

T . C

M A R M A R A Ü N İ V E R S İ T E S İ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

"ELEKTRİK SİSTEMLERİNDE KORUMA, RÖLELER ve
RÖLE KOORDİNASYONU"

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Nesrin TARKAN.

Hazırlayan : Mustafa PINAR.

Teslim Tarihi: Ocak 1985

Ö N S Ö Z

Sanayinin her dalında başarıya ulaşmış olan toplumlar, bilgi ve becerisini kendilerinden sonra gelecek olan nesillere ulaştırmak için en etkili aracın kitaplar olduğunu anlamışlar ve inanmışlardır. Bir ülkede toplumun kalkınması için en etkili araç eğitimidir. Eğitimin topluma benimsetilmesi herkesten önce eğitimcinin, araştırmacının görevidir. Bir kişinin her hangi bir meslek dalında başarıya ulaşması o kişinin mesleki kitaplara olan ilgisine bağlıdır. Günümüzde elektrik-elektronik, profesyonel ve amatör olarak çalışan her kişinin dikkatini ve ilgisini üzerine çekmiş bir bilim dalıdır.

Elektrik enerjisinin üretim, iletim ve dağıtımında ana problem "KORUMA"dır. Hazırlamaya çalıştığım bu tez'de Koruma sistemi ve koruma rölelerinin önemi, sistemlerde uygulanmaları üzerinde durdum.

Bu çalışmamın hazırlanması ve ortaya çıkması için yönetici ve danışman olarak yardımlarından ötürü sayın hocam Doç. Dr. Nesrin TARKAN ve tezimin araştırma aşamasındaki ilgilerinden dolayı da Elk. Müh. Salim UZEL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ocak 1985, İstanbul

Mustafa PINAR.

İ Ç İ N D E K İ L E R

ÖNSÖZ	.....	1
İÇİNDEKİLER	.....	2
GİRİŞ	.....	7

BİRİNCİ BÖLÜM

"KORUMA RÖLELERİ"

1.1.	Koruma Rölelerine bakış.	.....	9
1.2.	Temel Röle Elemanları.	.....	9
1.2.1.	Çekmeli tip röleler.	.....	9
1.2.2.	Terazi kollu röleler.	.....	11
1.2.3.	İndüksiyon disk röleleri.	.....	12
1.2.4.	İndüksiyon çan röleleri.	.....	13
1.2.5.	Hareketli bobinli röleler.	.....	15
1.2.6.	Köprü doğrultuculu karşılaştırmacılar.....	.....	17
1.2.7.	Diğer Röle tipleri.	.....	17
1.°	Termik röleler.	.....	17
2.°	Gaz basıncı ile çalışanröleler.	.....	18
1.3.	Değişik röle tiplerinin karakteristikleri.....	.....	19
1.3.1.	Akım ve gerilim röleleri.	.....	19
1.3.1.1	Aşırı akım ve ani gerilim röleleri.....	.....	19
1.3.1.2	Sabit zamanlı aşırı akım ve gerilim röleleri....	.....	20
1.3.1.3	Tersine zamanlı aşırı akım ve gerilim rölesi...	.....	21
1.3.1.4	Akım ve gerilim rölelerinde simetrikli bileşenler ile beslenme durumu.	.....	21
1.3.2.	Uyum yapmış röleler.	.....	23
1.3.3.	Redresörlü polarize röleler.	.....	24
1.3.4.	Ara röleler.	.....	24
1.3.5.	Güç röleleri.	.....	25
1.3.6.	Empedans röleleri.	.....	25
1.3.6.1	Düşük empedans rölesi.	.....	26
1.3.6.2	Reaktans rölesi.	.....	27
1.3.7.	Diferansiyel röleler.	.....	28

İKİNCİ BÖLÜM

"KORUMA, RÖLELER, RÖLE KOORDİNASYONU"

2.1.	Selektif koruma.	.....	30
2.2.	Akım trafosu seçimi.	.....	32
2.3.	Röleler için yardımcı gerilim.	.....	33
2.4.	Ana koruma röleleri.	.....	33
2.4.1.	Bağımlı aşırı akım rölesi ile koruma.....		33
2.4.2.	Bağımsız aşırı akım rölesi ile koruma.....		34
2.4.3.	Termik karakteristikli aşırı akım rölesi.....		34
2.4.4.	Yönlü aşırı akım rölesi ile koruma.....		35
2.4.5.	Distans ve konduktans rölesi ile koruma.....		36
2.4.6.	Diferansiyel röle ile koruma.	.....	36
2.4.7.	Toprak kaçağı koruma rölesi ile koruma.....		37
2.4.8.	Tekrar kapama rölesi ile koruma.	.....	39
2.4.9.	Gerilim rölesi ile koruma.	.....	39
2.4.10.	Koruma rölelerinin ortak özellikleri.....		40

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

"GENEL SİSTEMLERDE ARIZA KORUMASI"

3.1.	-Generatör korumaları.	.....	41
3.1.1.	Generatör arızaları.	.....	41
3.1.1.1.	Stator korumaları.	.....	41
3.1.1.2.	Rotor arızaları.	.....	41
3.1.1.3.	Mekanik arızalar.	.....	42
3.1.1.4.	Dış arızalar.	.....	42
3.1.2.	Generatör korumaları.	.....	42
3.1.2.1.	Diferansiyel koruma.	.....	42
3.1.2.2.	Aşırı akım koruması.	.....	44
3.1.2.3.	Stator-Toprak arızası koruması.	.....	46
3.1.2.4.	Negatif bileşenli koruma.	.....	46
3.1.2.5.	Stator sarım kısa devre koruması.	.....	48

3.1.2.6.	İkaz kaybı.	.....	49
3.1.2.7.	Rotor-Toprak arızası.	.....	49
3.1.2.8.	Generatörün motor olarak çalışmasına karşı koruma.	.....	51
3.1.2.9.	Aşırı hız koruması.	.....	51
3.2.	-Güç transformatörü koruması	.....	51
3.2.1.	Aşırı ısınmaya karşı koruma.	.....	52
3.2.2.	Aşırı akım koruması.	.....	53
3.2.2.1.	Sigortalarla yapılan koruma.	.....	53
3.2.2.2.	Sekonder aşırı akım röleleri ile yapılan koruma.	.....	53
3.2.3.	Diferansiyel koruma.	.....	58
3.2.3.1.	Diferansiyel koruma ilkesi.	.....	58
3.2.3.2.	Mıknatıslayıcı yağılma akımı	.....	60
3.2.3.3.	Akım trafosu dönüştürme oran farklılığının röleye etkisi.	.....	63
3.2.3.4.	Güç trafosu bağlantı gruplarının röleye etkisi.	.....	64
3.2.3.5.	Topraklı sistemlerde koruma bölgesinin dışındaki faz-toprak arızalarının röleye etkisi.	.....	65
3.2.3.6.	İki ve üç sargılı trafolarda diferansiyel koruma.	.....	67
3.2.3.7.	Akım trafoları.	.....	74
3.2.3.8.	Röle ayarı.	.....	75
3.2.4.	Tank koruması.	.....	76
3.2.5.	Bucholz koruma.	.....	77
3.2.6.	Bara korumaları.	.....	78
3.2.7.	Hat koruması.	.....	81
3.2.7.1.	Mesafe röleleri.	.....	81
3.2.7.2.	Röle performansı.	.....	81
3.2.7.3.	Rölenin hatta uygulanması.	.....	83
3.2.7.4.	Mesafe rölelerinin kuranportörler ile korunması.	.....	85

3.2.8.	Mesafe koruması.	.....	85
3.2.8.1.	Kullanılan açma karakteristikleri.....		86
3.2.8.2.	Mesafe rölelerinin yapısı.	.....	88
3.2.8.3.	Mesafe rölelerini kademe planı.	.....	91
3.2.8.4.	Mesafe rölelerinin ayarlanması.	.....	92
3.2.8.4.1.	Dallı şebekelerde ayarlanması.	.....	92
3.2.8.4.2.	Gözlü şebekelerde ayarlanması.	.....	94
3.2.8.5.	Mesafe rölelerinde geleceğe bakış.....		94
3.3.	Seri kapasitörler ve koruma düzenleri.....		95
3.3.1.	Yararları ve kullanım nedenleri.	.....	96
3.3.1.1.	Güç iletim kapasitesi ve kararlılık.....		96
3.3.1.2.	Reaktif güç dengesi, Hat üzerindeki gerilim dağılımı ve iletim kayıpları.	.....	97
3.3.2.	Seri kapasitörlerin işletilme koşulları.....		97
3.3.3.	Seri kapasitör banklarının niteliklerini belirleyen ana bilgiler.	.....	98
3.3.4.	Seri kapasitörlerin tasarımı.	.....	98
3.3.4.1.	Ana devre düzenlemesi.	.....	98
3.3.4.2.	Genel fiziksel düzenleme.	.....	99
3.3.4.3.	Kapasitör üniteleri.	.....	100
3.3.4.4.	Aşırı gerilime karşı koruma.	.....	101
3.3.4.5.	Sönümleme devresi.	.....	102
3.3.4.6.	Boşaltma reaktörü.	.....	102
3.3.4.7.	Köprüleme kesicisi.	.....	102
3.3.4.8.	Ayırıcılar.	.....	102
3.3.5.	Röle koruması.	.....	103
3.3.5.1.	Dengesizlik koruması.	.....	103
3.3.5.2.	Atlama aralığının sürekli tutuşmasına karşı koruma.	.....	103
3.3.5.3.	Platforma atlamaya karşı koruma.	.....	105
3.3.5.4.	Altharmonik koruması.	.....	105
3.3.5.5.	Termik aşırı yük koruması.	.....	105
3.3.5.6.	Uzun süreli aşırı gerilime karşı koruma.b.....		105

3.3.5.7.	Röle dolabı.	.....	106
3.3.5.8.	Platformdan yer düzeyine bilgi iletimi.....		106
3.3.5.9.	Yardımcı güç kaynağı.	.....	106

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

"ENDÜSTRİ RÖLELERİ VE ELEKTRONİK RÖLELER"

4.1.	Giriş.	.....	107
4.2.	Koruma Röleleri,	.....	107
4.3.	Açma Kapama Röleleri.	.....	109
4.4.	Zaman Röleleri.	.....	110
4.5.	Elektronik Zaman Röleleri.	.....	111
4.5.1.	Dijital Zaman Röleleri.	.....	115
4.6.	Elektronik Koruma Röleleri.	.....	116
SONUÇ			..... 121
FAYDALANILAN KAYNAKLAR			..... 122
ÖZ GEÇMİŞ			..... 123

GİRİŞ

Elektrik enerjisi üretim,iletim ve dağıtımında ana problemlerden biri "KORUMA" dır.Genel anlamda "KORUMA" enerji üretim cihazlarının,iletim hatlarının ve bu enerjiyi kullanan cihazların,emniyetli işletme şartları içinde çalışmasını sağlamak ve herhangi bir nedenle önceden belirlenmiş bu şartların dışına çıkan bölümü şebekenin bütününden ayırmak ve izole etmektir.

