir.



Şekil 4.1.3 Frekans yerleşimi

4.1.4 Ayar ve Bakım

Mademki ray devresi birçok değişken faktörler içerir, sistem konfigürasyonu sayesinde ray durumlarında olduğu gibi, ray devresi ekipmanının ayarı önemlidir. Cihaz kurulur ve ondan sonra korunur. Bakım veya muayenenin periyodu altı ay veya daha az olmalıdır.

4.1.5 Sistem Uygulama Şartları.

Ray Devresi uygulama şartları tablosu

Tablo 4.1

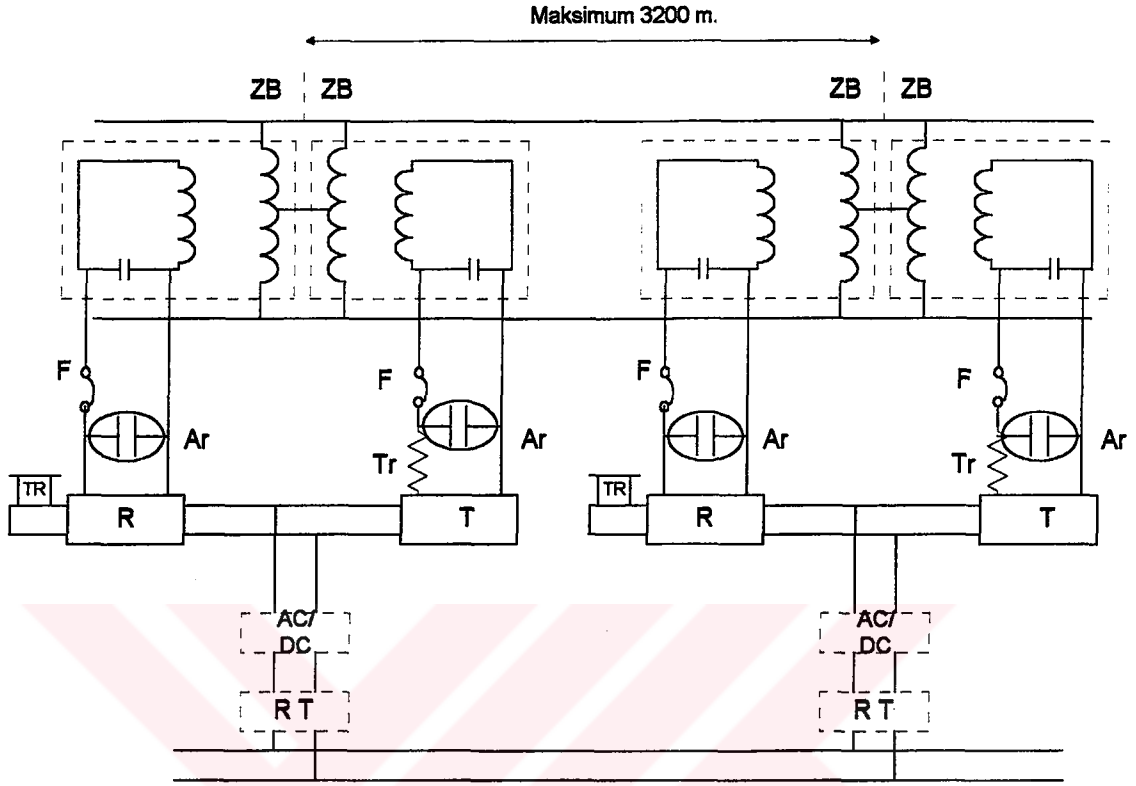
	Bölüm		Tanım
1	Elektrifike edilmiş tip		AC Eletrifike edilmiş , DCElektrifike edilmiş Elektrifike edilmemiş
2	Bölüm		Orta Bölüm (Çift ray)
3	Kaçak iletkenliği		Max 0,83 S/Km (Balast rezistansı 1,2 Ohm km)
4	Kontrol Uzunluğu	Terminal transmisyonu (uçtan gönderme)	Max 3200 m
		Merkezi transmisyon (ortadan gönderme)	Max 5200 m
5	Manevra hassasiyeti		0,35 ohm veya daha fazla
6	Rayların max dönüş akımı		250 A / ray (50 veya 60 Hz)
7	Sed (engel) lere karşı karakteristikler		Dengelenmemiş akım 40 A (50 veya 60 Hz)
8	Empedans bond		Rezonans tipi
9	Kablo Rezistansı	Merkezi transmisyon (traklar arası)	0,1 ohm max
		Yukarıdakilerden başka	20 ohm max

Sınıflandırma	Bölüm	Özellik
Çevresel Şartlar	Çevre sıcaklığı	Operasyonun garanti olduğu -25°C den +60°C kadar
	Nisbi rutubet	%30 dan %80 RH
	Titreşim	1G (10 Hz 'den 500 Hz'e
	Kaynak voltajı	26 V DC +%10 -%10 ile max %1'in dalgalanma faktörü

