

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

RAYLI SİSTEMLER TEKNOLOJİSİ

RAY DEVRELERİ

Ankara, 2013

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. DC RAY DEVRELERİ	3
1.1. Ray Devreleri	3
1.1.1. Çalışması	4
1.1.2. Ray Devresinin Başlıca Fonksiyonları	5
1.1.3. Ray Devresinin Değişik Düzenlemeleri	5
1.1.4. Ray Devresinin Çeşitleri	6
1.2. DC Ray Devrelerinin Çalışma Devresi	6
1.3. DC Ray Devresi Elemanları ve Özellikleri	7
1.4. Ray Devresinin Polaritesi	7
1.5. Bir Ray Devresinin Kısa Devre Hassasiyeti	8
1.6. Ray Devresinin Tesisi ve Bağlanmaları	9
1.6.1. Seri Bağlama Metodu	9
1.6.2. Paralel Bağlama Metodu	9
1.7. DC Ray Devresi Uygulaması	10
UYGULAMA FAALİYETİ	11
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	13
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	14
2. AC RAY DEVRESİ	14
2.1. AC Ray Devrelerinin Çalışma Prensibi	14
2.2. AC Ray Devrelerinin Elemanları	14
2.2.1. Verici (Transmitter)	15
2.2.2. Alıcı (Receiver)	15
2.2.3. Empedansbond ve Görevi	16
2.3. Kodlu Ray Devresi	18
2.4. AC Ray Devresi Uygulaması	19
UYGULAMA FAALİYETİ	20
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	21
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	22
3. ESKİZ RAY DEVRESİ (JOINTLESS)	22
3.1. Eskiz (Jointless) Ray Devresinin Çalışma Prensibi	22
3.2. Eskiz (Jointless) Ray Devresi Elemanlarının Özellikleri	23
3.3. Eskiz (Jointless) Ray Devresi Çeşitleri	23
3.3.1. Voltaja Göre Çalışan Eskiz (Jointless) Ray Devresi	24
3.3.2. Akıma Göre Çalışan Eskiz (Jointless) Ray Devresi	24
UYGULAMA FAALİYETİ	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	27
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	28
4. BALAST DİRENCİNİN HESABI	28
4.1. Balast Direncinin Tanımı	28
4.2. Ray Devresi Parametreleri	29
4.3. Balast Direncinin Bulunması	29
4.4. Ray Devresi Değişkenleri	30

UYGULAMA FAALİYETİ	32
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	34
MODÜL DEĞERLENDİRME	35
CEVAP ANAHTARLARI.....	36
KAYNAKÇA	37

AÇIKLAMALAR

ALAN	Raylı Sistemler Teknolojisi
DAL	Raylı Sistemler Elektrik Elektronik
MODÜL	Ray Devreleri
MODÜLÜN TANIMI	Raylı sistemlerde kullanılan çeşitli ray devrelerinin montaj ve ayarlarını yapmak ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 32
ÖN KOŞUL	Ortak alan elektrik modüllerini başarmak
YETERLİLİK	Ray devreleri ile ilgili bakım ve onarımı yapabilmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, ray devrelerinin montajlarını ve ayarlarını yapabileceksiniz. Amaçlar 1.DC ray devresinin montajını, bakım ve onarımını yapabileceksiniz. 2.AC ray devresinin montajını, bakım ve onarımını yapabileceksiniz. 3.Eskiz ray devresinin montajını, bakım ve onarımını yapabileceksiniz. 4.Balast direncini ölçebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Bu işleri yapan işletmeler Donanım: İşletmede bulunan sinyal sistemi gereçleri, kullanma kılavuzları, malzeme katalogları, tepegöz, projeksiyon, bilgisayar
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Raylı sistemler içerisinde ray devreleri sistemin düzenli olarak çalışabilmesi ve sistem içerisinde trenlerin yerini ve hareketlerini takip edebilmek açısından çok önemlidir. Bu yüzden ki ray devrelerinin montaj, ayar, bakım ve onarımını yapabilecek konumda olmalısınız.

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile Raylı Sistem Teknolojileri alanının Raylı Sistemler Elektrik Elektronik dalı içerisindeki ray devrelerinin çeşitlerini, çalışma prensiplerini öğrenecek, bu konu ile ilgili devrelerin montaj, ayar ve bakımını yapabileceksiniz.

Bu modülü aldığımızda, AC, DC, eskiz ray devrelerinin montajını, ayarını, bakım ve onarımını yapabileceksiniz. Ray devrelerinin balast direncini ölçerek gerekli hesapları yapabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda DC ray devresinin montajını, bakım ve onarımını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bulduğunuz yerdeki raylı sistem işletmelerinden birindeki ray devrelerini ve çeşitlerini inceleyiniz.
- DC ray devrelerinin çalışma prensiplerini araştırınız.
- Bu araştırmaları yaparken edindiğiniz bilgi birikimlerini not ederek arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. DC RAY DEVRELERİ

1.1. Ray Devreleri

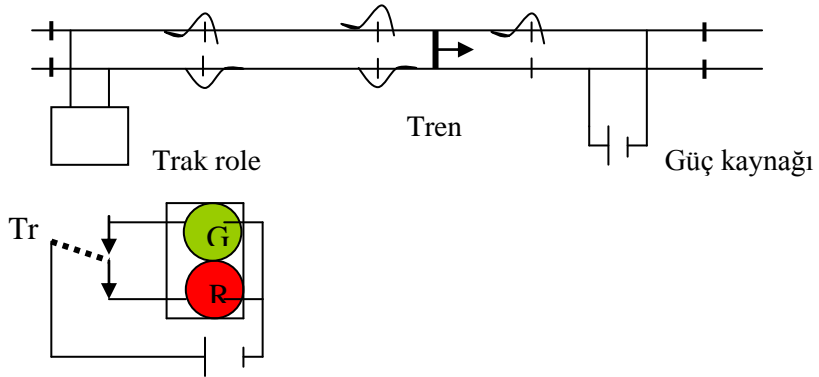
Trenin mili tarafından rayların kısa devre edilmesi sonucu, trenin varlığını ortaya çıkaran, kapalı elektriksel bir devredir. Direk veya dolaylı olarak sinyaller, makaslar ve interlocking sistemleri vasıtasıyla trenlerin emniyetli olarak ilerleyişini sağlar.



Şekil 1.1: İzole conta

1.1.1. Çalışması

Normalde yeşil yanan lamba, trenin bloka girmesiyle, ray devresini kısa devre etmesi sonucunda rölenin uçlarındaki gerilim sıfıra yaklaşır. Yol (track) rölesi kontakları durum değiştirir. Kontakların durum değiştirmesi ile birlikte buna bağlı olan sinyal lambası kırmızı yanar. Rayları kısa devre eden trenin milinin şöntleme (kısa devre hassasiyeti) direncinin iyi olması gerekir.

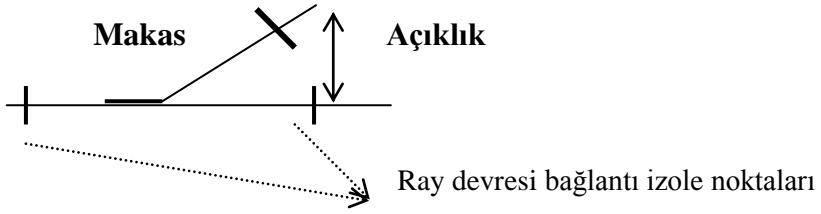


Şekil 1.2: Basit bir ray devresi

1.1.2. Ray Devresinin Başlıca Fonksiyonları

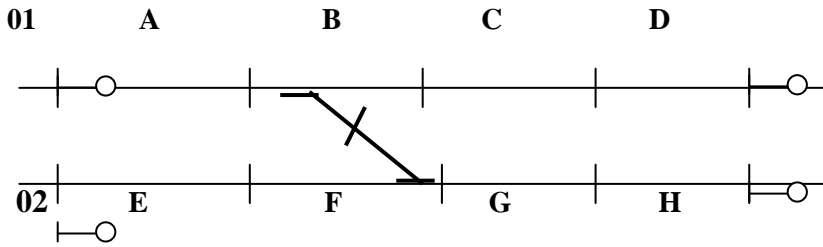
- Trenin gideceği güzergâhı belirler.
- Makaslar bölgesinde hareket hâlinde veya durmakta olan trenleri belirler.
- Trenlerin hatlarda paralel gidişlerini sağlar.
- Trenlerin geçişlerini yapabilmesi için güzergâhın emniyetli ve serbest kalmasını sağlar.
- Önde bulunan trenin durumunu belirler, izlenmesini sağlar.