Seçici bir koruma olmadan günümüzde bir güç sisteminin işletilmesi olanaksızdır.Seçici korumanın amacı;şebekenin herhangi bir bölümünde meydana gelen arızanın yayılma sahasını minimumda sınırlamak için,yalnız arızalı kısmı en kısa sürede devre dışı bırakmaktır.Koruma rölelerinin uygulanması ile güç sisteminin her hangi bir noktasında oluşan arıza saptanır ve arızalı bölüm sistemden ayrılır.Arızalı bölüm sisteme bağlı kaldığında,aşağıda belirtilen üç ana etken nedeni ile sistemin bir bölümü yada tümü tehlikeye düşer.

- 1°) Generatörlerin senkronizasyon koşullarını kaybetmeleri ve sistemden kopmaları.
- 2°) Arızalı bölümün hasar görme olasılığı.
- 3°) Arızasız bölümün hasar görme olasılığı.

Güç sistemi için tehlikeli olmasına rağmen,tüketiciler açısından önemli olan diğer bir etkende büyük endüstriyel kuruluşlardaki senkron motorların servis dışı kalarak,hayati sayılabilecek işlemlerin kesilme olasılığıdır.Kısaca korumanın amacı,kesicilerle birlikte,güç sisteminin her tip arızadan hızla temizlenmesini sağlamaktır.Koruma rölelerinin uygulanmasında,güç sistemi özel problemlerine göre mantıksal bir biçimde çeşitli bölümlere ayrılır.Ancak,tüm bölümlerdeki korumalarda,beş temel ilke her zaman akılda tutulmalı ve uygulanmalıdır;

- 1°) SEÇİCİLİK : Sistemin devamlılığını sağlamak için,yalnız arızalı bölümün devre dışı kalmasının sağlamak.
- 2°) GÜVENİRLİK: Her tür arızaya güvenilir ve etkin biçimde müdahale edebilmek.
- 3°) BASİTLİK : En az donanım ve devre ile korumayı yapmak.
- 4°) EKONOMİ : En düşük harcama ile en fazla korumayı sağlamak.

Belirtilen tüm nitelikleri bir arada sağlamak olanak dışı olduğundan,bunlardan belirli bir seviyede ödün vermek gerekebilir.Güç sisteminde mühendislerin ve operatörlerin özelliklerine bağlı olarak,çok fazla yada çok az koruma yapabilme,yeteneği vardır.Röle uygulamasının genel felsefesi güç sistemini koruma bölümlerine ayırmak ve arızalarda en az miktarda sistem parçasını devre dışı etmek sureti ile uygun korumayı sağlamaktır.

Koruma tekniğinin önemini daha iyi kavrayabilmek için bu çalışma sırasında,öncelikle korumanın genel elemanı olan Koruma rölelerinin çeşitleri,uygulama alanları ve birbirleri ile olan ilişkileri Bölüm 1 ve 2'de incelenmiştir.Enerji sisteminin belli başlı elemanları olarak tanımladığımız Generatörler,Transformatörler,Baralar ve Enerji iletim hatları ile ilgili koruma tekniği,koruma röleleri Bölüm 3'de,geniş biçimde ele alınmıştır.Endüstri röleleri olarak tabir ettiğimiz Zamanlama röleleri,koruma sistemlerinde kullanılması ve Elektronik koruma röleleri ile ilgili şekiller ve devre uygulamalarıda Bölüm 4'de incelenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

"KORUMA RÖLELERİ" "1"

1.1. Koruma Rölelerine Bakış:

Koruma sistemlerinde en çok kullanılan röleler, ya akım ya gerilim yada büyüklüklerin bir bileşiminde çalışmaya başlarlar. Bileşimlerin göz önüne alındığı durumlarda, iki akımın farkına, bir güce, frekansa duyarlı röleler koruma sistemlerinde kullanılırlar. Röleler, bir ölçme yapabilir veya hep yada hiç yüzünden işleyebilirler. Eğer başı oldukları büyüklük iyice belirlenmiş bir değeri aldığı zaman kontaklarını kapar veya açarlarsa ölçme yaparlar. Ancak bağlı oldukları büyüklük, genliği önemsiz bir süreksizliğe uğradığında kontaklarını kapar veya açarsa hep yada hiç yüzünden çalışmış olur.

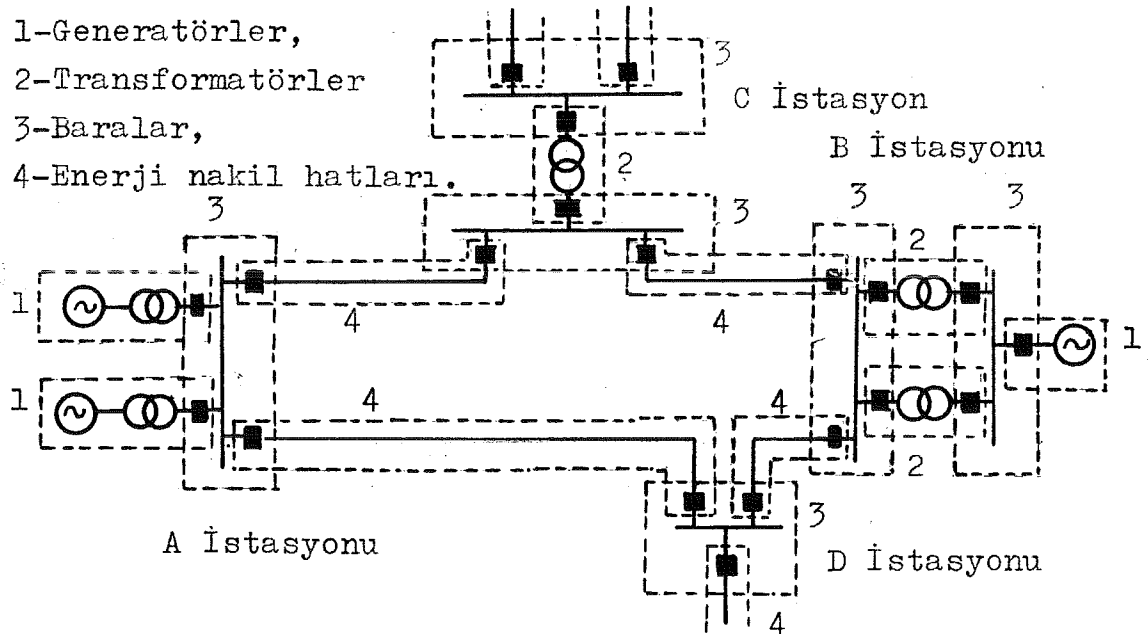
Koruma Rölelerinin kullanıldığı örnek bir güç sistemi ve koruma bölümleri aşağıda görülmektedir.

1-Generatörler,

2-Transformatörler

3-Baralar,

4-Enerji nakil hatları.



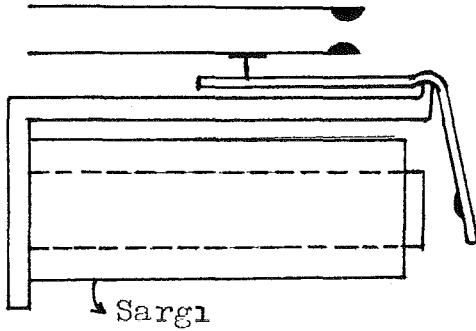
Şekil-1: Örnek bir güç sistemi ve koruma bölümleri.

1.2. Temel Röle Elemanları:

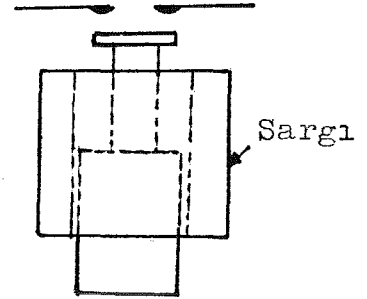
1.2.1. Çekmeli tip röleler:

Kullanılan en basit röle şeklidir. Genelde manyetik "x" :Faydalanılan Kaynak

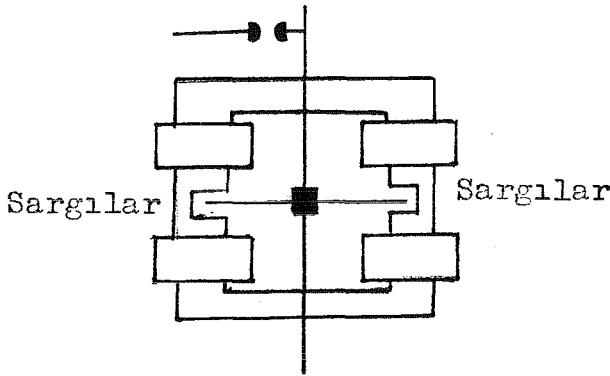
içindeki bobin ve karşısındaki paletten oluşur. Millendirilmiş bir armatür, selenoid içinde bir piston yada döner demir bir kanat kullanılarak yapılan tipleri vardır. Bu elemanlar bobin içinden geçen akımla ayarlanan manyetik alan etkisi ile hareket ederek kendilerine bağlı olan kontakları açarlar yada kaparlar. Aşağıdaki şekillerde değişik tipte çekmeli rölelerin basit biçimde çizilen şekilleri görülmektedir.