Tablo Çevresel Şartlar

4.2 Ray Devrelerinin Tertibi :

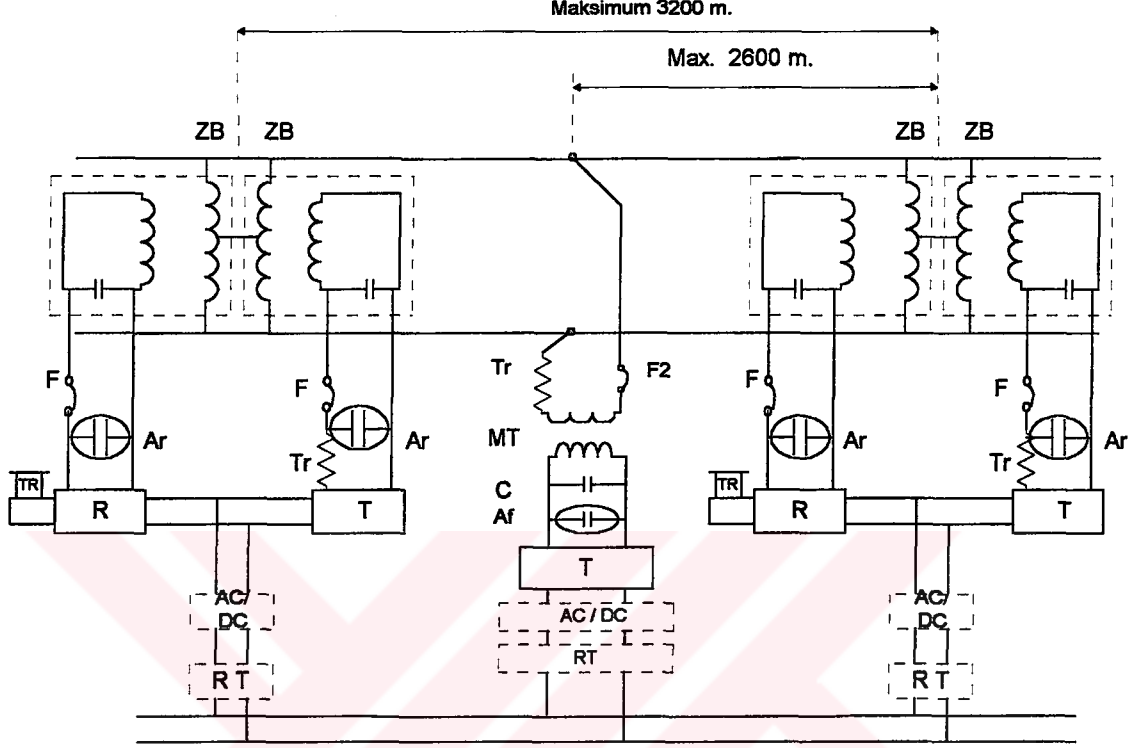
Ray devrelerinin tertibi, AC elektrifike edilmiş bölgeler için, DC elektrifike edilmiş bölümler için ve elektrifike edilmemiş bölümler için ayrıdır.



Şekil 4.2.1 Ray devrelerinin tertibi

Sembol	Parça Adı
T	Verici
R	Alıcı
Tr	Yol direnci ray rezistörü
Ar	Parafudr
TR	Yol ray devresi
ZB	Empedans bond
MT	Denkleyici trafo
F	Sigorta
AC/DC	Redresör
RT	Alma transformatörü
Tr	Rezonant transformatörü

Tablo 4.2 Sembol listesi



Şekil 4.2.2 Ray devresi

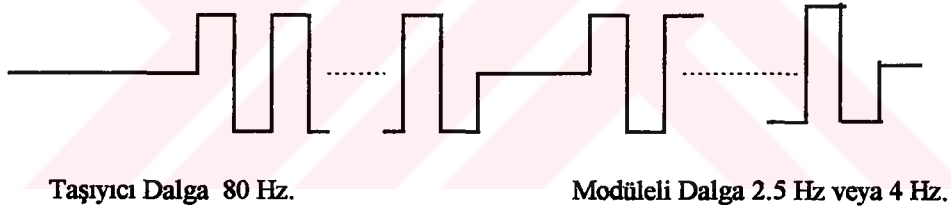
4.2.2 Verici ve Alıcının Özellikleri

Hz . kodlu ray devrelerinde vericiler şu özelliklere haizdir: Vericide gerçekleştirilen modülasyon Kare dalga genlik modülasyonu olup taşıyıcı dalga frekansı 80 Hz ve modüleli dalga frekansı 2.5 Hz veya kullanıldığı bölgenin şartlarına göre 4 Hz olarak tesbit edilir. Vericinin çıkış voltajı 220 V. (tepeden tepeye) ve çıkış empedansı 220Ω 'dur. Çıkış gücü değişik güç oranları şeklinde olacak şekilde bir potansiyometre ile ayarlanabilir. Vericinin güç sarfıyatı hatta tren yoksa maksimum 70 W. eğer hatta tren varsa maksimum 100 W 'tır.

Alıcı ise vericide yapılan modülasyona göre bir demodulasyon ile gelen işareti işler. Aynı şekilde verici ile aynı frekanslara sahiptir. Giriş empedansı 600Ω 'dur. Minimum çalışma seviyesi tepeden tepeye 12.4 V. 600Ω 'dur. Çıkışı ise 24 V. 160Ω 'dur. Güç sarfiyatı maksimum 35 W'tır.

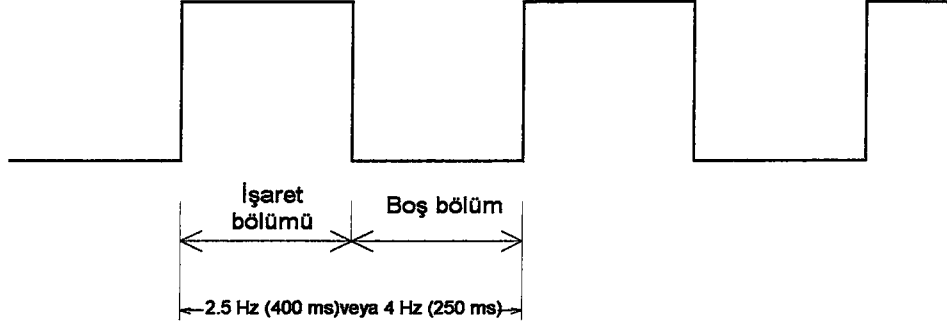
4.2.3 Vericinin Çalışma Prensibi:

Verici çalışma için stabilize edilmiş 26 V DC'ye ihtiyaç vardır. 80 Hz taşıyıcı dalga ve 2,5 Hz veya 4 Hz modüleli dalga, osilasyon devresi tarafından kristal rezonatör kullanarak üretilir. Çıkış bölümü güç fet'i kullanarak yapılmış bir verimli anahtarlama amplifikatör devresidir. Sinyal dalga dalga modülelidir.