1.1.3. Ray Devresinin Değişik Düzenlemeleri



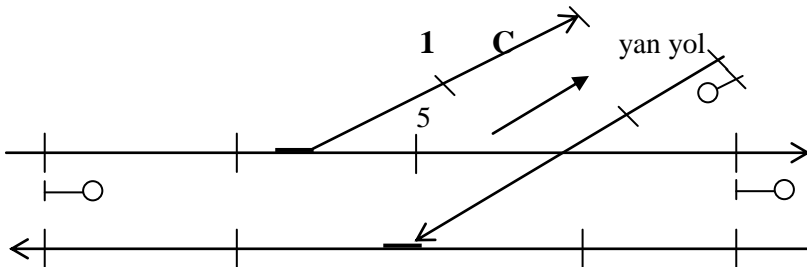
Şekil 1.3: Makas bölgesinde ray devresi düzenlemesi

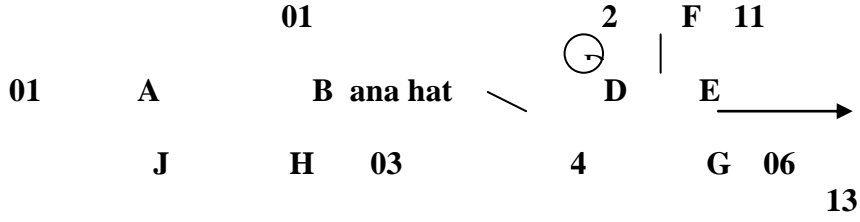
Buradaki ray devresi bağlantısı makas bölgesindeki vagon veya treni algılar. Böylece bu bölgeye kumanda eden sinyal bildirisinin kırmızıya dönüşmesini, “trenin bu bölgeye girdiği” bilgisinin merkeze bildirilmesini sağlar.



Şekil 1.4: Paralel çalışan hatlar ve geçişlerde ray devresi düzenlemesi

Sinyal 01- A, B, C ve D ray devrelerince kontrol edilir. Sinyal-02, E, F, G ve H ray devrelerince kontrol edilir. Makastan geçişler (aşağı yöne) E ray devresince kontrol edilip 02 sinyali açmayarak trenin üstten alta emniyetli geçişi sağlanır. Bu duruma yan yol koruma denir. B ve F ray devreleri makas motorunun konum değiştirmesine izin verir.





Şekil 1.5: Sola dönüş çift hat kesişme noktası

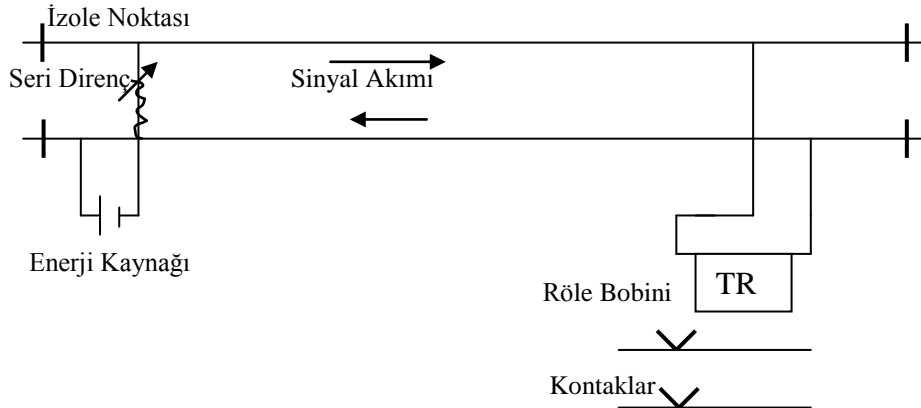
B ve F ray devreleri makasın konum değiştirmesine izin verir. Ray devreleri boşsa 1 ve 2 noktaları makasın ters ve düz olarak hızlı bir şekilde konum değiştirmesini sağlar. B ray devresi sadece 01 sinyali değil 01 makası da kontrol eder. 1 noktası, yan yoldaki tren hattı terk eder etmez ana hatta giriş izni verir. B ray devresi ana ve yan yola giriş izni verir. 2 ve 4 noktaları 11-13 nu.lı sinyallerin overlap sonunu tanımlar. Yol yan yola tanzim olmuşsa A, B ve C ray devrelerince kontrol edilir. Ek olarak D'nin ana hatta giden trenlerin ana hattı boşaltmasını kontrol eder. D aynı zamanda 03 makasın normal durumunu kontrol eder. Sinyal 11 için F, D, G, H ve J açık olmalı, B'nin açık olmasını gerektirecek bir durum yoktur. Çünkü B girişe karşı 01 nu.lı makas ters durumdadır Yan yol koruması sinyal 13'ten yapılır.

1.1.4. Ray Devresinin Çeşitleri

- DC ray devresi
- AC ray devresi
- Kodlu ray devresi
- HF ray devresi
- Eskiz (jointles) ray devresi
- Dingil sayıcı (axle counter)

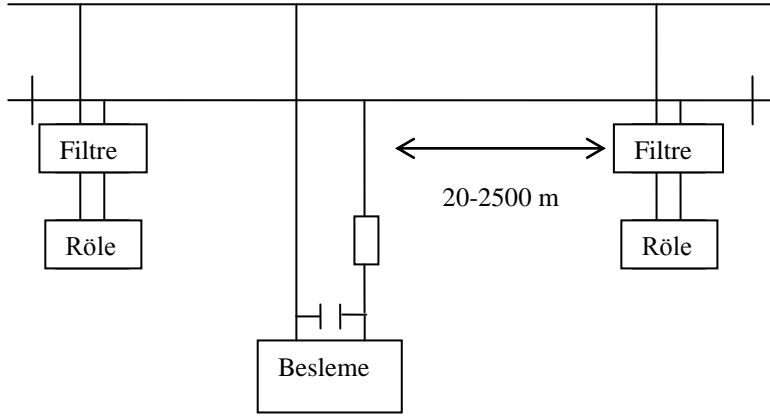
1.2. DC Ray Devrelerinin Çalışma Devresi

Elektrifikasyonun olmadığı alanlarda kullanılır. AC'ye karşı bağımsıktır. İstasyon içlerinde tek rayın izolasyonunda kullanılır.



Şekil 1.7: Basit DC ray devresi

Doğru akım ray devreleri düzenek olarak daha basit, ucuz ve çok miktarda izole noktaları olduğundan daha geniş kullanım alanı bulur. Özellikle istasyon içlerinde ve makas bölgesinde kullanılır. Şekil 1.8’de görüleceği gibi tek ray izoleli olduğundan izole olmayan rayda istasyonlarda elektrifikasyonun dönüş akımını taşıdığından özellikle tercih edilir.



Şekil 1.8: DC ray devresi

Basit bir DC ray devresinin iki önemli parametresi vardır. Röle ve kaynak voltajı en önemli parametresidir. Rölenin direncini belirlerken yapılması gereken minimum balast direncinin karşılanmasıdır. Rölenin direnci minimum balast direncine eşit olmalıdır.

1.3. DC Ray Devresi Elemanları ve Özellikleri

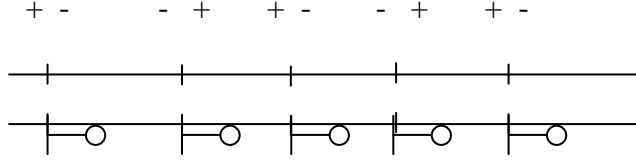
- DC kaynaktan beslenir (akü veya AC DC invertör).
- Kullanılan röleler AC’ye karşı bağımsızdır.
- Filtreler basit ve low-pass filtrelerdir.
- Rölelerin birbirine uzunlukları ray devresi boyuna (200 m) yakındır.
- Elektrifikasyon dönüş akımlarından etkilenmez çünkü filtre, elektrifikasyonun frekansını geçirmez.

Şöntleme (kısa devre) ve balast direnci herhangi bir ray devresinin sınırlama faktörleridir. Rayın şöntleme direnci, ray devresinin emniyetli çalışmasını sağlar. Balast direnci ise ray devresinin güvenilirliğini etkiler. Ray devresinin maksimum uzunluğu, balast direnci, besleme karakteristiği ve şöntleme direncine bağlı olarak değişir. Track rölesi, ray devresinin çalışan tarafına konularak maksimum kısa devre sağlar. Bu röleyi özellikle yavaş çekici tekrarlama rölesi takip eder çünkü trenin anlık kayıplarını önler.

1.4. Ray Devresinin Polaritesi

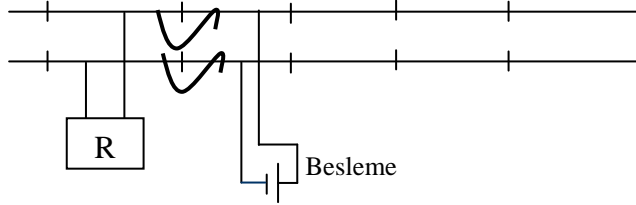
Ray devrelerini birbirinden ayıran izole noktaları trenin raydan geçerken vuruntuları sonucunda kırılma, izole bozukluğu veya izole noktasında komşu ray devresi ile birleşme meydana gelme durumlarında yol (track) rölesinin komşu ray devresi ile birbirlerini etkilemesi sonucunda sağlıklı çalışmayabilir. Bu yüzden ray devresinin polaritesine dikkat edilmelidir. Polarite bozukluğu sonucunda, ray devresi trenin olup olmadığını algılamayabilir. Bu yüzden trenin bulunduğu yer tespit edilemeyebilir (tren kaybı). Bunu

önlemek için ray devrelerinin polaritesi Şekil 1.9'da görüldüğü gibi komşu ray devresine göre ters seçilir.