Şekil-2: Millendirilmiş armatür tipi



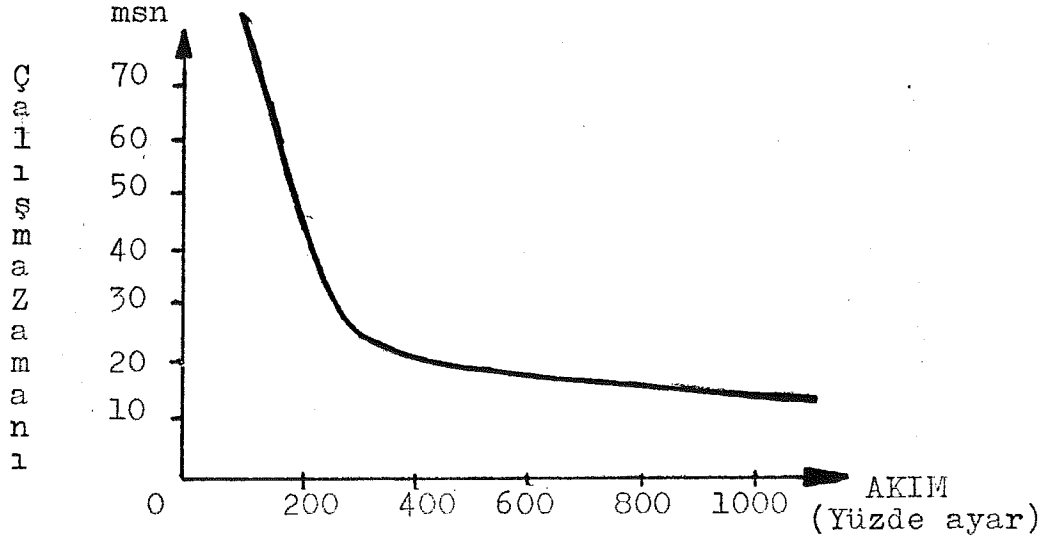
Şekil-3: Pistonlu tip.



Şekil-4: Döner demir kanatlı tip.

Bu tip röleler alternatif akım ve doğru akım ile çalışırlar. Hızlı çalışmaları, geri dönüş oranını yüksek olması ve yapım kolaylığı nedeni ile bu röleler çok kullanılır. Alternatif akımda akımın her sıfırdan geçişinde röle geri gelmek istediğinden titreşim ve gürültü oluşur, bu tür çalışmaya engel olmak için özel önlemler alınması gerekir.

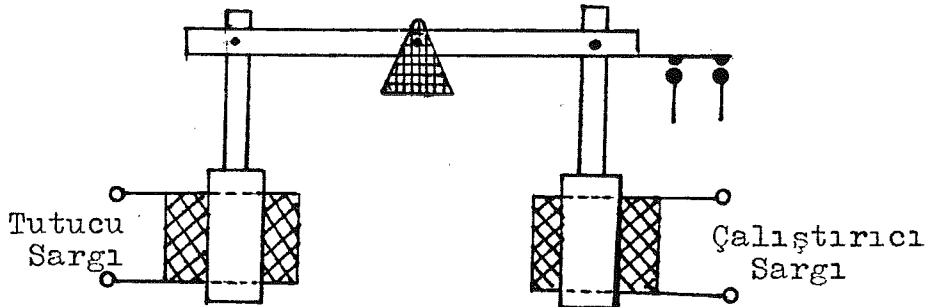
Çekmeli röleler genellikle ani çalışma zamanlı olarak bilinirler, ancak çalışma zamanı akıma göre değişir. Akım/Zaman eğrisi, tipik bir röle için Şekil-5'de olduğu gibidir. Bu tür rölelerde 5 milisaniyenin altında süratli çalışma sağlanamaz.



Şekil-5: Tipik bir çekmeli rölenin Akım/Zaman eğrisi.

1.2.2. Terazi kollu röleler:

Birden fazla niceliğe bağımlı ölçümler yapma gereksinimi, terazi kollu rölelerin tasarımında en büyük etken olmuştur. Örneğin: İki akım yada bir akım ve bir gerilim kullanılan röleler. İlk terazi kollu röleler iki ayrı sargının içindeki pistonların terazinin iki ucuna mekanik bağlantımı ile gerçekleştirilmiştir. Şekil-6'da Terazi kollu rölenin prensip şeması görülmektedir.



Şekil-6: Terazi kollu röle.

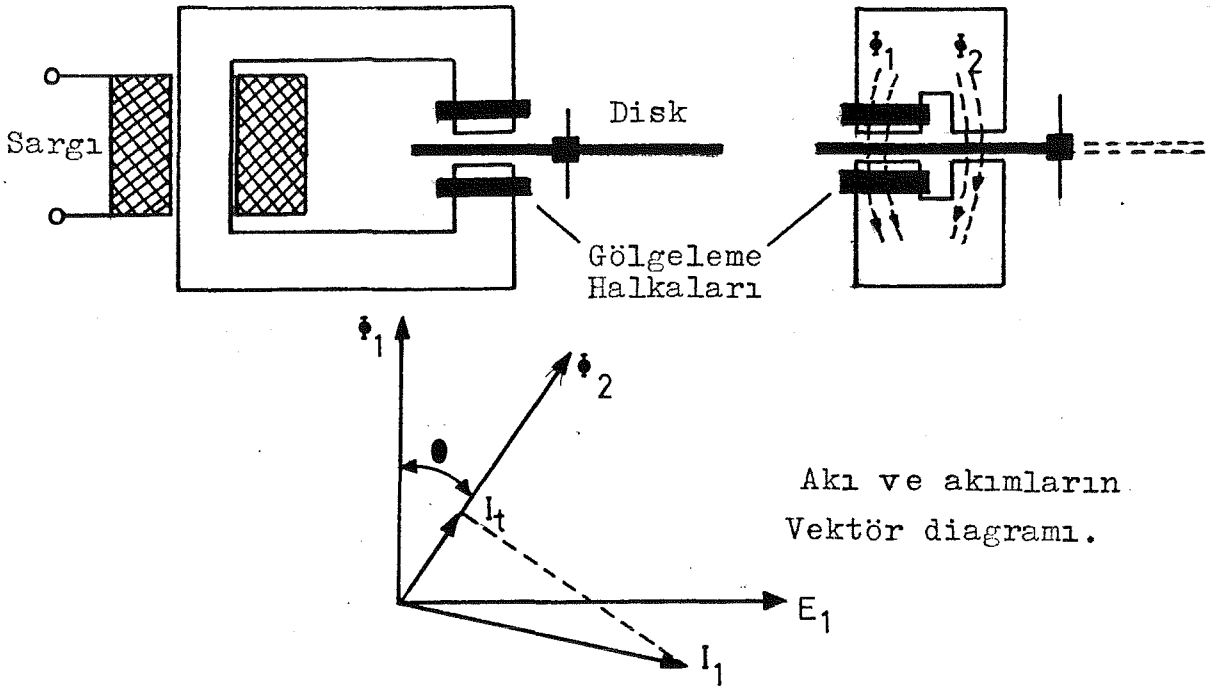
Sonraları geliştirilen rölelerde mıknatıslar sargıların yerini almış ve terazinin her iki uuna çekmeli röleler konmuştur. Terazinin koluna ayrıca bir ağırlık ya da yay aracılığı ile kontağın açık konumu için, mekanik bir tutuculuk verilmiştir. Rölede oluşan kuvvetler akımın (yada gerilimin) karesi ile orantılı olduklarından, rölenin çalışma bölgesi kısıtlıdır. Terazi kolunun hem büyük kuvvetlere dayanıklı olması, hemde küçük kuvvetleri ayarlayabilecek hafiflikte olması gerekmektedir. Kontakları açık tutmaya yarayan denetim gücü, ölçümlerin doğruluğunu etkilemekte ve çoğu kez üçüncü bir mıknatıs bu etkiyi azaltmak için kullanılmaktadır.

Terazi kollu röle, bakımı kolay olan ve oldukça sağlam bir röle tipidir. Fakat yüksek güç (volt-amper) çekmesi ve yanlış açmalara yol açması yüzünden koruma sisteminde kullanıldığı yerler sınırlıdır.

1.2.3. İndüksiyon Disk Röleleri:

Bu tip rölelerde, manyetik bir devrenin kutupları arasında hareket edebilen bir disk vardır. Kutuplar faz ve yerleri değişik iki ayrı manyetik alan yaratırlar. Birinci kutbun alanının yarattığı akı ile ikinci kutbun diskte indüklediği akım arasında yaratılan moment diski döndürür. Bu momenti sağlayabilecek iki ayrı yöntem, iki ayrı indüksiyon disk rölesi yaratmıştır. İlki gölgeleme-halkalı indüksiyon disk rölesidir. Şekil-7'de görüldüğü gibi elektromıknatısın her kutbunun yarısında bir bakır bant yada bobin ile "gölgeleme halkası" oluşturulur.

Gölgeleme halkasının işlevi, bulunduğu kolda oluşan akı ile kutbun diğer yarısında oluşan akı arasında faz ve yer farkı oluşturmaktadır. Diskte böylelikle iki ayrı akım oluşur ve bu akımlarla akımlar arasında iki moment sağlanmış olur. Fakat burada akımlar arasında verilebilecek açı fazla olmadığından bu tip röle fazla verimli değildir.

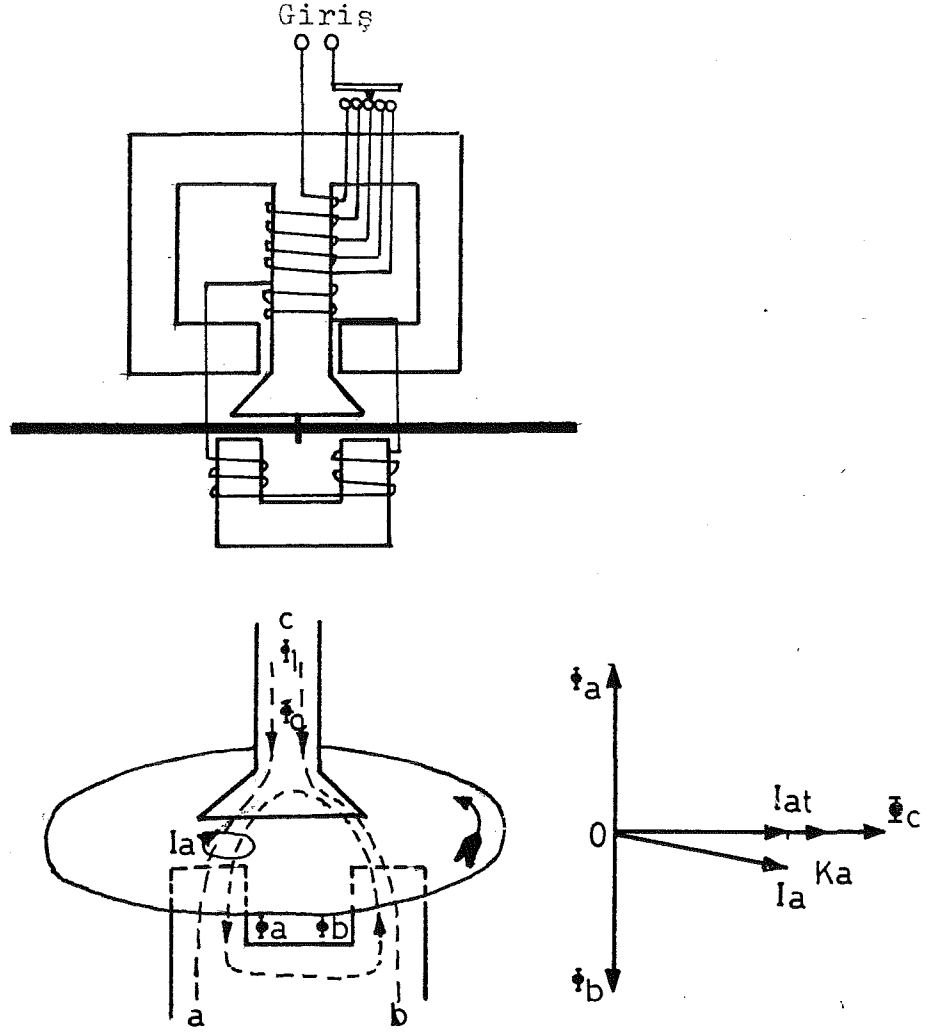


Şekil-7: Gölgeleme halkalı indüksiyon disk rölesi.