4.2.4 Alıcının Çalışma Durumu:

Alıcı çalışma için stabilize edilmiş 26 V DC'ye ihtiyaç duyar. Vericiden gelen sinyal dalgası alıcıya ray yoluyla sağlanır. Sağlanan sinyal uygun seviyeye alıcı hassas ayar değişken rezistörü ile ayarlanır ve izleyen kademede bant geçiren filtreye gönderilir. Bant geçiren filtre 80 Hz taşıyıcı dalgaya geçme yönünde izin verir, diğer bozuk dalgaları durdur. Bant geçiren filtre 80 ± 4 Hz sınırları içine izin verir. Fakat 80 ± 20 Hz'in ötesini durdurur. Bozuk dalgalar 40 db veya daha ötesine zayıflar.



Band geçiren filtreye doğru geçen sinyal dalga voltaj çoklayıcı ile doğru akıma çevrilir ve sinyal seviyesini dedekte etmekte kullanılır. Sinyal dalga dedektör devresi ile elde edilen 2,5 Hz veya 4 Hz modüleli dalga ile eş zamanlıdır. 2,5 Hz veya 4 Hz modüleli dalga dedektör devresi ile elde edilir

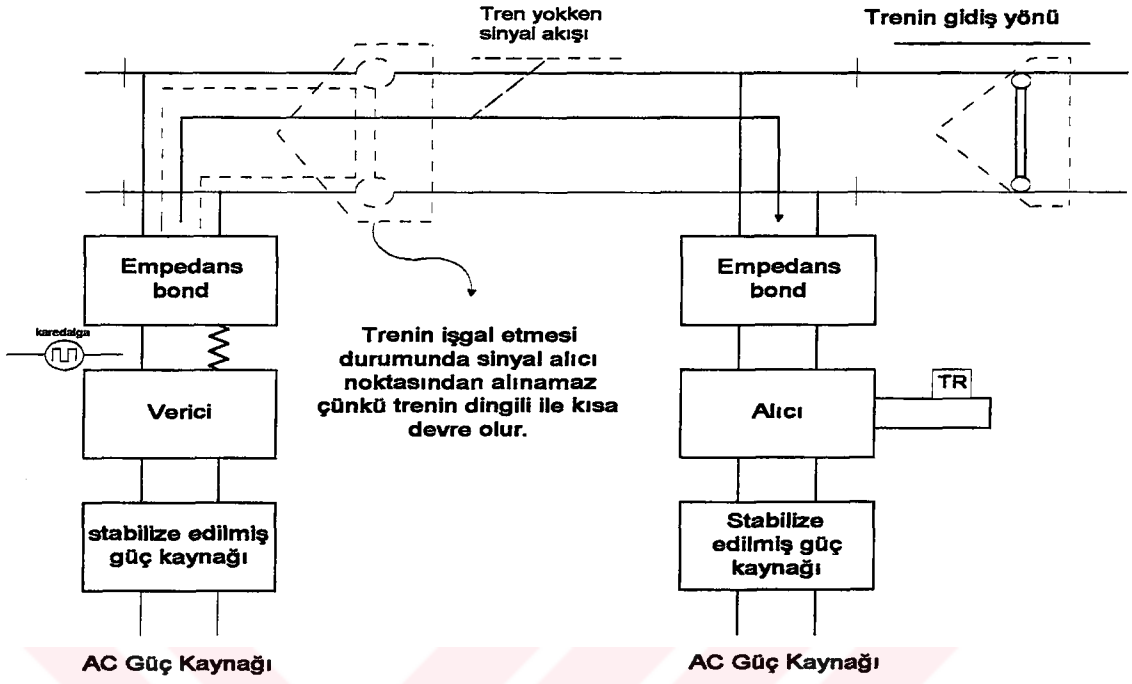
Kare dalgaya çevrilen modüleli dalganın boş ve işaret bölümünün zamanları 2,5 Hz veya 4 Hz'e eş tutmak için seçme devresi ile ölçülür. Zaman toleransı $\pm\%10$ dur. Voltaj çoklayıcı ile doğru akıma çevrilen voltaj seviye karşılaştırıcısına gönderilir. Seviye karşılaştırıcısı ,Fail-Safe (Hata-Emniyet) tipindedir. Seviye min operasyon seviyesinden yüksekte seviye komperatörü çıkışları 10-20-30 kHz clock'tur.