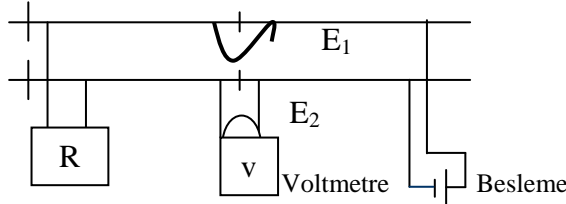
Şekil 1.9: DC ray devresinin de polarite seçimi

Polarite bozukluğu polaritenin test edilmesiyle tespit edilerek çözülür.



Şekil 1.10: DC ray devresinin de polarite kontrolü (kısa devre ederek)

Önce izole noktaları kısa devre edilir. Role çalışmıyorsa akım gelmemiştir. Dolayısıyla role enerjilenmez.



Şekil 1.11: DC ray devresinde polarite kontrolü (voltmetre ile)

E_2 : İzole edilen noktadaki okunan gerilim değeri

E_1 : Besleme tarafındaki ölçülen gerilim

Eğer; $E_2 < E_1$ aynı polarite vardır.

$E_2 > E_1$ ise farklı polarite vardır.

1.5. Bir Ray Devresinin Kısa Devre Hassasiyeti

Tren rayları kısa devre yaptığında trenin ray devresi tarafından algılanması gerekir. Dolayısıyla ray devresi bu noktada hassas imal edilmiş olmalıdır. Pratikte tren, ray devresi üzerinden geçerken tren tekerlek mili tarafından kısa devre edilmiş olur. Kısa devre veya şöntleme direnci DC ray devresinde alıcı uçtaki raylar arasındaki değerle ölçülür. Bu değer 0,06 ohmdan büyük olmamalıdır. Herhangi bir ölçüm noktasında ölçülen kısa devre hassasiyeti şöyle bulunur.

$$R_s = \frac{1}{(V_\phi - 1) \cdot Y}$$

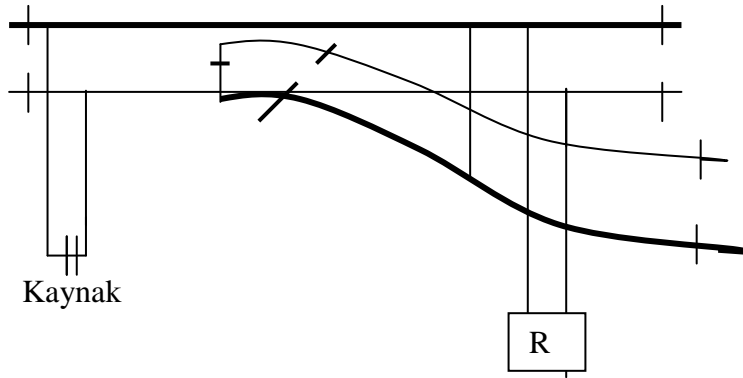
V_c : Rölenin minimum çalışma voltajı,
 Y : İlgili ray devresinin admintansıdır.

1.6. Ray Devresinin Tesisi ve Bağlanmaları

Ray devresinin tesisi ve bağlanmaları aşağıda açıklanmaktadır.

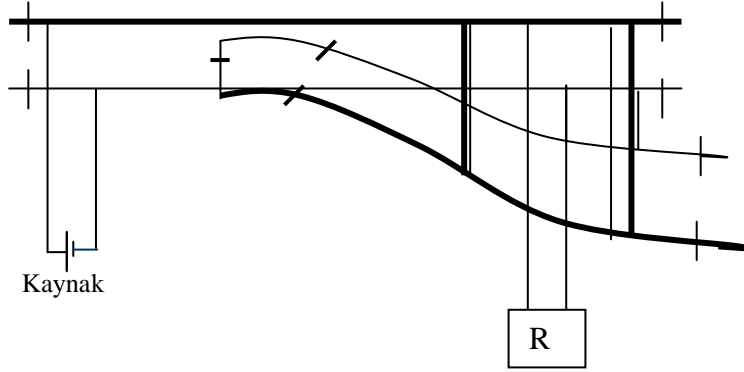
1.6.1. Seri Bağlama Metodu

Değişik atlama (bağlama) biçimleri kullanılarak ray devreleri oluşturulabilir. Bu, istenen dizayn durumuna göre belirlenebilir.



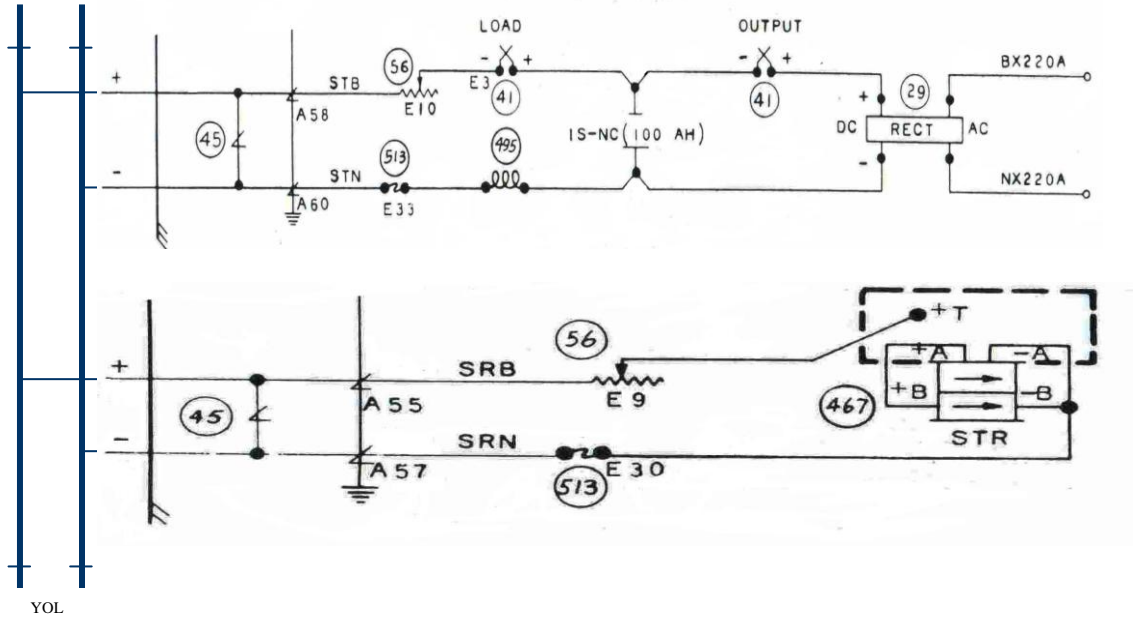
Şekil 1.12: Seri bağlı DC ray devresi

1.6.2. Paralel Bağlama Metodu



Şekil 1.13: Paralel bağlı DC ray devresi

1.7. DC Ray Devresi Uygulaması



Şekil 1.14: DC ray devresi uygulaması

DC ray devresinde hat beslemesi redresör tarafından, tampon şarjda tutulan akü bataryası tarafından sağlanır. Ray devresi hassasiyetini sağlamak için batarya ve röle tarafında ayarlı dirençler mevcuttur. Batarya tarafındaki reaktör raylarda oluşabilecek kataner dönüş akımı ve endüktif akımlara karşı filtre görevi görür. Ayrıca devrede sigorta ve parafudrlar mevcuttur. Ray devresi rölesi çift bobinli olup AC gerilimlere karşı bağışıklıdır. Raylar tren tarafından kısa devre edildiğinde röle pozisyon değiştirir.

UYGULAMA FAALİYETİ

DC ray devresinin montajını, bakım ve onarımını aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ DC ray devresinin montajını yapınız.	➤ İşlem basamaklarına uygun çalışma düzenini sağlayınız. ➤ Mesleğinizle ilgili etik kurallara uyunuz.
➤ DC ray devresinin gerilim ve akım ayarlarını yapınız.	
➤ Polarite kontrollerini yapınız.	➤ Kontrol etmek için kullanılan araç gereçleri tespit ediniz. ➤ Ölçü aletlerini uygun kademede kullanmayı unutmayınız. ➤ Polarite kontrolünü yaparken gerekli metotları kullanınız.
➤ Hat rölesinin çekme ve düşme gerilimlerini kontrol ediniz.	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. DC ray devresinin montajını yaptınız mı?		
2. DC ray devresinin gerilim ve akım ayarlarını yaptınız mı?		
3. Polarite kontrollerini yaptınız mı?		
4. Hat rölesinin çekme ve düşme gerilimlerini kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Trenin mili tarafından rayların kısa devre edilmesi sonucu, trenin varlığını ortaya çıkaran devreye ne denir?
A) Yol devresi
B) Ray devresi
C) Sinyal devresi
D) Makas devresi
2. Aşağıdakilerden hangisi ray devrelerinin fonksiyonlarından değildir?
A) Trenin istasyonlarda ne kadar duracağını belirler.
B) Trenin gideceği güzergâhı belirler.
C) Trenlerin hatlarda paralel gidişlerini sağlar.
D) Önde bulunan trenin durumunu belirler, izlenmesini sağlar.
3. Aşağıdakilerden hangisi DC ray devresinin elemanlarının özelliklerinden değildir?
A) Kullanılan röleler AC'ye karşı bağımsızdır.
B) Filtreler basit ve low-pass filtrelerdir.
C) Rölelerin birbirine uzunlukları ray devresi boyuna uzaktır.
D) DC kaynaktan beslenir (akü veya AC DC invertör).
4. Aşağıdakilerden hangisinde DC ray devresi polarite kontrol metodu doğru olarak verilmiştir?
A) DC ray devrelerinde polarite kontrolü yapılmaz.
B) Rayları paralel bağlayarak
C) Rayları seri bağlayarak
D) Kısa devre ederek
5. Aşağıdakilerden hangisinde DC ray devresinin bağlanması doğru verilmiştir?
A) Kompant bağlama
B) Karışık bağlama
C) Seri bağlama
D) Düz bağlama

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda gerekli ortam sağlandığında AC ray devresinin montajını, bakım ve onarımını yapabileceksiniz.