Wattmetrik tip indüksiyon disk rölelerde akılar arasında 90° faz farkı verilebildiği için verimlilik çok yükselebilmektedir. Tam indüksiyon rölelerinde frenleme sabit bir mıknatıs aracılığı ile sağlanmaktadır. Gerek gölgeleme halkalı, gerek wattmetrik tip indüksiyon röleleri iki ayrı nicelik ile çalışabilirler. Örneğin, 1 akım, 1 gerilim yada 2 akım gibi. Bu nicelikler diskin altında ve üstündeki kutuplara uygulanır. Diskin üstünde birisi tutucu yönde diğeri çalıştırıcı yönde çalışırlar. İndüksiyon-disk röleleri ter çalışma (akım-zaman) karakteristiğine sahiptir.

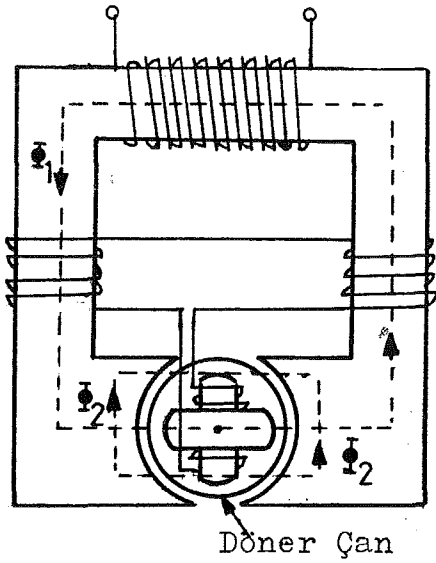
1.2.4. İndüksiyon çan röleleri:

Bu tip rölelerde 2, 4 yada daha fazla sayıdaki kutup arasına yerleştirilmiş, çana benzeyen bir nüve bulunmaktadır. 2 kutuplu tiplerin çalışma ilkesi Wattmetrik-indüksiyon-disk rölesi ile benzerdir ve birbirine dik olarak oluşan iki akımın indüklediği akımlar çanı döndürür.

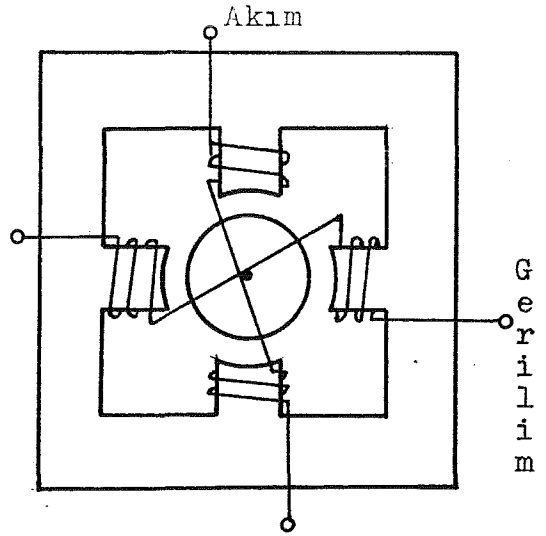


Şekil-8: Wattmetrik tip indüksiyon rölesi.

Günümüzde kullanılan çan tipi rölelerde 4 yada daha fazla kutup bulunmaktadır. Bunların çalışma ilkesi indüksiyon motorun çalışma ilkesi ile aynıdır. İki çift sargı dönen bir alan oluşturur. Bu dönen alanın çanda indüklediği akımlar çanı alanın yönünde döndürür. Bir kontrol yayı sürekli dönüşü engeller. Çanın dönüş yönü alanın yönü ve kuvvetine dolayısı ile uygulanan gerilim ve yada akımların büyüklüğüne ve aralarındaki açığa bağlıdır. İndüksiyon çan rölelerinin ters zamanlı çalışma karakteristikleri vardır. Çanın hareketinin hafif oluşu ve manyetik devrenin daha verimli olması çektiği volt-amperin indüksiyon-disk tipi rölelere oranla daha düşük olmasını sağlar.



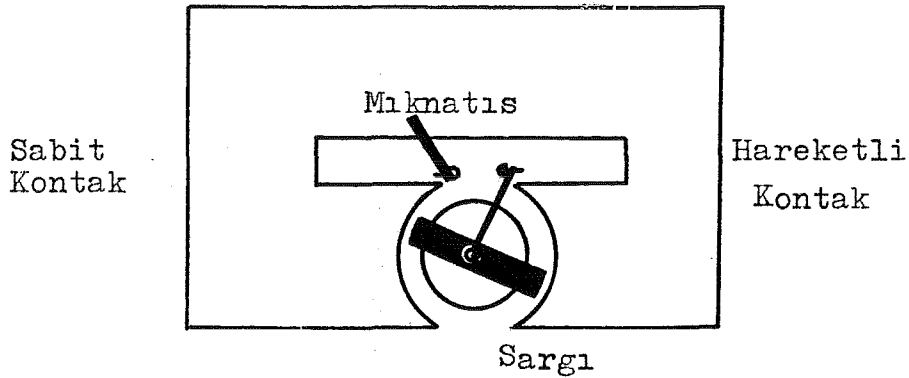
Şekil-9: İki kutuplu indüksiyon çan rölesi.



Şekil-10: Dört kutuplu indüksiyon çan rölesi.

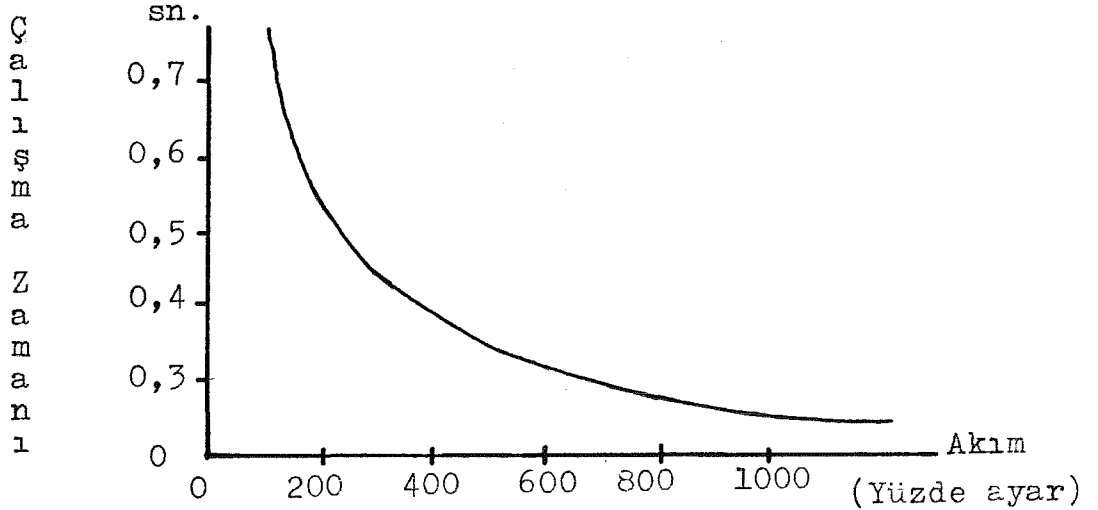
1.2.5. (Sabit Mıknatıs) Hareketli Bobinli Röleler:

Daha önceki rölelerden değişik olarak bu tip rölelerde bobin hareketlidir. Ölçü aletlerine benzer şekilde hareketli bobin sabit bir mıknatısın 2 kutbu arasında dönmektedir. Bu tip rölelerle doğru akım ölçümleri yapılmaktadır. Aynı zamanda uygun doğrultucularla alternatif akım ölçümleride yapılabilir. Bu rölede dikdörtgen şeklindeki hafif bir bobin, iki kenarı sabit bir mıknatısın 2 kutbu ve yumşak demir nüve arasına gelecek şekilde millendirilmiştir. Hareketli bobin aynı zamanda üstünde hareketli bir kontak bulunan bir kol taşımaktadır.



Şekil-11: Hareketli bobinli röle.

Manyetik devredeki tüm hava aralıkları küçük olduğundan radyal akı yoğunluğu düzgündür. Böylelikle çalışma momenti akımla doğru orantılı olur. Bu doğru orantının sonucunda, örneğin 2 kat artması, momentin 2 kat artması dolayısıyla bobinin dönüş zamanının yarıya düşmesi demektir. Böylelikle bu rölelerde ters zamanlı çalışma karakteristiklerine sahip olurlar.

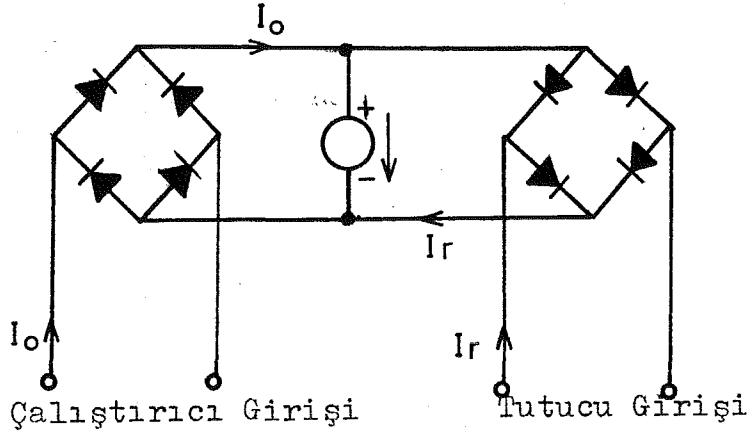


Şekil-12: Hareketli bobinli rölenin Zaman/Akım karakteristiği.