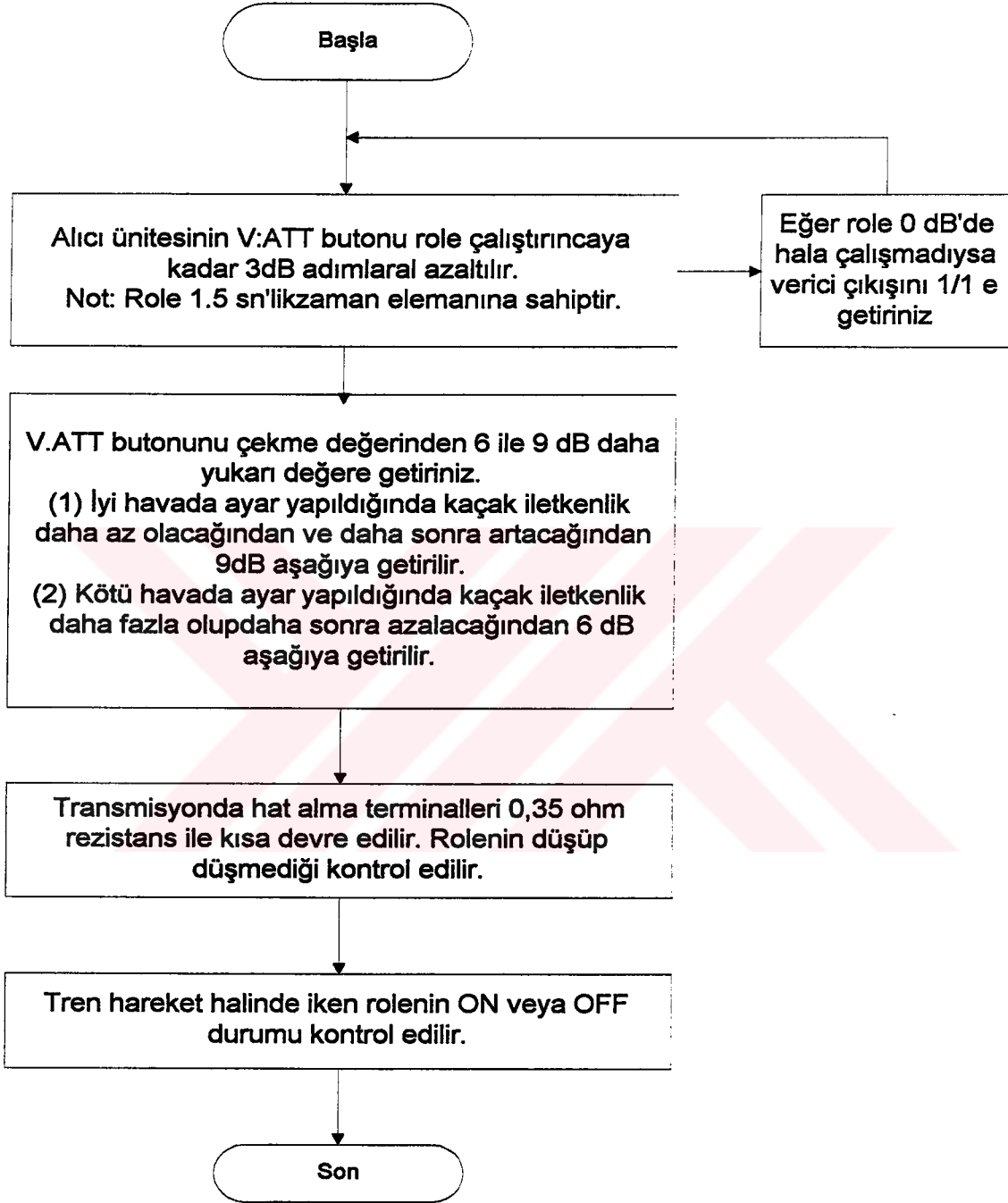
Sinyal dalga frekansı normal ve giriş seviyesinin min çalışma seviyesinden büyük olma şartları sağlandığı zaman role sürme devresine 10-20-30 kHz klok sağlanır. Saat düzgünleşsin diye anahtarlanır ve kuvvetlendirilir ve çıkış 24 V DC olur.

4.5 Ray Devresi

Tren yokken vericiden sinyal dalgası ray direnci ve empedans bond aracılığıyla raya sağlanır. Sinyal dalga zayıflayarak alıcı terminale varır. Alıcı terminalinde sinyal dalga alıcıya empedans bond yoluyla gelir. Alıcı role, sadece sinyal dalga normal olduğunda çalışır.

Tren varken, yollar tren dingili ile kısa devredir. Bu nedenle sinyal sapar ve alıcı terminaline gitmez. Bundan dolayı alıcıya sinyal sağlanamadığından role düşer.





Alma ve verme seviyesinin akış diyagramı

BÖLÜM 5

5.1 MERKEZDEN İDARE (SCADA) SİSTEMLERİ

Sahada herhangi bir işlem (makas, sinyal tanzimi vs.)yapılması istendiğinde ilk önce dispeçer kumanda konsolunda (DKK) bulunan klavye ile yapılacak işlem hazırlanır. Hazırlanan işlem monitörde izlenir. Bu işlemin sahaya intikali için klavye üzerindeki işlem butonuna basılması ile işle merkez bilgi iletim ünitesine (CDTU) gider. Aynı zamanda sahada işarı olan fonksiyonlar için verilen bir komut sahadan bilgi gelene kadar monitörün sol alt köşesinde bekler DKK'dan gelen komut bilgisini MBIÜ sahada bulunan ilgili istasyonun DTS'ine aktarır. DTS aldığı bu komut bilgisini ilgili kumanda fonksiyon kumanda rollerine aktarır. Fonksiyon rolleri gerekli işlemi yerine getirdikten sonra, fonksiyon tamamlandığına dair ilgili işar rolleri bilgiyi DTS'e aktarır.

DTS aldığı bu bilgiyi MBIU'ne aktarır MBIU'den TTÜ; TTÜ'den CCP'nin repetör bölümüne ;repetör bölümünden ilgili işar ledlerine (Makas,sinyal..vs.) bilgi aktarılır; panel üzerindeki ledlerin yanması veya sönmesi sağlanır. Aynı zamanda MBIÜ'den DKK ve TRG'de bilgi gelir. Monitörde bekleyen komutu siler.

Gönderilen komut herhangi bir sebepten dolayı yerine gelmezse sahadan gelen işar karşılığında monitörden gelen sinyal silinmez. Aynı zamanda panel üzerinde de işlemin yerine gelmediği ilgili ledlerle izlenir. Monitörde bekleyen bilgi 180 saniye bekler son 10 saniye içersinde kırmızı olarak flaşa geçer ve kendini siler. Aynı işlemi yapmak gerekirse tekrar komut verilmelidir. Böylelikle bilgi akışı sağlanmış olur.