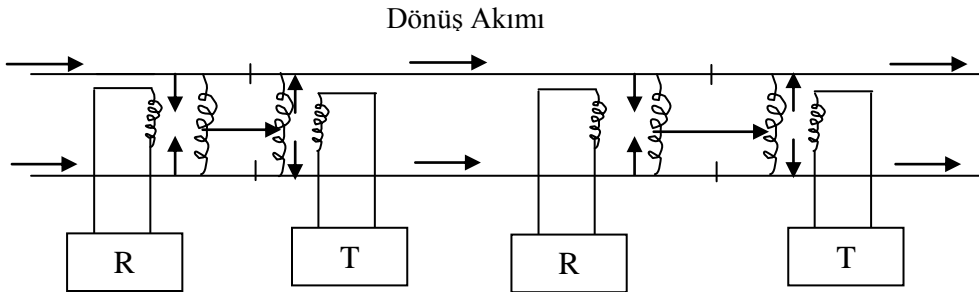
ARAŞTIRMA

- Bulduğunuz yerdeki raylı sistemler işletmelerinden birindeki ray devrelerini ve çeşitlerini inceleyiniz.
- AC ray devrelerinin çalışma prensiplerini araştırınız.
- Bu araştırmaları yaparken edindiğiniz bilgi birikimlerini not ederek arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. AC RAY DEVRESİ

2.1. AC Ray Devrelerinin Çalışma Prensibi

Kararlı AC kaynaklı ve güvenilir hatlarda kullanılır. Ray devresinde kullanılan frekans, kataner geriliminde kullanılan 50- 60 Hz'lik frekanslardan etkilenmeyecek şekilde seçilmelidir. Ray kırıklığını da algılayan AC ray devreleri elektrikli tren hattı bulunmayan kesimlerde kullanılabildiği gibi DC ve AC elektrikli tren hattı bulunan kesimlerde de kullanılabilir. Ray devrelerinin tertibi hangi hatta olursa olsun aynıdır.



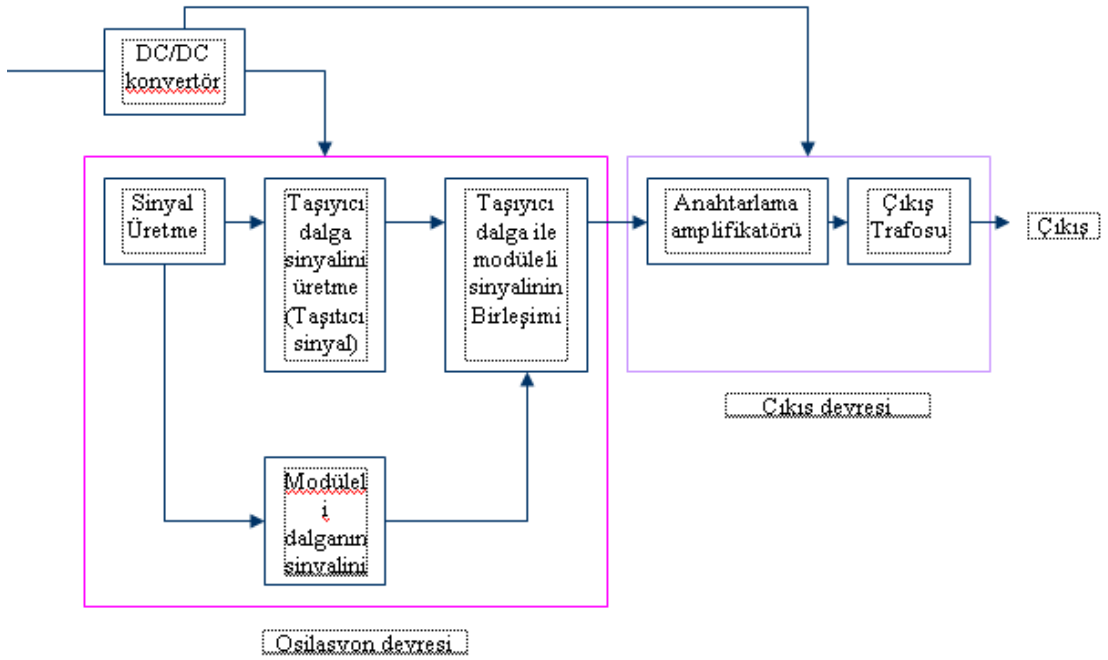
Şekil 2.1: AC ray devresi

2.2. AC Ray Devrelerinin Elemanları

AC ray devrelerinin elemanları aşağıda açıklanmaktadır.

2.1.1. Verici (Transmitter)

Verici ünitesi güvenli elektronik donanımlar ve parçalardan oluşmuştur. AC elektrifikasyon kesimlerinde emniyetli bir şekilde çalışır. Vericinin çalışması için stabilize edilmiş DC gerilime ihtiyaç vardır. Ray devresi için gerekli genlikte sinyal verici tarafından üretilir. Üretilen bu sinyal taşıyıcı dalga sinyali ile modüle edilerek çıkış devresi üzerinden hatta verilir.