Bu rölenin gelişkin tiplerinde bobin sayısı ikiye çıkarılıp rölenin 2 nicelikle çalışabilmesi sağlanır. Bu niceliklerden bir tutucu, diğeri çalıştırıcı işlev görebilirler. Çift girişli rölelerde kuvvetler akımla doğru orantılı olup, kuvvet bobininin konumundan bağımsızdır. Böylelikle hareketli bobinli rölelerde, terazi kollu röleden daha duyarlı ayarlamalar yapılabilir. Hareketli bobinli rölelerde 30 milisaniyeye kadar çalışma zamanı elde edilmesine karşın daha düşük çalışma zamanı, yayın sarsıntıya dayanıklı olabilmesi için uygulanan sönümleme (damping) ile kısıtlanmıştır. Rölede hareketin hafif olması VA'nın çok düşük olmasını sağlar. Hatta hareketli bobinli röle mekanik röleler arasında en duyarlı röle niteliğine sahiptir.

1.2.6. Köprü doğrultuculu karşılaştırıcılar:

Bu karşılaştırıcı tek başına röle değildir. Normal çalışma bölgesinin dışında çalıştırılan basit polarlanmış bir röle bu karşılaştırıcı ile birlikte kullanılır. Karşılaştırıcının çalışma ilkesi terazi-kollu röleden farklı olmayıp, uygulanan iki akımdan biri röleyi tutucu diğeri çalıştırıcı niteliğe sahiptir.



Şekil-13: Köprü doğrultuculu karşılaştırıcı.

Röle genellikle hareketli bobinli türündendir ve 0,5 mW düzeyinde bir duyarlığa sahiptir. Röleye şöntlenmiş doğrultucular gerilim sınırlayıcı olarak işlev görerek, tutucu ve çalıştırıcı akımlar arasındaki farklılıklardan dolayı doğabilecek büyük akımları sınırlarlar. Böylelikle bu tür rölelerde çoğu klasik röleden daha geniş bir çalışma bölgesi, sağlanmış olmaktadır. Bu niteliği ile karşılaştırıcılar özellikle mesafe (Hat) korumasında önemli ölçüde kullanılmaktadır.

1.2.7. Diğer Röleler:

1.2.7.1. Termik Röleler:

Doğrudan sıcaklığı ölçen termik röleler kullanılmakla birlikte (yağ sıcaklığını ölçen termik röleler gibi) çoğunlukla akımın ısıtma etkisinden yararlanılarak sıcaklık ölçmesini dolaylı yoldan yapan termik röleler daha çok kullanılmaktadır. Özellikle güç transformatörlerinde sargı sıcaklıklarının ölçülmesi bu şekilde dolaylı yoldan yapılır.

1.2.7.2. Gaz Basıncı ve yağ akışı ile çalışan Röleler:

Güç transformatörü gibi yağ içine yerleştirilmiş teçhizatatta arızalar gaz oluşmasına neden olur. Eğer arıza büyük ise yağın hareketliliği daha artar. BUCHOLZ rölesi bu koşullarda çalışır ve kısa zamanda teçhizatı servis dışı bırakarak hasarın büyümesini önler.

Transformatörde bir arıza yavaşça ortaya çıkarsa, yerel ısınmalar meydana gelerek katı veya sıvı yalıtım malzemelerini ayrıştırır ve böylece yanıcı gazlar doğar. Bucholz rölesinde belirli bir miktar gaz biriktiğinde alarm sistemi çalışır. rölede toplanan gazın analizi, arıza cinsi ve yeri hakkında bir göstergedir.

BUCHOLZ rölesinde, toplanan gaz cinslerine göre hata türlerinin belirlenmesi:

Toplanan gaz cinsi,	Hata cinsi ve yeri,
- Hidrojen,asetilen,	-Yapı parçaları arasında, yağda ark.
- Hidrojen,asetilen,metan	-Pertinaks yalıtımında bozulma.
-Hidrojen,metan,etilen	-Saç paket noktalarında sıcak nokta.
-Hidrojen,etilen,proilen,	-Sargılarda sıcak nokta.
karbondioksit.	

Bucholz rölesi ile tespit edilen arızalardan bir diğeri- de demir çekirdekte meydana gelen akımların kendilerine yol bulmaları ile demir parçalar arasında ark oluşmasıdır. Bu çeşit arklar demirin hasara uğramasına yol açtığı gibi, yağın ağırlaşp çamurlaşmasında neden olur. Transformatör servise ilk girdiğinde yağ doldurulması sırasında yeterli vakum uygulanmamış ise, sargılar arasına sıkışan hava Bucholz rölesinde toplanır ve yanlış açmalara neden olur. Böylece toplanacak gazın yanıcı olmadığı açıktır. Bucholz rölesinde alarm vermesi için gerekli gaz hacmi transformatör gücüne bağlıdır.

1.3. DEĞİŞİK RÖLE TIPLERİNİN KAREKTERİSTİKLERİ: "2"

Bir şebekenin ayrı nitelikteki bölümleri, makineler, transformatörler, hatlar ve baraların korunmasını incelemeyden önce, bir koruma sisteminin yapısına giren çeşitli röle tiplerinin hangileri olduğunu ve bunların ne gibi karakteristikleri bulunduğunu araştırmak gerekir. O halde, koruma sistemlerinin başlıca organları olan, akım ve gerilim rölelerini, güç rölelerini, empedans röleleri ile diferansiyel röleleri sırayla gözden geçireceğiz.

1.3.1. Akım ve Gerilim Röleleri:

Çoğu zaman akım ve gerilim röleleri, birbirlerinden yalnız sargıları ile ayrılırlar. Buna göre, belli bir sayıda ortak karakteristik gösterirler. Genel olarak, bu röleler, bir koruma sisteminin belli başlı elemanlarını oluşturur yada yedek korumayı sağlamak için kullanılabilir. Şu özellikleri ile birbirlerinden ayırt edilen bir çok akım ve gerilim röle grupları vardır;

- Aşırı akım yada gerilim, düşük gerilim, v.b gibi .
- İşleme zamanları.
- Beslenme biçimleri.

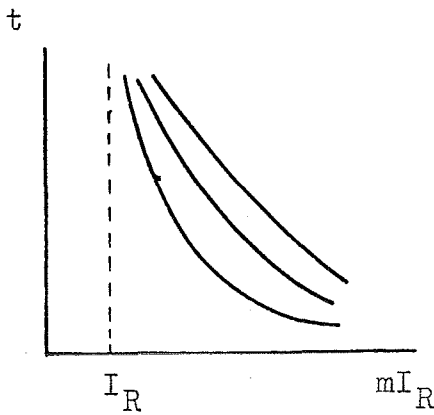
1.3.1.1. Aşırı akım veya ani gerilim röleleri:

Bu röleler dalgıç tipinde, yada magnetik devresi değişebilen tipte olurlar. Bobinden geçen akımın şiddeti yeterli bir değere eşit olur olmaz, dalgıç kalkar yada magnetik devrenin hareket eden parçası yer değiştirir. Bu durumda rölenin kontağının kapanmasına yol açar. İşleme akımı değeri I_F , röleler üzerindeki yayın konumunu değiştirmek suretiyle ayarlanır. Akım, dönüş değeri denilen I_F 'den küçük bir I_R değerine düştüğü zaman, röle dinlenme konumunu yeniden alır. I_R 'nin olabildiği kadar I_F 'ye yakın bulunması gereklidir.

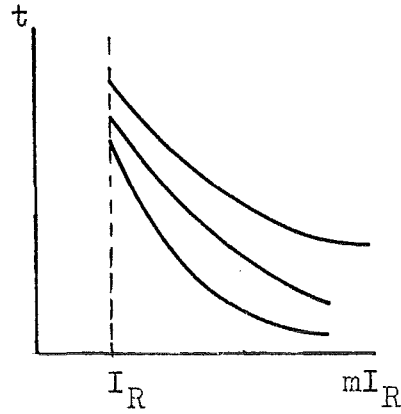
Aşırı gerilim kapama röleleri, düşük gerilim açma röleleri olarak kullanılabilir. Gerilim belli bir değer altına düştüğü zaman dalgıcın ağırlığı yayın yaptığı etki bobin tarafından uygulanan çekme gücüne üstün gelir, hareketli mekanizma düşer ve kontak açılır.

1.3.1.3. Tersine zamanlı aşırı akım ve gerilim röleleri:

Diskli tipteki bu aygıtlarda, rölenin IR akımında etkisiz kalması için, akımın IR akımına yaklaşması ölçüsünde gecikme daha çok büyür. Belirli bir rölede Şekil-16 a ve b'deki eğriler elde edilir. Hiperbolik gidişli bu eğriler rölenin işleme süresini, akımın yada daha doğrusu IR ayar akımının m katının fonksiyonu olarak verirler.



Şekil-16a



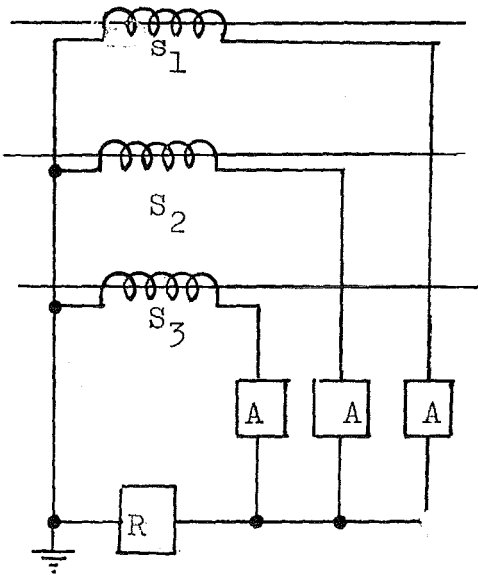
Şekil-16b

IR değeri, rölenin elektromıknatıslarını besleyen bir ototransformatörün uçları üzerine etki yapılması ile değiştirilir. Şekil-16a ve b'deki eğrilerin birinden öbürüne rölenin sabit kontağını, hareketli düzenin yolunu saptıracak biçimde kaydırarak geçilir. Bu değişik aygıtlar, özellikle, akım rölesi olarak yedek korumaların gerçekleştirilmesinde ve gerilim rölesi olarakta çok kısa geçici aşırı gerilimlerden başka, gerilimin aşırı yükselmelerine karşı makinelerin korunmasında kullanılır.