5.1.1. Sistemi Oluşturan Merkez Ve Saha Teçhizatı

1-Merkezi Oluşturan Teçhizat

Güç Kaynağı

CDTU (Merkez Bilgi İletim Ünitesi MBIÜ)

TINP (Tren Tanıtım Ünitesi TTÜ)

CCP (Merkez Kontrol paneli MKP)

DIP (Dispeçer Kumanda konsolu DKK)

ATI (Otomatik Trengraf TRO)

2-Sahayı Oluşturan Teçhizat:

DTS (Saha Bilgi İletim uydusu)

DTS/ANP (DTS Amplifikatör)

DTS/REP (DTS Repetör)

TLE (Blok Mesafesiyle Trenleri Gösterir. Alıcı ve Vericiler)

5.1.2 Merkez Kontrol Panelinde Blok Mesafesi İle İlerleyen Trenlerin Mevcudiyetinin Görülmesi

Tren numaraları sistem normal çalıştığı müddetçe çalışır. Trenin sefere başladığı noktadaki tren numarası gözcüğüne DKK aracılığıyla tren numarası verilir. DKK'dan verilen tren numara bilgisi TTÜ'ne gelir. Verilen tren numarası TTÜ'ce işleme konularak her numara karşılığında bir harf verilir. TTÜ'nce bu bilgi trengraf cihazına aktarılır. Daha sonra sahadan gelen tren bilgisine göre tren numarasının ilerlemesi sağlanmış olur.

İki istasyon arasında blok mesafesi ile trenleri göstermek için ; her ray devresinde bulunan trak rolesinden bilgi alınarak o noktaya monte edilen vericilere verilmiştir. Vericiler birbirinden değişik sinyal üreterek bu bilgiyi Haydarpaşa-Arifiye arasındaki mevcut BL hattına vererek istasyonlardaki batı ve doğu role evlerinde bulunan alıcıya taşınmıştır. Burada bulunan alıcılar aldığı bu ray devresindeki bilgileri role evlerinde bulunan DTS aracılığıyla merkeze intikal ettirmektedir.

Haydarpaşa-Arifiye arasında bulunan vericilerin enerji kaynağı DC 10V'dur. Alıcıların enerji kaynağı ise DC 16V 'dur. Çerkezköy bölgesinde ise alıcı ve vericilerin

enerji kaynağı DC 26 V'dur. Alıcı ve vericilerin enerji kaynağı normal olduğu sürece cihazların üzerinde bulunan power ledi daima yeşildir.

5.1.3 Merkezi Bilgi İletim Ünitesi (CDTU)

CDTU her istasyona yerleştirilmiş bulunan bilgi iletim uydularına bağlanmıştır ve bilgi alımı gönderilmesinde kullanılırlar .

İşlem gören iki tür bilgi vardır: Kontrol bilgisi ve indikasyon bilgisi ,sinyaller ve makaslar vb. için kumanda masalarından (DIP) girilen kontrol bilgileri DTS'lere aktarılır. Buna ilaveten sinyal bildirimleri, tren pozisyonları ve diğer indikasyon bilgileri DTS'lere girer ve CDTU'ya gönderilir, sonra bilgi DIP'lere, otomatik trengraf cihazına (ATI) ve tren tanıma numarası işletme ünitelerine (TINPU) aktarılır.

5.1.4 Teknik Özellikler

Çalışma ortamı -10 C/135 C arasında, nisbi nem oranı %85 veya daha aşağı olabilir. Giriş kaynak voltajı 26 V DC±%10 Kesintisiz güç kaynağından sağlanır .

CDTU bilgi iletim devresini kontrol eder ve DTS'ler buna göre çalışır. DTS'ye gönderilmesi gereken kontrol bilgisi olmadığı zaman CDTU indikasyon tahsis kodlarını birinci istasyondakinden N. istasyondaki DTS'lere devirsel olarak gönderir. İstasyon tahsis koduna karşılık gelen bir indikasyon bilgisinde değişiklik olursa,bir DTS indikasyon kodunu gönderir. Değişiklik olmazsa DTS indikasyon cevap kodunu gönderir. Gelen indikasyon kodu CDTU içinde doğrulama işleminden geçerse , indikasyon bilgisi olarak saklanır ve TINP, ATI ve DIP'ye gönderilir. Eğer indikasyon kodu doğrulama işleminden geçemezse veya indikasyon kodu belirtilen zaman içerisinde gelmezse, CDTU sonraki DTS'nin istasyon tahsis kodunun iletimini başlatır ve bu şekilde indikasyon devrini tamamlar . BU bir indikasyon devri olarak tanımlanır. Eğer bir indikasyon kodu doğrulama işleminden geçemezse, en fazla iki kere yeniden iletim gerçekleşir.

İndikasyon tahsis kodlarının iki şekli vardır: Değişme bilgi isteme şekli ve bütün bilgileri isteme şekli . Bütün bilgileri isteme şekli, sisteme başlarken veya bütün indikasyon bilgisi gerekirken kullanılır. Normal koşullarda değişmiş bilgi isteme şekli kullanılır.

Kontrol devri: DIP tarafından kontrol bilgisi oluşturulduğu zaman, mevcut indikasyon devrinin işlemi bittikten sonra, ünite kontrol devrine geçer kontrol bilgisi oluşturulunca , kontrol bilgisi , bilgiyi oluşturan DTS'ye gönderilir. DTS içinde, gelen kontrol bilgisi doğrulama işleminden geçince, CDTU'ya bir cevap kodu gönderilir ve aynı zamanda kod da şifre edilerek role anlaşılan ekipmanlarına gönderilir. CDTU'ya gelen cevap kodu doğrulanma işleminden geçince, CDTU indikasyon devrine geçer.

Devamlı kontrol bilgisi olduğu zaman ise hep kontrol devri devam eder. Eğer cevap kodu doğrulama işleminden geçmezse veya cevap kodu belirtilen zaman içerisinde gelmezse kontrol bilgisi yeniden iletilir. Eğer cevap kodu yeni iletimden sonra bile gelmezse CDTU indikasyon devrine geçer max. yeni iletim sayısı ikidir.