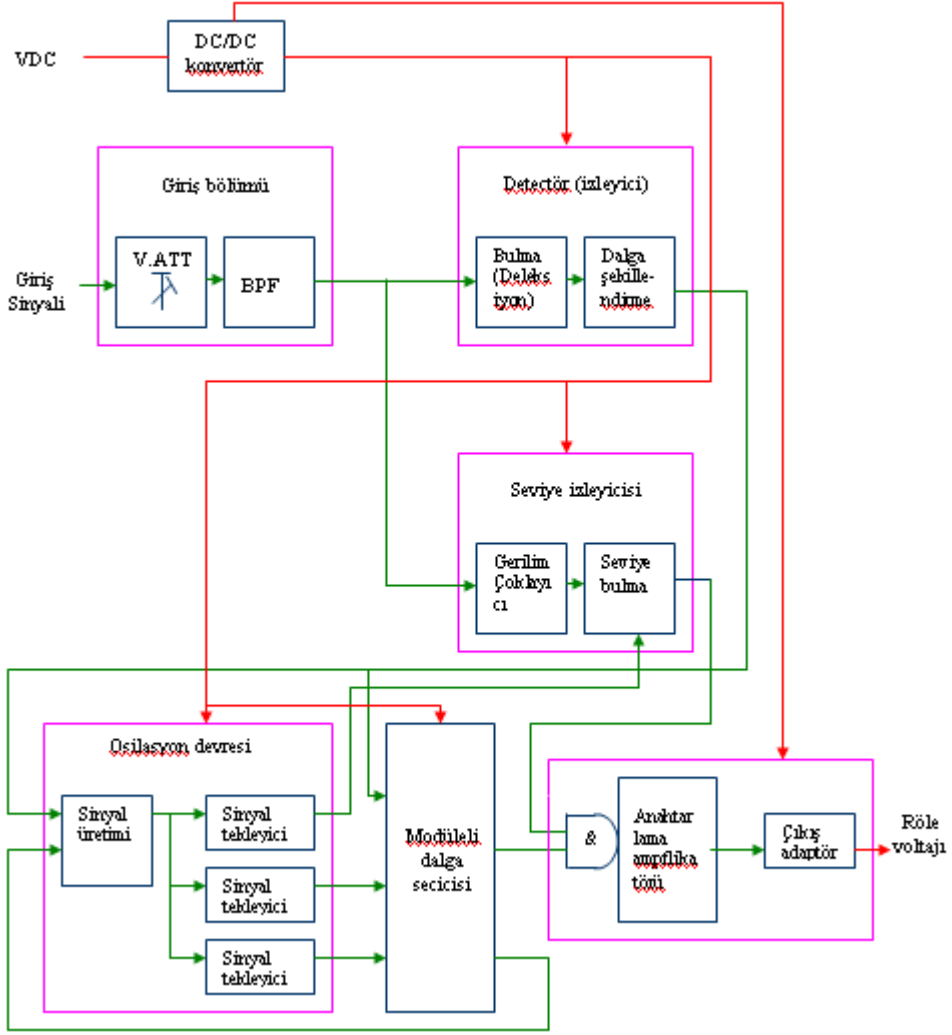


Şekil 2.2: AC ray devresi verici ünitesi blok diyagramı

2.2.2. Alıcı (Receiver)

Alıcı ünitesi güvenli elektronik ekipmanlar ve parçalardan oluşmuştur. AC elektrifikasyon kesimlerinde emniyetli bir şekilde çalışır. Vericiden gelen sinyal dalgası alıcıya ray yolu ile ulaşır. Alıcının çalışması için DC besleme kaynağına ihtiyaç vardır. Vericiden sağlanan sinyal uyum seviye alıcısı hassas ayar değişken rezistörü ile (V.ATT) ayarlanır. Bant geçiren filtreye gönderilir. Bant geçiren filtre taşıyıcı dalgaya geçme yönünde izin verir. Diğer bozuk dalgaları durdurur. Bozuk dalgalar 40 dB'nin üzerinde zayıflatır. Bant geçiren filtreye doğru geçen sinyal dalga gerilim çoklayıcı ile DC'ye çevrilir. Sinyal seviyesini dedekte etmekte kullanılır.

Osilasyon devresinde üretilen sinyal, gerilim çoklayıcıları geçtikten sonra modüleli dalga seçicisi üzerinden dedekte edilir. Dedekte edilen dalga, verici ray devresi sinyali ile and kapısında karşılaştırılır. Sonra hata emniyet seviye karşılaştırıcısı üzerinden çıkış devresine iletilir. Sonuçta ray devresi rölesi için DC gerilim üretilir.

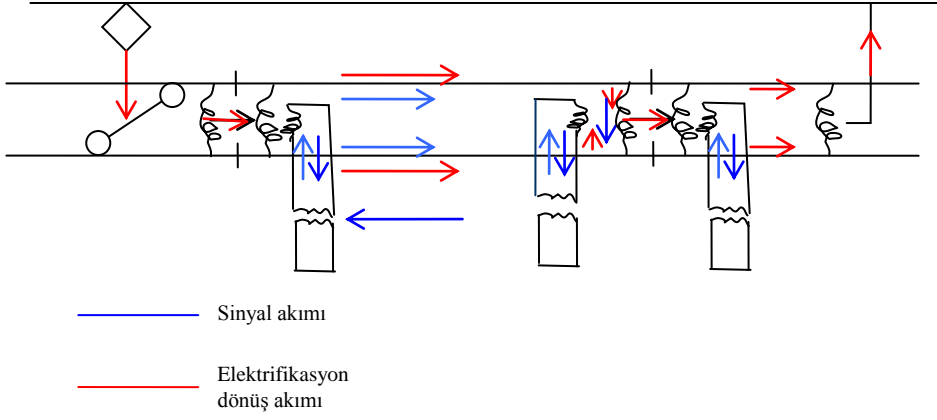


Şekil 2.3: AC ray devresi alıcı ünitesi blok diyagramı

2.2.3. Empedansbond ve Görevi

AC ray devresinin elemanlarından biridir. Elektrifikasyon ve sinyal ray dönüş akımları raylar üzerinde birlikte akar. Sinyal akımları, ray devrelerinde akarken elektrifikasyon dönüş akımları da geri trafo merkezlerine döner. Elektrifikasyon dönüş akımları empedansbondların yardımıyla trafo merkezlerine dönerken sinyal akımları da ray devrelerinde dönüşünü yapar.

25 kv elektrifikasyon



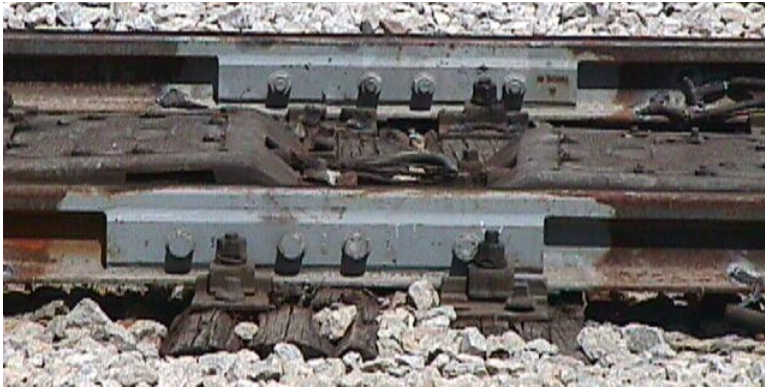
Şekil 2.4: AC ray devresinde elektrifikasyon dönüş akımı ve sinyal akımı

Elektrifikasyon akımının frekansı $f = 50$ Hz iken sinyal akımının frekansı ise $f = 83,3$ Hz, 80 Hz veya 180 Hz gibi 50 Hz'den en az etkilenecek değerlerden birisi seçilir. Dolayısıyla her birinin empedansları farklı farklı olmaktadır.

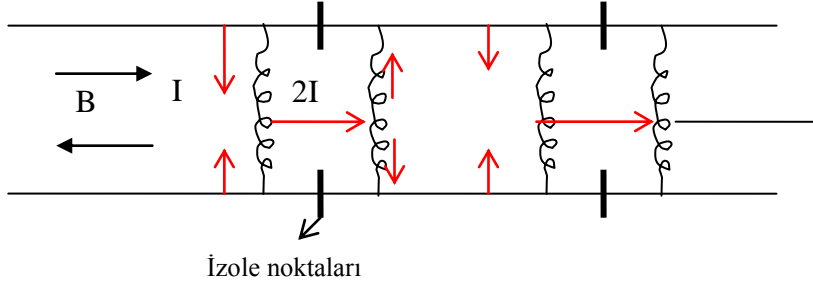
$Z = R + iXL$ ideal bir empedans düşünülürse,
 $R = 0$ olduğundan empedans denklemi en son şu şekle girer.
 $Z = iXL = i2\pi fL$ elde edilir.
f: Frekans,
L: Öz indüksiyon kat sayısı (Henry)

Bu formülde görüleceği gibi elektrifikasyon dönüş akımının empedansı rahatlıkla raylardan akarken sinyal devresinde akan sinyal akımından dolayı oluşan empedans daha fazladır. Dolayısıyla dönüş akımını ray devrenin içine sokmaz sadece raylardan akarak trafo merkezinin nötr ucuna ulaşır.

Raylardan akan dönmüş akımını iki eşit parçaya böler ve bu ayrılan akımların oluşturdukları manyetik alan birbirlerini yok ederek indüksiyon akımının oluşmasını önler.



Şekil 2.5: Empedansbondun hatta görünümü



Şekil 2.6: Empedansbond üzerinde akım yönleri

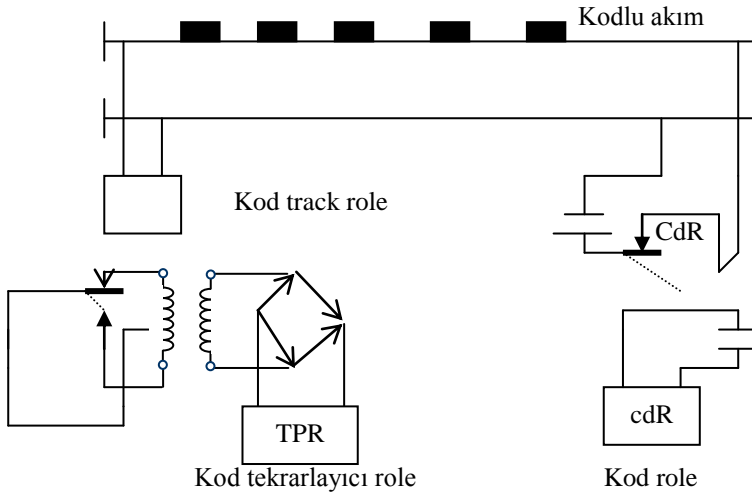
Tamamen saf bir bobinden oluşmuştur. Bobinin sarımlarında oluşan manyetik alan formülü;

$$B = 4\pi k n I \quad (n; \text{sarım sayısı, } I; \text{geçen akım, } k=10^{-7}) \text{ N/Amper.m}$$

Manyetik alan vektörel bir özellik gösterir. Sağ el kuralına göre bobinlerde oluşan manyetik alanlar zıt yönlü olduğundan birbirini yok eder. Sinyal ve elektrifikasyon akımlarını birbirine karıştırmaz, ray devresinde sinyal akımlarının akmasını sağlar.