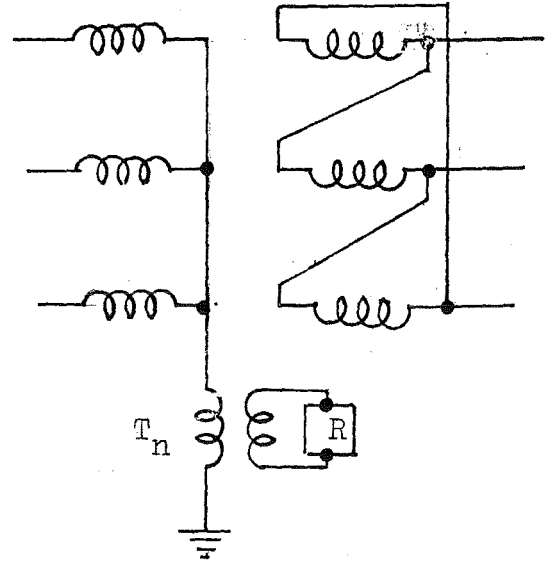
1.3.1.4. Akım ve gerilim rölelerinde simetrikli bileşenler ile beslenme durumu:

Akım ve gerilim röleleri, akım ve gerilimlerin simetrikli bileşenleri tarafından beslenirse şebeke üzerindeki bir dengesizliğin varlığını belirler. Böylece korumanın yol verme elemanlarını oluşturabilirler.

Rölelerin akım yada gerilimlerin sıfır bileşenleri tarafından beslenmeleri çok kolaydır ve hiç filtre gerektirmez. Akımların sıfır bileşenine duyarlı bir röleyi, ya üç fazın akım trafolarının S_1, S_2, S_3 sekonderlerini birleştiren bağlantıya A kullanma aygıtlarından sonra (Şekil-17), yada bir nötr noktasının toprak ile olan bağlantısına, bir T_n akım trafosu bağlantısı ile yerleştirmek yeterlidir. (Şekil-18) İki durumdada R rölesinden geçen akım, çevirme oranı farkı ile $I_1 + I_2 + I_3 : 3I_0$ olur.

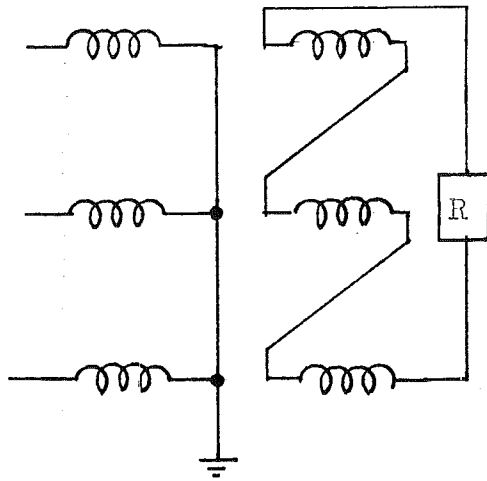


Şekil-17

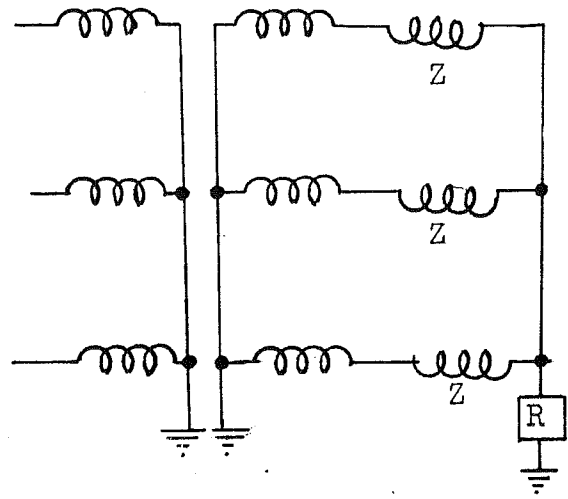


Şekil-18

Gerilim transformatörleri yada primerde nötrü topraklı yıldız, sekonderde üçgen olarak bağlı küçük yardımcı trafolar kullanılırsa R rölesi üçgen sargısı uçlarına bağlayarak gerilimlerin sıfır bileşenlerine duyarlı bir röle elde edilir. (Şekil-19), Eğer aynı trafolar yıldız-yıldız olarak bağlanmışsa sekonder devresi üç eşit Z empedansı üzerine kapatılır ve R rölesi toprak bağlantısına konur. (Şekil-20), Rölelerin, akım ve gerilim ile beslenmesi filtrelerin kullanılmasını gerektirir. akım filitrelere genel olarak oldukça yüksek bir harcaması vardır.



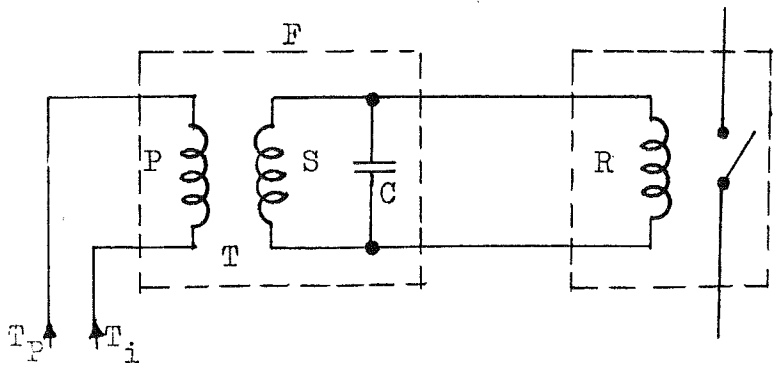
Şekil-19



Şekil-20

1.3.2. Uyum Yapmış Röleler:

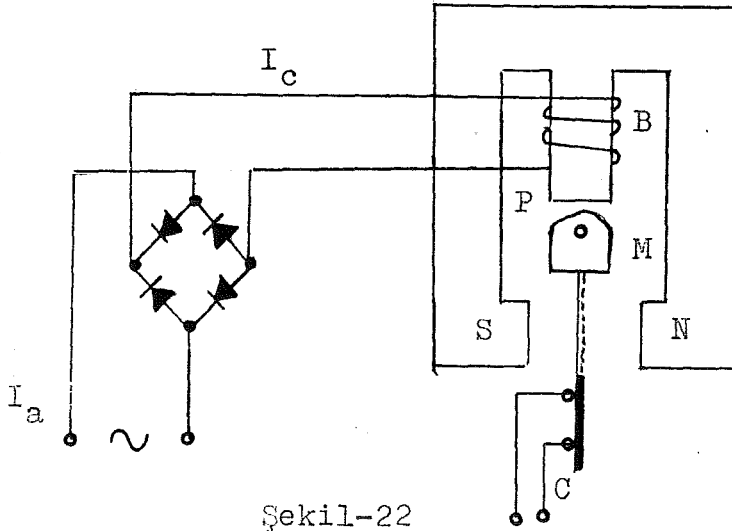
Bazı durumlarda, bir rölenin bobini içine akan akım, rölenin etkisiz kalması gerektiği durumlardada işlemesine yol açmaya yeterli ölçüde harmonik kapsayabilir. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için, rölede başka frekanstaki akımlara duyarsız kalacak şekilde temel frekansa, örneğin 50 Hz'e uyum sağlanır. Bunu gerçekleştirmek için, röle bir F filtresi aracılığı ile beslenir. (Şekil-21), Bu filitre, hava aralıklı bir T transformatöründen oluşturulmuştur. Transformatörün S sekonderi, bir C kondansatörü ile rölenin R bobini üzerine gerilim verir. Temel frekans için T transformatörünün sekonder devresinin toplam empedansı en küçük olacak şekilde C kondansatörü ayar edilmiştir.



Şekil-21

1.3.3. Redresörlü Polarize Röle:

Bir rölenin alternatif akım beslemesine bir doğrultucu koymak uygun olur. Şekil-22'de böyle bir durum görülmektedir. Tam deyimi ile röle kutupları N ile S olan bir sabit mıknatıs-tan oluşmaktadır. Mıknatısın magnetik devresinin orta bölümünde üçüncü bir kol bulunur. Üzerine B uyarma bobini sarılan üçüncü kol, hareketli bir M parçası ile sonlanır. Bu parça, C kontağını taşıyarak bir P ekseninde dönmektedir.



Şekil-22

Bir doğrultucu köprüsü, B bobini, M hareketli parçasının ucunun bir N kutbu olmasını sağlayacak yönde besler. Bu durumda bu parça, kontağın kapanmasına yol açarak S kutbuna doğru yönelir. Böylece güç tüketimi çok düşük ve çok hızlı bir röle gerçekleştirilir. Bu röle için, I_R dinlenmeye dönüş akımı, I_F işleme akımına çok yakındır. Burada bir statik mekanizmanın, bir rölenin özelliklerine getirdiği değişikliğin durumunu incelemiş olduk.

1.3.4. Ara Röleler:

Bu rölelere düşen görevin ne olduğunu daha önce belirtilmiş-tik. Kontaklarını, bir kaç amperlik akımları geçirmeye elverişli

olması zorunludur. İşleme zamanını ayırt edebilmesi biçimde uzatması içinde, bu kontakların çok hızlı çalışmaları gerekir. Genel olarak bu röleler, biçimi değişebilir magnetik devre tipindedir. Aynı anada açılan kapanan oldukça büyük sayıda kontaklara sahiptir. Bu kontaklar, ya kontrol edilen akım değerini artıracak biçimde paralel olarak çalıştırılabilirler yada çeşitli anahtarları yönetebilirler.

1.3.5. Güç Röleleri:

Güç röleleri şu amaçla kullanılmaktadır;

- Güç normal değerinden uzaklaştığı zaman bir kesicinin manevrasını yönetmek için. Bu durumda gerçek anlamdaki güç rölelerine iş düşmektedir. Bu rölelerin etkisinin, bir arızayı giderme yerine, bir anormal durumu ortadan kaldırma amacı vardır. Böyle bir duruma ilişkin örneğe, bir gözlü şebekede, bir gözün kaza sonucu açılması sonucu güç alış verişi konusunda rastlanmıştır.
- Belli cinsteki bir arızanın yönünü belirtmek için. Bu röleler yön elemanı görevi yaparlar. Yön durumlarına göre, bir açmaya izin verecek yada bir kilitlemeyi yönetebileceklerdir.