5.1.5 Kontrol Kodunun İzlenmesi

Merkezden (DIP) arazideki yol boyu ekipmanlarına giden kontrol (kumanda) kodlarının merkez bilgi iletim ünitesinin soft monitör bölümünden izlenmesidir.

Data-1

I - II - III - IV F-2-0-0 III-IV İstasyon numarası

Data-2

V - VI - I - II 0-0-X-X X:Kanal no: (01-02-03-gibi)

Data-3

III-IV

Soft Monitörde:

Data-1

Δ Δ * *

*İstasyon no:(Hexa) Örn: 1A=26

Δ Fonksiyon (İşlem) tipi

01-Sinyaller , 02-Makaslar , 03-Makas izni , 04-Makas ısıtıcı , 05-Manevra ,
06-Blok , 07-Bakıcı çağırma , 08-İstasyon çağırma , 09-Oto isteme

0 0 # #

İşlem gören birim (Hexa)

5.1.6 İstasyon Kodunun İzlenmesiData-1

F 0 Okunacak işar grubu verilecek

İşar kontrolunda setting bölümüne istasyon sıra numarası verilir. İstasyon sıra numaraları her kanalda 16 istasyon varmış gibi dizayn edilmiştir. İstasyon sıra numaraları birden başlayıp km artışına göre numaralandırılmıştır. Gelen işarlar tablodan bakılarak hangi üniteye ait olduğu bulunur.

CDTU'yu oluşturan bölümler: Güç kaynağı bölümü, iletim bölümü, lojik (mantık) bölümü-Soft bölümü ,Arıza bölümü- havalandırma bölümü,(fan)

5.2 İstasyon Vericisi

Bilgi iletim uyduları (DTS) her istasyonun sinyal evlerinde veya KIS dolaplarında bulunurlar. İletim hatlarıyla CDTU'ya bağlıdır ve bilgi alınıp verilmesinde kullanılırlar.

İletim hatları üzerinden iletilen iki tip bilgi vardır: Kontrol bilgisi ve indikasyon bilgisi. Kontrol bilgisi anlaşılan cihazlarını, makas motorlarını kontrol eden, sinyal bildirimlerini değiştiren bilgi sinyallerdir. İndikasyon bilgisi sinyal bildirimlerini ray devresi meşguliyetini, makas motoru pozisyonlarını ve diğer durumları içeren bilgi sinyallerdir.

Konfigürasyon: Üç DTS modeli vardır;genel istasyon modeli, AMP role istasyon modeli ve regeneratif (yeniden oluşturan) role istasyon modeli , ayrıca iki tipi vardır. Mevcut kısımlar için olan DTS'lerde ve yeni kısımlar için olanlar eğer çıkış çıkış devrelerinin konfigürasyonu hariç tutulursa sadece güç kaynağı voltajlarında ayrılırlar, Bu yüzden bu tipler aşağıdaki tanımlarda ayrılmayacaklardır.

Genel istasyon modelleri : Bu bölüm mantık üniteleri, iletim üniteleri ve güç kaynağından oluşurlar . İşletim ünitesi taşıyıcıları modüle ve demodüle eder. Güç kaynağı ünitesi mantık ve iletim ünitesine güç temin eder. Genel istasyon modelleri tek sistem konfigürasyonu kullanırlar.

AMP Role İstasyon modelleri : Genel istasyon modellerinin fonksiyonlarına ilaveten AMP role istasyon modellerinin , iletim hatlarındaki seviye zayıflamasını düzelten AMP role üniteleri vardır . Bu üniteler frekans çoklanmalı iletim sinyallerini oldukları gibi kuvvetlendirirler. AMP role ünitesinin ana kısımları duplekstir eğer sistemde bir hata olursa ünite yedek sisteme geçer.

Regeneratif Role İstasyon modelleri : Genel istasyon modellerinin fonksiyonlarına ilaveten , regeneratif role istasyon modellerinin iletim hatlarında seviye zayıflamasını düzelten regeneratif role üniteleri vardır. Bu ünite çeşitli frekans çoklamalı iletim sinyallerini böler, ayrı ayrı demodüle eder ve onları aktarmadan önce tekrar modüle eder. Sistemde yedek ünite vardır hata durumunda çalışır.

Fonksiyon DTS'ler anlaşıma cihazlarından CDTU'ya indikasyon bildirisi iletir .Aynı zamanda CDTU'dan alınan kontrol bilgisini anlaşıman cihazlarına iletir.

5.3 Tren Tanıtma Numarası İşletme Ünitesi(TINPU)

Bu ünite kumanda masasından (DIP) çalışma bilgisi (hat bloku vb.) ve tren numarası bilgisi ,CDTU'dan indikasyon bilgisi (makas sinyal ,ray vb.) alır. Ünite

otomatik olarak tarar, tren numarası bilgisini aktarır ve aynı zamanda çalışma durum indikasyon bilgisini (sinyal, ray makas, açık hat vb .) kumanda merkezi paneline (CCP) aktarır. Bu ünite aynı zamanda tren numarası bilgisini otomatik trengraf cihazına (ATI) aktarır. Bu üniteni altı adet fonksiyonu vardır.

Tren takibi ve tren numarası indikasyonu: Trenleri takip ederken TINP, CDTU'dan çeşitli bilgisini (ray devresi makas vb.) alır DIP(1)ve DIP(2) tarafından uyarlanan tren numaralarını kaydırır, bu bilgiyi CCP'ye aktarır, CCP tren numarasını ilgili indikatöründe gösterir.

Tren çalışma bilgisi indikasyonu: CDTU'dan çeşitli istasyonların tren çalışma bilgisini (ray devresi, makas, sinyal vb.) alır ve CCP'ye aktarır , böylece ilgili tren numarası indikatöründe ledi yakarak gösterir.