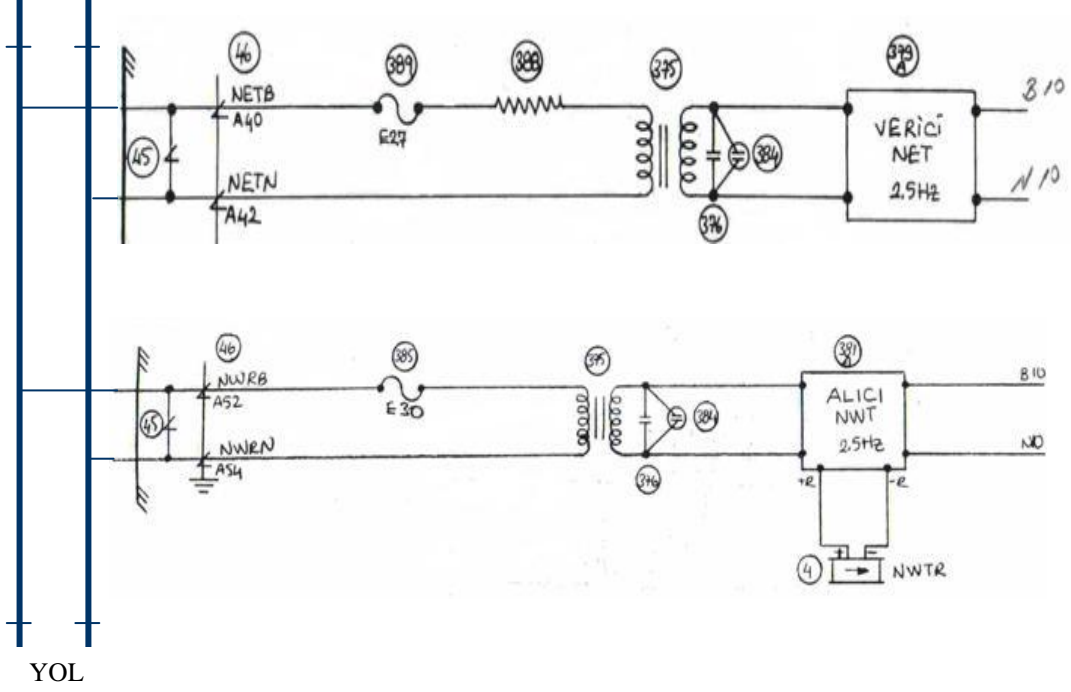
2.3. Kodlu Ray Devresi

Kodlu ray devresi, verici tarafından üretilen gerilimi aralıklı raya vererek ray devresini besler. Belli aralıklarla verilen bu gerilim, alıcı tarafından takip edilerek alınır. Kodlu tekrarlayıcı röle aynı kodu izler ve kod tekrarlayıcı röle, düzenli kodları ekli demodulator vasıtasıyla alınca çalışmaya başlar. Kodlu ray devrelerinde mükemmel gürültü yalıtımı sağlanabilmesi için taşıyıcı dalga 2,5 Hz veya 4 Hz gibi kare dalgası ile genlik modülasyonu yapılır. Kodlu ray devreleri AC veya DC elektrifikasyona edilmiş hatlar ile elektrifikasyona edilmemiş hatlarda kullanılabilir.



Şekil 2.7: Kodlu ray devresi

2.4. AC Ray Devresi Uygulaması



Şekil 2.8: AC ray devresi uygulaması

Verici tarafından üretilen 80 Hz ray devresi gerilimi 2,5 Hz'lik kodlama ile uygulama trafosu üzerinden raylara uygulanır. Alıcı tarafında uygulama trafosu ile yükseltilecek ray devresi alıcısına uygulanır. Alıcı ray devresinden gelen sinyali seçerek ray devresi rölesinin çalışması için gerekli gerilimi üretir.

Bu devrede varistör, parafudr ve sigortalar koruma elemanı olarak kullanılmıştır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem sırasını uygulayarak AC ray devresinin montajını, bakım ve onarımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ AC ray devresinin montajını yapınız.	➤ İşlem basamaklarına uygun çalışma düzenini sağlayınız.
➤ AC ray devresinin gerilim ve akım ayarlarını yapınız.	➤ Mesleğinizle ilgili etik kurallara uyunuz. ➤ Kontrol etmek için kullanılan araç gereçleri tespit ediniz.
➤ Hat rölesinin çekme ve düşme gerilimlerini kontrol ediniz.	➤ Ölçü aletlerini uygun kademede kullanmayı unutmayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. AC ray devresinin montajını yaptınız mı?		
2. AC ray devresinin gerilim ve akım ayarlarını yaptınız mı?		
3. Hat rölesinin çekme ve düşme gerilimlerini kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. AC ray devreleri hangi hatlarda kullanılır?
 - A) Kararlı AC kaynaklı ve şehir hatlarında
 - B) Kararlı DC kaynaklı ve güvenilir hatlarda
 - C) Kararlı DC kaynaklı ve şehirler arası hatlarda
 - D) Kararlı AC kaynaklı ve güvenilir hatlarda
2. Aşağıdakilerden hangisi AC ray devrelerinin elemanlarından değildir?
 - A) Doğrultmaç
 - B) Alıcı
 - C) Empedansbond
 - D) Verici
3. Verici tarafından üretilen sinyal taşıyıcı dalga sinyali ile modüle edilerek hangi devre üzerinden hatta verilir?
 - A) Giriş
 - B) DC
 - C) Çıkış
 - D) AC
4. Alıcı ünitesinde bant geçiren filtre taşıyıcı dalgaya hangi yönde izin verir?
 - A) Geçme
 - B) Ters
 - C) Doğru
 - D) İzin vermez.
5. Kodlu ray devresi, verici tarafından üretilen gerilimi raya nasıl verir?
 - A) Sürekli
 - B) Aralıklı
 - C) Doğrultarak
 - D) AC'ye çevirerek

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda gerekli ortam sağlandığında eskiz ray devresinin bakım ve onarımını yapabileceksiniz.

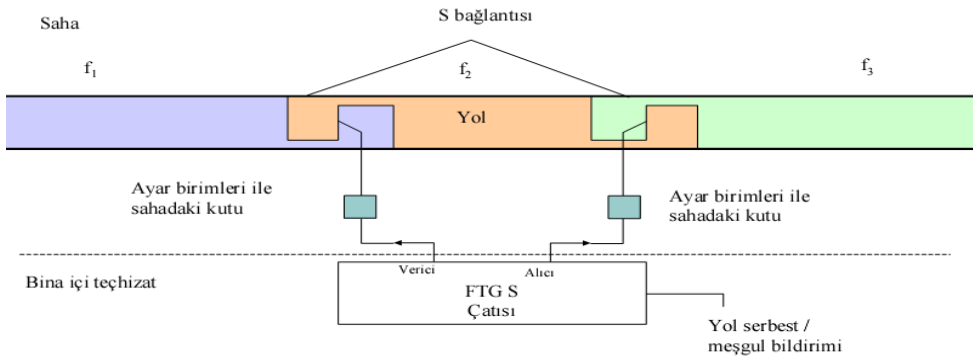
ARAŞTIRMA

- Eskiz ray devrelerinin hangi ülkelerde kullanıldığını ve neden tercih edildiğini araştırınız.
- Bu araştırmaları yaparken edindiğiniz bilgi birikimlerini not ederek arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. ESKİZ RAY DEVRESİ (JOINTLESS)

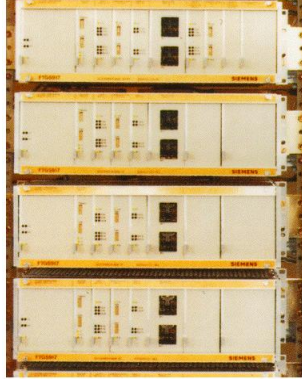
3.1. Eskiz (Jointless) Ray Devresinin Çalışma Prensibi

Ulusal demir yollarında kullanılan raylarda ray devresi yapabilmek için belli uzunluklarda rayların arasına kesilerek izole kal dediğimiz yalıtkanlar konulur. Elektriksel olarak birbirinden bağımsız devreler oluşturulur. Jointless denilen ray devresi kullanılırsa rayların kesilmesi araya izole ray konulmasına gerek olmaz. Böylece hem rayların kesilerek yol kalitesinin bozulması önlenir hem de izole contalarda oluşabilen arızaların önüne geçilmiş olur. İki tip ray devresi vardır.