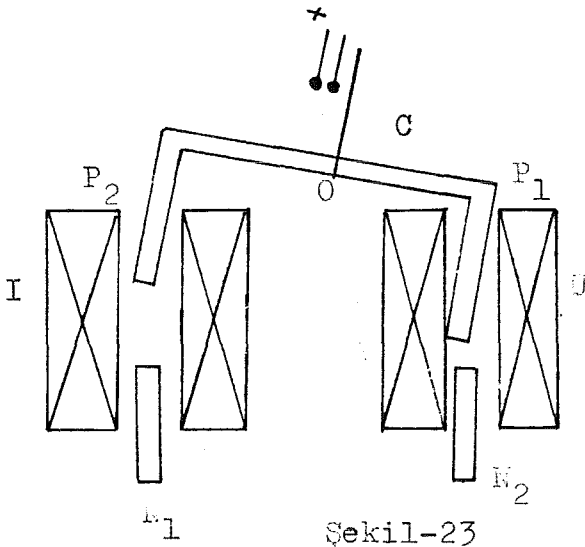
Güç röleleri, endüksiyon (diskli veya çanlı) tipinde yada elektrodinamik tiptedir. Kaçınılmaz olarak, gerilim sargıları ile birleştirilmiş akım sargılarını kapsamaktadır. Akım bobinlerinde akım akım, gerilim bobinlerinde belirli bir akı indükler ve böylece ortaya çıkan parazit küçük momenti sıfır yapmak için ara sıra önlemler almak gerekli olur.

1.3.6. Empedans Röleleri:

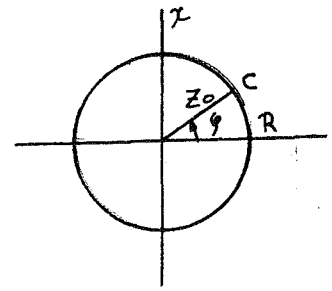
Bu adlandırma altında, şebekenin bir noktasında görünen empedans değişimlerine duyarlı röleler toplanır. Belli noktadaki empedans, bu noktadaki gerilimin, aynı noktadan geçen akıma bölümü E/I ile tanımlanır. Üç fazlı dengeli olduğu varsayılan kısa devre durumundaki E/I oranı, arıza ile röle arasındaki şebeke bölümünün Z empedansını gösterir. Bir hava hattı gibi bir türden homogen bir devre sözkonusu olduğu zaman, Z empedansı, röleyi arızadan ayıran uzaklıkla orantılıdır. Empedans röleleri için sık sık söylenen uzaklık rölesi adıda bundan gelmektedir.

1.3.6.1. Düşük Empedans Rölesi:

Bu rölenin amacı, görünen empedansta belli bir değerin altındaki düşümü ortaya çıkarmaktır. Hatların korunmasında, yol verme rölesi olarak çok kolaylıkla kullanılmaktadır. Genel olarak bir yatay 'O, eksenini çevresinde hareket eden bir çeşit terazi-den oluşarak, iki sabit N_1 ve N_2 çekirdeği ile iki dalıcı P_1 ve P_2 çekirdeğini kapsar. (Şekil-23) P_1 , E gerilimi tarafından, P_2 ise hattın geçen I akımı ile uyarılır. Gerilimden ileri gelen moment, akıminkine üstün geldikçe C kontağı açık kalır. Bunun tersi olduğu zaman, yani $Z:(E/I)$ oranı, belirli bir Z_0 ayar değerinin altına düştüğünde de bu C kontağı kapanır.



Şekil-23

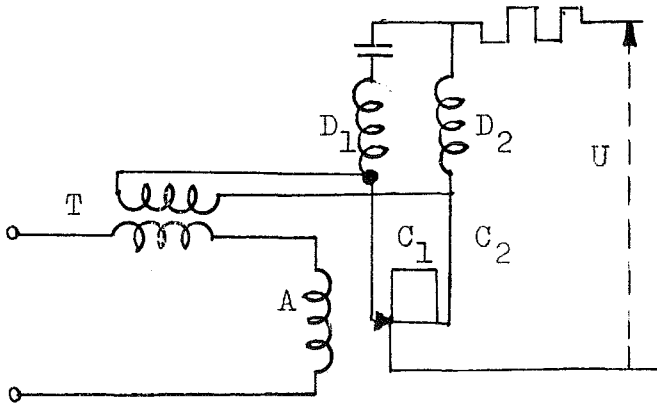


Şekil-24

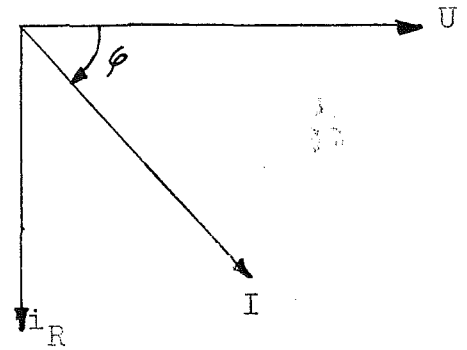
Empedans rölelerine ilişkin problemlerde, incelenen rölenin işleminin, iki dik koordinat eksenine göre çizilmiş bir karakteristikle gösterilmesi her zaman kullanılmaktadır. Koordinat eksenlerinde, $Z:R+jX$ empedansının R direnci ile X reaktansı, sırasıyla apsis ve ordinat olarak taşınır. Bu eksenler sisteminde, düşük empedans rölesinin karakteristiği, kuşkusuz eksenlerin başlangıcını merkez olarak alan yarı çapı Z_0 değerine eşit bir c dairesidir. (Şekil-24) Rölenin kontaklarında kapanma, faz açıları ne olursa olsun, Z_0 değerinden küçük bütün Z değerleri için meydana gelir. Budurumda rölenin çalışması, C dairesinin içindeki noktalar ile belirtilen bütün hallerde kendini göstermektedir.

1.3.6.2. Reaktans rölesi ve empedansın bir bileşenine duyarlı röle:

Kısa devre halinde, kimi kez arkların direnci yüksek olur. Bu yüzden, E/I oranı ile ölçülen empedans, röle ile arıza arasındaki uzaklık ile daima orantılı değildir. Bundan dolayı, bir korumayı harekete geçirmek değil, bir iletim hattı üzerindeki bir arızanın yerini hemen hemen doğru olarak belirlemek söz konusu olduğu zaman, uzaklıkla aşağı yukarı orantılı olan, yalnız reaktans duyarlı rölelere baş vurulur. Böyle bir röle, bir elektrodinamik güç rölesi kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu rölenin, C_1 ve C_2 her yarı çevresine D_1 ve D_2 faz kaydırıcıları konur. (Şekil-25)



Şekil-25



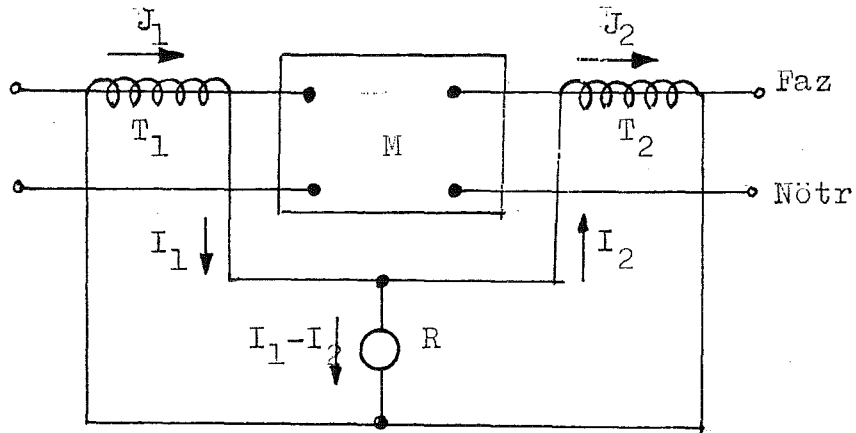
Şekil-26

Aygıt, hareketli çerçeveden E gerilimine göre $\pi/2$ geri faz farklı bir I_R akımını geçiyormuş gibi çalışır. I akımının E gerilimine göre gerilişini belirten ϕ açısı ile Şekil-26'daki diagram hareketli çerçevenin $K \cdot I \cdot I_R \cdot \cos(\pi/2 - \phi) : K \cdot E \cdot I \cdot \sin$ değerinde bir momentin etkisi altında olduğunu hemen göstermektedir. Öte yandan, primeri rölenin A sabit bobini ile seriolarak bağlı bir T uygun akım trafosu üzerinden çerçevenin C_1 ile C_2 bobinlerine I ile orantılı bir akım verilerek, hareketli çerçeveye ikinci bir moment uygulanır. Bu moment $K_2 \cdot I^2$ biçimindedir ve bağlantılar, bu momentin birinciye ters olması için düzenlenmiştir. E ile I büyüklükleri $K_1 \cdot E \cdot I \cdot \sin \phi - K_2 \cdot I^2 > 0$ koşulunu sağladıkça, yani $E/I \cdot \sin \phi > K_2/K_1$ koşulu gerçekleşirse, röle kontaklarını açık tutacaktır. Bunun tersine olarak $E/I \cdot \sin \phi < K_2/K_1$ olduğu zaman kontak kapanır, oysa $E/I \cdot \sin \phi : E \cdot \sin \phi$ röle ile üç fazlı kabul edilen

kısa devre arasına giren x reaktansıdır. Budurumda röle, K_2/K_1 ayar değerinin altındaki bir reaktans düşmesine duyarlı olur. Böyle bir rölenin, ROX diagramındaki karakteristiği, ordinatlar eksenini $x:(K_2/K_1)$ noktasında kesen ve OR eksenine paralel olan bir D doğrusudur. Açma bölgesi, düzlemin, bu doğrunun altında bulunan parçasıdır.

1.3.7. Diferansiyel Röleler:

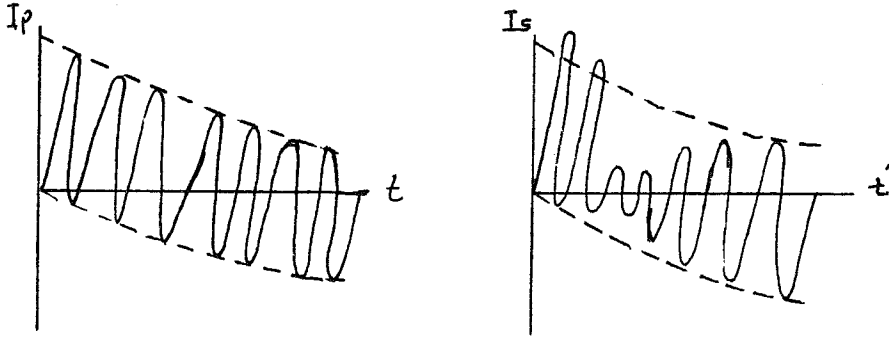
Bir şebeke elemanının iki ucundaki J_1 ve J_2 akımlarının karşılaştırılması ile kısa devrelere karşı korumanın sağlanması Diferansiyel röleler ile yapılır. Bu amaçla diferansiyel röleler J_1-J_2 geometrik farkına duyarlı yapılırlar. Temel olarak Şekil-27 deki M montajını korumak için, röleyi her fazın üzerine uygulamak yeterli olacaktır. Burada, T_1 ile T_2 , M'nin giriş ve çıkışındaki akım trafolarıdır. R ise, basit bir akım rölesidir. Bu röle kontağını J_1 ve J_2 ile orantılı olan I_1-I_2 sekonder akımı belirli bir ayar değerini aştığı zaman kapar.