İlgili Güzergahların İndikasyonu : DIP1 veDIP2 tarafından girilen güzergah bilgisi ve CDTU'dan alınan çeşitli indikasyonların tren çalışma bilgisi, CCP'ye açık güzergah indikasyonlarını (ray devreleri, makaslar ve sinyallerini) aktarır.

Zil Kontrolü: CDTU'dan alınan çeşitli indikasyonların tren çalışma bilgisi, bir trenin makas bölgesine girdiğinde veya yaklaşmaya girdiğine dair zil sesi komutlarını aktarır.

Merkez Ekipmanı için Hata Bildirme: Hata bilgisi çeşitliekipmanlardan girilir ve CCP'lere aktarılır ilgili led indikatörlerini yakar.

Diğer indikasyonlar: Çalışma bildirisi (hat bloku vb.) DIP1 ve DIP2 tarafından ayarlanır ve CDTU'dan alınan çeşitli istasyonların durum bilgisi (istasyon çağırma, makas değiştirme izni, makas ısıtıcısı, istasyon ekipmanı arızası , istasyon ekipmanı güç kaynağı arızası vb.) CCP'ye aktarılır.CCP ilgili indikatörleri yakar.

5.4 Besleme (Güç Kaynağı)

Güç kaynağı 1; AC 220 V şehir şebekesi ve katener ile beslenmiştir. Güç kaynağı 1 1200 Ah'lik 26 V DC ve 400 Ah'lik 120 V bataryalarının redresörleri ve kontrol devreleri mevcuttur. Bataryalar daima tampon (Floating) sarjdadır. Her iki AC 220 V enerjisi kesildiğinde sistem bataryalar üzerinden çalışmaya devam eder. AC enerjisinin gelmesi ile hızlı sarj başlar. Hızlı sarj önceden ayarlanan zaman süresi kadar devam eder.

26 V İle Beslenen Devreler:

CCP-Merkez kontrol paneli

TINP-Tren tanıtım ünitesi (TTÜ)

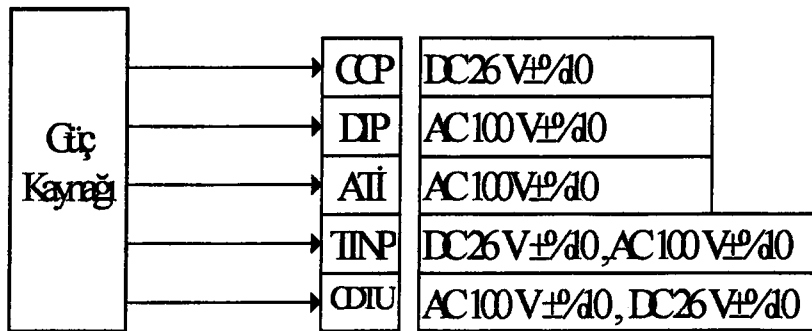
CDTU-Merkez bilgi iletim ünitesi (MBİÜ)

ATİ-Otomatik trengraf (TRG)

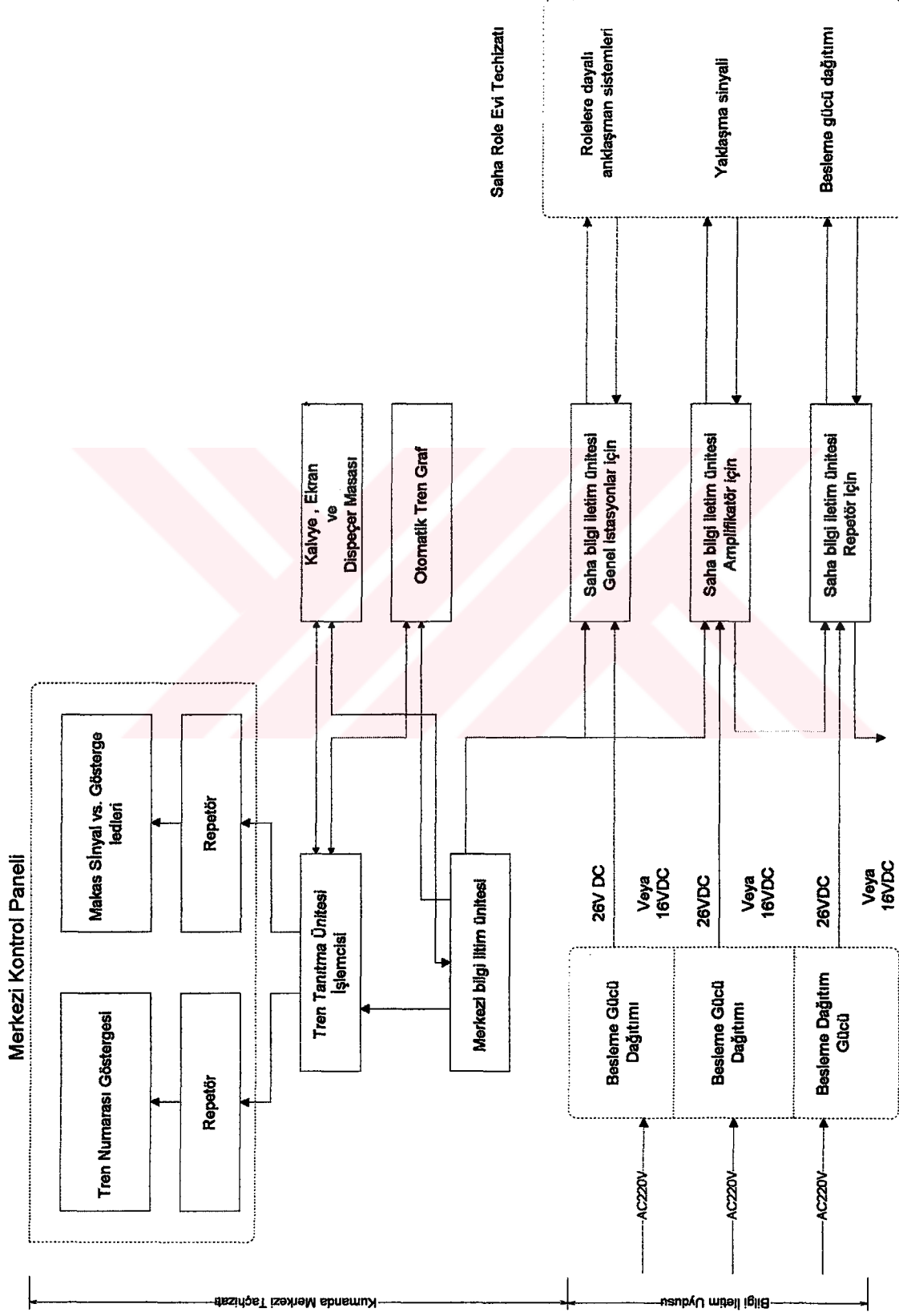
DİP-Dispeçer kumanda konsolu (DKK)