Şekil 3.1: Eskiz ray devresi uygulaması

3.2. Eskiz (Jointless) Ray Devresi Elemanlarının Özellikleri



Şekil 3.2: FTG ray devreleri çatısı

- F: Uzaktan beslemeli (remote fed)
T: Ses frekanslı (audio frequency)
G: Ray devresi (track circuit)

FTG ray devresi cihazı şu elemanlardan oluşur:

- Her ray devresi için güç kaynağı
- Veriş ve alışı kesimleri
- Kablolar arasında kısa devre denetim sistemi
- Ses frekanslı, uzaktan beslemeli, izole cebresiz ray devresi (FTG)

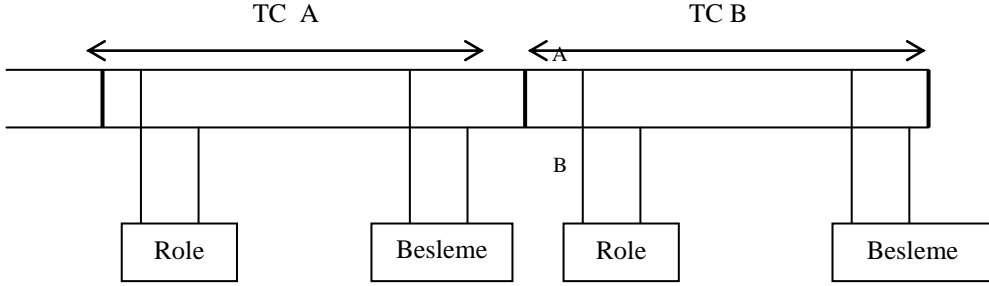
FTG ray devrelerinin özellikleri şunlardır:

- Yol meşguliyetinin algılanması
- İstenen uzunlukta uygulanma imkânı
- Bölünmüş kesimlerde algılama imkânı
- Her iki rayda da dönüş akımının sürekliliği
- Karışmalara karşı bağımsızlık
- Kablo arızalarına karşı koruma
- 6,5 km'ye kadar uzaktan besleme
- Ray kırılmalarını algılama
- Yol rölelerinde senkronizasyon (yol rölelerin farklı konumu ile hataların algılanması)

3.3. Eskiz (Jointless) Ray Devresi Çeşitleri

- Voltaja göre çalışan eskiz (jointless) ray devresi
- Akıma göre çalışan eskiz (jointless) ray devresi

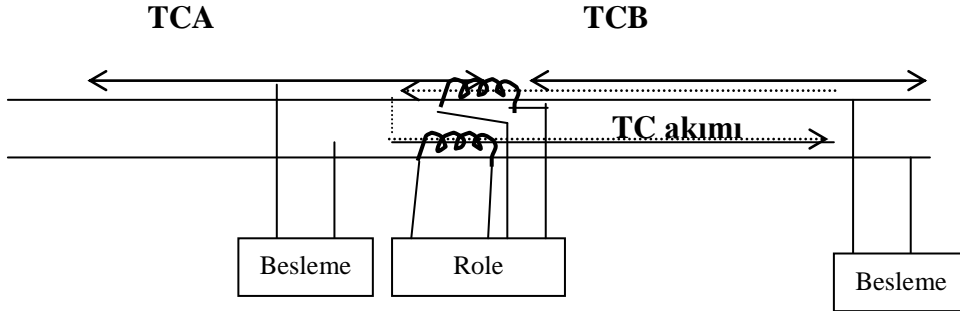
3.3.1. Voltaja Göre Çalışan Eskiz (Jointless) Ray Devresi



Şekil 3.3: Voltaja göre çalışan eskiz ray devresi

Ulusal demir yolu hatlarında bildik normal ray devrelerinde bir ray devresinin diğerinden etkilenmemesi için izole edilmiş kısımlar bulunur. Bu tip ray devrelerinde ise ray devrelerinin birbirinden etkilenmemesi için uçlarından kısa devre edilmiştir. Kısa devre yeterli seviyede düşük empedansı varsa sol taraftaki ray devresi sağ taraftaki ray devresini etkileyecek kadar yeterli voltaj oluşturamaz (A-B arası).

3.3.2. Akıma Göre Çalışan Eskiz (Jointless) Ray Devresi



Şekil 3.4: Akıma göre çalışan eskiz ray devresi

Ray devresinin sınırında bir bobin vardır. Rayın kendisine endüktif olarak kuplaj edilmiştir. Raydan akan akım bobinde bir indükleme voltajı oluşturacaktır. Bobinlerin hemen sağ yanında duran tren bobini kısa devre edecek ve ray devresinin meşguliyeti sezilenebilecektir. Bobinlerin solunda duran tren için akım trenin milinden tekerlekler vasıtasıyla geçerek ray devresini açık gösterecektir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem sırasını uygulayarak eskiz ray devresinin montajını, bakım ve onarımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Eskiz ray devresinin montajını yapınız.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Eskiz ray devresinin gerilim ve akım ayarlarını yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ İşlem basamaklarına uygun çalışma düzenini sağlayınız.➤ Gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.➤ Mesleğinizle ilgili etik kurallara uyunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Voltaja göre çalışan devre oluşturunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kontrol etmek için kullanılan araç gereçleri tespit ediniz.➤ Ölçü aletlerini uygun kademede kullanmayı unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Akıma göre çalışan devre oluşturunuz.	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Eskiz ray devresinin montajını yaptınız mı?		
2. Eskiz ray devresinin gerilim ve akım ayarlarını yaptınız mı?		
3. Voltaja göre çalışan devre oluşturduğunuz mu?		
4. Akıma göre çalışan devre oluşturduğunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. “Ulusal demir yollarında kullanılan raylarda ray devresi yapabilmek için belli uzunluklarda rayların arasına kesilerekdediğimiz yalıtkanlar konulur.” Boşluğa gelecek olan kelime hangi şıkta verilmiştir?
A) cebire
B) verici
C) izole kal
D) bulon
2. Aşağıdakilerden hangisi FTG ray devresi cihazı elemanlarından değildir?
A) Her ray devresi için güç kaynağı
B) Veriş ve alışı kesimleri
C) Kablolar arasında kısa devre denetim sistemi
D) Ses ile uzaktan kumanda devresi
3. Aşağıdakilerden hangisi FTG ray devrelerinin özelliklerinden değildir?
A) Yol meşguliyetinin algılanması
B) İstenen uzunlukta uygulanma imkânı
C) Bölünmüş kesimlerde algılama imkânı
D) Karışmalara karşı dinamiklik

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda gerekli ortam sağlandığında balast direncini ölçebileceksiniz.

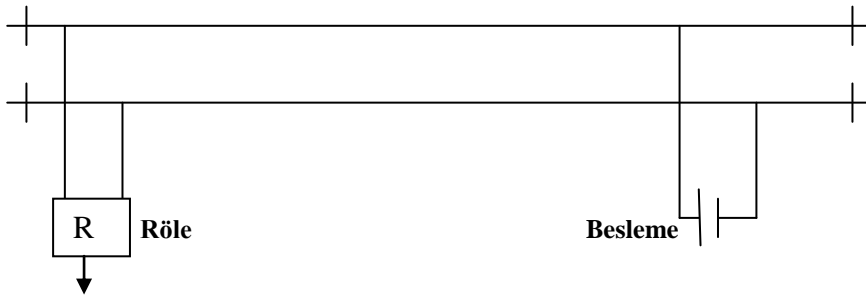
ARAŞTIRMA

- Hat parametrelerini araştırınız.
- Edindiğiniz bilgi birikimlerini not ederek arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. BALAST DİRENCİNİN HESABI

4.1. Balast Direncinin Tanımı

Balast direnci rayın bir tarafından diğer tarafına sızan sızıntı akımı olarak tanımlanır. Raylar boyunca (tahmin edileceği gibi) sayısız kaçak veya sızıntı akım yolları vardır. Balast direnci 2 ohm'dan başlayarak değişik değerlere göre değişebilir. 1000 m'lik bir uzunluktaki ray devresindeki balast direnci 80-100 ohm'a kadar çıkabilmektedir. Balastın direnç değerini; balast taşlarının çeşidi, balast taşlarının kirliliği, temizliği bulunduğu zeminin özelliği etkiler. Yağışlı havalarda balast direnci düşerken donlu havalarda bu direnç artar. Balastın bu şekilde değişimi balast ayarının yeniden kontrolünü gerektirir.



Şekil 4.1: Basit ray devresi

$$R_b = \frac{E_2 + E_3}{2(I - I_1)}$$

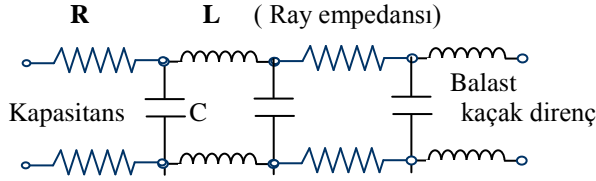
E_2 : Batarya uçlarındaki volt
 E_3 : Röle tarafı voltajı

I : Bataryadan geçen akım
 I_1 : Röleden geçen akım

4.2. Ray Devresi Parametreleri

Röleyi enerjilemek üzere raydan akan ray devresi akımı, balast, travers veya toprak vasıtasıyla direnç veya kondüktanstan dolayı sızıntı yapar (kaçak akım).

Sızıntı akımları altyapı özelliğinden dolayı değişebilir. Yolun altyapı yataklarının kötü oluşu, balastın malzemesi ve traverslerin elektriksel özellikleri sızıntı akımına etki eder.



Şekil 4.2: Hat parametreleri

Hava koşulları, altyapıda kullanılan malzemenin elektriksel direnci, ihtiva ettiği suyun miktarına göre değişir. Yağmurda direnç çok düşer. Karlı ve buzlu havalarda direnç artar. Dolayısıyla sızıntı akımları da buna bağlı olarak artar veya azalır.

Balast sızıntı direnci

$$r_b = L/G \text{ (ohm/km)}$$

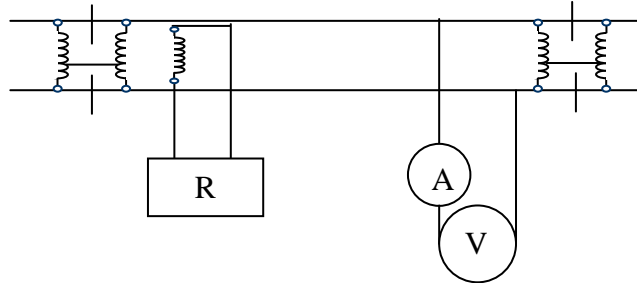
G: Her bir km'deki balast sızıntı iletkenliği

L: Boy

4.3. Balast Direncinin Bulunması

Ray devresinin sabitlerinden bulunan balast direncinin hesaplanması bir ray devresinin iyi çalışması için önemlidir.

Bunun için bir ray devresinde açık devre empedansını (Z_o) ölçmek için



Şekil 4.3: Balast direncinin ölçümü

Röle, empedansbond sökülür. Beslemedeki voltaj E ve geçen akım I_0 ve faz açısı θ ölçülür.

Alıcı ucu (röle) kısa devre edilerek empedansı ölçmek için beslemedeki voltajı E_s , akımı I_s ve faz açısı θ ölçülür.

Hattın empedansı ve faz farkı kısaca;

$$Z_0 = E_0 / I_0 \text{ hesaplanır. } \phi_0 = E\phi_0 - I_0 \phi_0$$

$Z_s = E_s / I_s$ $\phi_0 = E_s\phi_0 - I_s \phi_0$ ray empedansının faz farkı $\phi = \phi_{0+} \phi_s$ ray empedansı olan Z_2 üretici tarafından belirlenmiştir.

Kaçak akım kondüktansı $G = Z / (Z_s \cdot Z_0)$ denklemi ile hesaplanır. Böylece kaçak balast direnci,

➤ **AC kaynaklı bir ray devresinde;**

$$R_b = 1/G + (Z / (Z_s \cdot Z_0)) \text{ denklemi ile çözümler.}$$

➤ **DC koşullarında balast direnci ise;**

Devre açıkken ölçülen direnç R_0 ($R_0 = V_0 / I_0$)

Devre kısa devre yapılmışken ölçülen direnç R_s ($R_s = V_s / I_s$)

$$A = \sqrt{R_0 R_s}, B = 1.5 \log_{10} (A + R_s / A - R_s)$$

Ray direnci R ve balast direnci r_b ;

$$\underline{R = (A \cdot B / l) \cdot R_b = (A / B) \cdot l}$$

l: Ray devresinin boyu

4.4. Ray Devresi Değişkenleri

Bir ray devresini etkileyen etkenleri;

- Yolun yapısı,
- Hava koşulları biçiminde sınıflandırabiliriz.

Raylar birbirlerine paralel çok sayıda traversler, balast taşları zemin üzerine oturtulmuştur. Ray devresi başlı başına bir akım taşıyan kapalı bir elektrik devresidir. Bu nedenle, rayların üzerine oturduğu malzemenin elektriksel özellikleri önemlidir. Tüm bu malzemeler bir ray devresinin çalışmalarını etkiler. Yağmurlu havalarda ray devresinin balast direnci düşerken karlı ve buzlu havalarda ray devresinin balast direnci artmaktadır. Direncin hava koşullarına bağlı değişmesi ray devresinin elektriksel karakteristiğini olumsuz yönde etkiler.

Örnek: Minimum balast direncinin 4 ohm, röle direncinin 4 ohm, kaynak voltajının 2 volt olduğunu varsayalım.

Çekme akımı: 0,110 Amper,

Bırakma akımı: 0,080 Amper karakterinde bir röle olsun.

Şimdi bir DC ray devresi oluşturalım.

Minimum balast direncinde rölenin çekme voltajı (raydan raya) 0,440 V gereklidir. Fakat bu değere % 25 fazla bir değer seçilmelidir (minimum balast direncinde emniyetli bir çalışma sağlanması için).

Raylardaki voltaj düşümünü göz ardı edersek,

$$\begin{aligned}\text{Regülatör direnci} &= (\text{Batarya voltajı}-\text{ray voltajı})/\text{Batarya akımı} \\ &= (2-0,55)/(0,55/2) = 5,28 \text{ ohm}\end{aligned}$$

Tren raydan geçerken rayları kısa devre edecek ve bir minimum direnç oluşacaktır. Oluşacak bir minimum direnç de bu yukarıdaki değere eşit olacaktır. Bu direnç değerinde iken üzerinden geçen akımda röle kendini bırakacaktır.

$$\begin{aligned}\text{Bataryanın düşme akımı} &= (\text{Batarya voltajı}-\text{Bırakma voltu})/\text{Regülatör direnci} \\ &= 2-(0,080 \cdot 0,4)/ 5,28 = 0,32 \text{ Amper}\end{aligned}$$

Hâlbuki röle 0,080 Amper akımda çekecek; 0,24 Amper akımda şöntlemeden dolayı trenin dingilinden akacaktır. En son değer,

$0,32(\text{V})/0,24(\text{A}) = 1,33 \text{ ohm}$ olacaktır. Bu bırakma direnci başka bir deyimle minimum balast direnci olacaktır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem sırasını uygulayarak balast direncinin ölçünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Ray devresini oluşturunuz.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Devreye ölçü aletlerini bağlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ İşlem basamaklarına uygun çalışma düzenini sağlayınız.➤ Gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.➤ Mesleğinizle ilgili etik kurallara uyunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ İşlem sırasına göre akım ve gerilim değerlerini ölçünüz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kontrol etmek için kullanılan araç gereçleri tespit ediniz.➤ Ölçü aletlerini uygun kademede kullanmayı unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Balast direnci hesabını yapınız.	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Ray devresini oluşturduunuz mu?		
2. Devreye ölçü aletlerini bağladınız mı?		
3. İşlem sırasına göre akım ve gerilim değerlerini ölçtünüz mü?		
4. Balast direnci hesabını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Balast direncinin tanımı aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
A) Rayın bir tarafından diğer tarafına sızan sızıntı akımı olarak tanımlanır.
B) Raylardaki sızıntı akımı olarak tanımlanır.
C) Trenlerin balastını sağlayan direnç olarak tanımlanır.
D) Rayların balastını sağlayan direnç olarak tanımlanır.
2. Aşağıdakilerden hangisinde bir ray devresini etkileyen etkenler doğru olarak verilmiştir?
A) Yeryüzü şekilleri
B) Hattın yoğunluğu
C) İstasyonun yeri
D) Hava koşulları
3. Röleyi enerjilemek üzere raydan akan ray devresi akımı, hangi sebepten dolayı sızıntı yapar?
A) Balast, travers veya toprak
B) Balast, travers veya toprak vasıtasıyla direnç veya kondüktanstan
C) Balast, travers veya kondüktanstan
D) Direnç veya kondüktanstan
4. Hangi seçenekte sızıntı akımlarının hava koşullarından dolayı artıp azalması doğru olarak verilmiştir?
A) Yağmurda direnç çok artar. Karlı ve buzlu havalarda direnç artar.
B) Yağmurda direnç çok düşer. Karlı ve buzlu havalarda direnç artar.
C) Yağmurda direnç çok düşer. Karlı ve buzlu havalarda direnç düşer.
D) Yağmurda direnç çok artar. Karlı ve buzlu havalarda direnç düşer.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. DC ray devresinin montajını yaptınız mı?		
2. DC ray devresinin gerilim ve akım ayarlarını yaptınız mı?		
3. Polarite kontrollerini yaptınız mı?		
4. Hat rölesinin çekme ve düşme gerilimlerini kontrol ettiniz mi?		
5. AC ray devresinin montajını yaptınız mı?		
6. AC ray devresinin gerilim ve akım ayarlarını yaptınız mı?		
7. Hat rölesinin çekme ve düşme gerilimlerini kontrol ettiniz mi?		
8. Eskiz ray devresinin montajını yaptınız mı?		
9. Eskiz ray devresinin gerilim ve akım ayarlarını yaptınız mı?		
10. Voltaja göre çalışan devre oluşturduğunuz mu?		
11. Akıma göre çalışan devre oluşturduğunuz mu?		
12. Eskiz ray devresinin montajını yaptınız mı?		
13. Ray devresini oluşturduğunuz mu?		
14. Devreye ölçü aletlerini bağladınız mı?		
15. İşlem sırasına göre akım ve gerilim değerlerini ölçtünüz mü?		
16. Balast direnci hesabını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	C
4	D
5	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	C
4	A
5	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	B
4	B

KAYNAKÇA

- **BABACAN V. K., Yayınlanmamış Sinyalizasyon Ders Notları**
- **BAİLEY C., European Railway Signalling**
- **Elements of Railway Signaling GRS (General Railway Signal)**
- **NOCK O. S., Railway Signalling**
- **VARDAR V., Ray Devreleri Tarifnamesi**
- **YAŞAR Y., Sinyalizasyona Giriş**
- **YOSHIKOSHİ S., Yoshimura H. Railway Signal**