Güç kaynağı 2'ye güç kaynağı 1'den gelen AC 220 V, trafo ile 100 V AC 'ye düşürülerek CDTU ve TINP fan devrelerini, ve 100 V AC prizlerini besler. Ayrıca her iki inverterin arızalanması halinde by-pass yolu ile sistemin AC 100 V devrelerini besler 120 V DC bataryası İNV-1 ve İNV-2 devresini besler, bu DC enerjiyi AC 220 V'a çevirir. İNV-1 çıkışı devam ederek trafo ile 100 V AC'e düşürerek besler.

İnverterlerin kontrol devreleri vasıtası ile her iki inverter çalışır durumda olup İNV-1 çıkışı ilgili devreleri beslemektedir. İNV-1 arızalanması halinde ise by-pass devresi otomatik olarak devreye girer. Ayrıca bu işlemler manuel olarak yapılabilir.



Şekil 6.4 Besleme



SONUÇLAR

Ülkemizin akademik literatürü incelendiğinde Türkiye’de uygulanan raylı ulaşım ve bu ulaşımın vazgeçilmez bir unsuru olan sinyalizasyon sistemleri ve bu sistemlerin elektriki devrelerinin gerek işleyiş gerekse model yapısı konusunda hiçbir ciddi çalışmanın yapılmadığı gözden kaçmamaktadır.Yapılan bu çalışmanın bahsi geçen bu olumsuz vasatın iyileştirilmesi hususunda bundan sonra yapılacak olan akademik çalışmalara uygun zemin hazırlaması açısından ifade ettiği mana bizce herşeyden çok önem arz etmektedir. Bu tez çalışmasında öncelikle sinyalizasyon sistemlerinin kısa tarihi ve tanımı yapıp mevcut kullanılan sinyallerin renkleri ile birlikte teknik olarak ifade ettiği anlamları VISIO 4.0 Grafik Paket Programı kullanılarak çizilmiştir. Ayrıca sinyalizasyon ünitelerini oluşturan tali üniteler ele alınarak; bu üniteler hakkında teknik ve teorik ayrıntılar incelenmiş ve anlatılmıştır. Tezin gövdesini oluşturan ray devreleri gerek AC ve gerek DC modelleri ile ayrıntılı bir şekilde sunulmuş ; bu modellere ait elektrisel modeller oluşturulmuş ve bu modellere ait ray ve balast dirençlerinin hesapları detaylı bir biçimde tetkik edilmiştir.Bu hesaplara ait bir aplikasyon da tezde mevcuttur.Bu arada tren dingil şönt direnci hesabı şekillerle gösterilerek hesabı yapılmıştır.Ayrıca ray ve balast direncine etki eden faktörler detaylıca anlatılmış; ray direncinin minimuma indirilmesi ve balast direncinin maksimuma çekilmesi için gerek ve yeter koşullar arzedilmiştir. Tezin son bölümünde merkezden kontrol (SCADA) sistemleri genel olarak incelenmiş ve sematik çalışma figürü çizilmiştir. Sistemin çalışmasını sağlayan güç besleme sistemleri ayrıca incelenmiştir.

KAYNAKLAR

Demirbilek, Ahmet Demiryollarında Elektrikli Ulaşım , Lisans Tezi Mayıs
Istanbul 1993

Gür , Lütfü Ünal, Ray Devreleri Seminer Notları TCDD 2.Bölge Tesisler
Müdürlüğü Ankara 1989

Haydarpaşa Sinyalizasyon Emniyet Tesisatı, TCDD Yayınları ,Ankara,1986

Operation Manuel Train Location Detector System Receiver-Transmitter, The
Nippon Signal Co. Ltd.

Automatic Train Stop System , The Nippon Signal , Jun. 1995

Handling and Maintenance Manuel Remote Control and Supervision System ,The
Nippon Signal Co. Ltd.

Operation Manuel For 80 Hz. Coded Trcak Circuit Equipment,ME Group The
Nippon Signal Co. Ltd. ,1992

Trenlerin Sevkedilmelerinde Çeşitli İşgal Durumları İçin Sinyallerin Etüdü
,TCDD Tesisler Servisi Notları

Ericsson Signal Sistem AB Teknisk Ordlista Dictionary of Signal Tecnicl Terms

TCDD İskenderun-Divriği ve Halkalı-Kapıkule arası demiryolları CTC
yönetmeliği kullanma talimatı, 1992

TCDD İşaret yönetmeliği ,1980



ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi : 16 Ocak 1970

Doğum Yeri :Isparta

Eğitim :1983-1986 Isparta Merkez Orta Okulu

1986-1989 Demiryolu Meslek Lisesi Eskişehir

1989-1993 Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Müh. Bölümü

1993-1997 Yıldız Teknik Üniversitesi F:B:E: Yüksek Lisans

İşi :1989-1993 TCDD Tesisler Sürveyanı Sirkeci

1993- TCDD Elektrik Müh.