Şekil-27

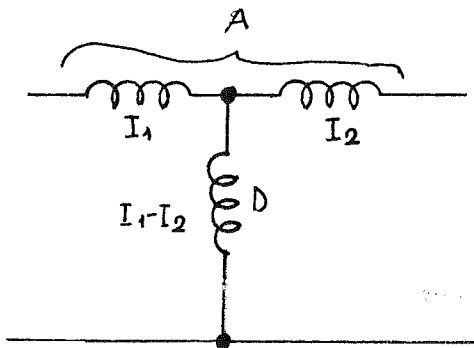
Aslında, böyle bir montajla, T_1 ile T_2 akım trafolarının karakteristikleri arasında varolabilen farklar yüzünden, M dışındaki farklar yüzünden, M dışında kısa devre kısa devre halinde gereksiz devre açmaları ile karşı karşıya kalınabilir. Gerçekten bir geçici rejim sırasında, genel olarak, akım trafoları, primer akımı, özellikle bu akım bir aperyodik bileşeni içine alırsa doğrulukla sekondere çeviremez. Bu aperyodik bileşen akım trafosunun sekonderinde doymanın yok olması için, aperyodik bileşen

yeter derecede zayıflayınca kadar, bir alternatif bileşen söndürmesi kendini gösterir. Ancak o zaman sekonderdeki alternatif bileşen yeniden değerini alır, (Şekil-28) I_p primer akımının aperyodik bileşeni bir akım trafosunun magnetik devresini doyurduğunda bu transformatörün I_p primer ile I_s sekonderin akım değerlerinin osilaskop eğri değerlerini vermektedir.

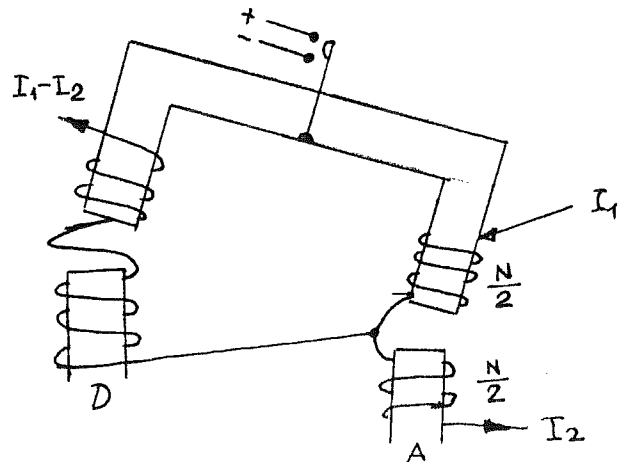


Şekil-28

Bu koşullar altında ve aynı zamanda başka durumlarda da dış kısa devre halindeki I_1-I_2 diferansiyel akım, M'nin içindeki bir arızaya ilişkin minimum kısa devre akımı değerini aşabilir. Böylece R'nin kontağının kapanmasına neden olur ve M'yi sırasız devre dışı bırakır. Böyle bir tehlikeden kaçınmak için, diferansiyel rölenin D işletme elemanına bir A karşıt elemanı eklenir. (Şekil-29) Bu A elemanı iki bölüme ayrılmıştır ve birinden I_1 diğerinden I_2 akımı akmaktadır. Bu tip bir rölede çekirdeklerden biri üzerine işletme sargısının N sarımı sarılmıştır ve öbürü üzerinde karşıt sargısının N' sarımı bulunur. (Şekil-30).



Şekil-29



Şekil-30

İKİNCİ BÖLÜM

KORUMA, RÖLELER, RÖLE KOORDİNASYONU "3"

Elektrik enerjisi üretim,iletim ve dağıtımında ana problemlerden biri "KORUMA" dır.Genel anlamda "KORUMA" enerji üretim cihazlarının,iletim hatlarının ve bu enerjiyi kullanan cihazların,emniyetli işletme şartları içinde çalışmasını sağlamak ve herhangi bir nedenle önceden belirlenmiş bu şartların dışına çıkan bölümü (Arızalı bölüm) şebekenin bütününden ayırmak ve izole etmektir.Bu sağlandığı takdirde"KORUMA" şebeke için iki yönde anlam kazanır.Birincisi arızalı bölümü şebekeden ayırarak daha fazla tahrip olmasını sağlamak,ikincisi ise,arızanın şebekede daha geniş bir alana yayılmasını önlemektir.Koruma röleleri,özelliklerine göre,yukarıda belirtilen koruma fonksiyonlarından yalnız bir tanesini veya her ikisini birden gerçekleştirirler.Örneğin bir sanayi tesisinin enerji dağıtım istasyonunda bulunan Düşük ve Aşırı Gerilim röleleri yalnız tesisi,aynı enerji dağıtım istasyonu ana girişinde bulunan Aşırıakım-Kısadevre Röleleri ise tesisi ve şebeke girişini korurlar.

2.1.SELEKTİF KORUMA

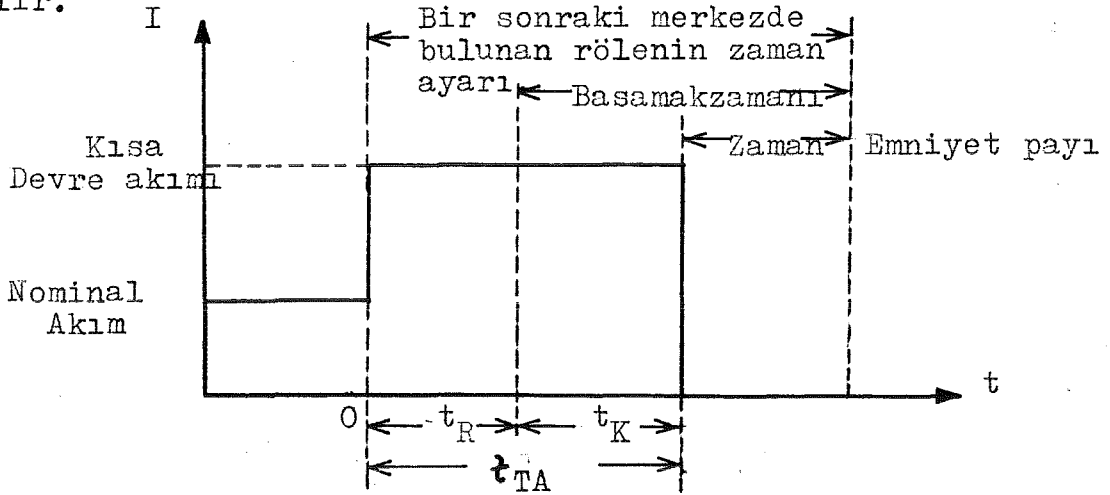
Selektif korumanın amacı; şebekenin herhangi bir bölümünde meydana gelen arızanın yayılma sahasını minimumda sınırlamak için,yalnız arızalı kısmı en çabuk zamanda devre dışı bırakmaktır.Selektif koruma planlaması yapılırken şebekenin tümü göz önünde bulundurulmalı,ayrıca gelecekte yapılabilecek ilavelerde hesaba katılmalıdır.Şebekenin teknik değerlerine göre seçilen koruma sisteminin,fonksiyonlarını tam olarak yerine getirip getirmeyeceği önemle incelenmeli ve buna göre seçim yapılmalıdır.Koruma rölelerinde "BASAMAK ZAMANI" röle üzerinde ayarlanan ve şebekenin herhangi bir bölümünde meydana gelecek olan arızada,yalnız o bölüme ait rölenin açtırma yapmasını sağlayacak olan zaman değeridir.Bir şebekede mevcut bağımsız aşırı akım rölelerinin açma zamanları "BASAMAK ZAMANI" şeklinde ayarlanır.

Şekil-1'de Rölede selektivite prensip şeması görülmektedir. Bu durumda, arızanın bulunduğu şebeke bölümünü koruyan rölenin açma zamanı, bu bölgeyi besleyen akım akım yolu üzerinde mevcut diğer bütün koruma rölelerinden daha az olur.

Basamak zamanının tespitinde en önemli ve dikkatle üzerinde durulması gereken konular şunlardır.

Kısa devre anında nominal akım (primer akıma orantılı olarak sekonder akım) röle üzerinde ayarlanan akım değerini aşarak kısa devre akımına dönüşür. Bu anda akım rölesini tahrik ederek açma zamanı sayımı başlar. (açma zamanının toleransları röle imalatçısı tarafından belirlenir) ve bu zaman sonunda açma kumandası verir.

Bu kumanda ile kesicide açma operasyonu başlar. Açma kumandası kesicide açma bobinini çektirir. (25...250 milisaniye) ve kurulmuş yay mekanizmasını devreye sokar, (50...300msn) kutup kontakları tam açtıktan sonra ark yapar ve böylece kısa devre akımı devam eder. Ark kesildiğinde röle eski duruma gelir.



Şekil-1: Rölede selektivite prensip şeması.

Şekil-1'deki selektivite prensip şemasında rölenin çalışması ile ilgili olarak tanımlanan zamanlar gösterilmiştir.

Burada;

t_R : Röle kumanda zamanı,
 t_K : Kesici açma zamanı ve
 t_{TA} : Toplam açma zamanı olmak üzere
 $t_{TA} : t_R + t_K$ 'dır.

Kesici açma zamanı (t_K) ise;

t_B : Kesicide açma bđininin tahrik ve çekme zamanı,
 t_M : Kesicide mekanizma açma zamanı,
 t_A : Ark zamanının toplamına eşittir.
 $t_K : t_B + t_M + t_A$

Toplam açma zamanı t_{TA} 'ya prensip şemada görüldüğü gibi bir emniyet payı eklenerek "BASAMAK ZAMANI" belirlenmektedir. Röle ve kesicinin açma zamanları birçok faktöre bağımlı olduğundan zaman emniyet payının öngörülmesi gerekir. Bu şekilde dizayn edilen Selektif koruma sadece tek yönlü beslenen şebekeler için uygundur. Ayrıca böyle bir şebekede, şebekesi besleyen kaynağa en yakın olan koruma rölesinin açma zamanı selektiviteyi sağladıktan başka, besleme kaynağının da bu zaman zarfında korunmasını sağlayacak bir değerde olmalıdır.

Çok modern kesicilerin kullanıldığı şebekelerde basamak zamanı 400...500 msn arasındadır.

2.2. AKIM TRAFOSU SEÇİMİ

Koruma tertibatında genellikle 30 VA ve aşırı akım faktörü n 10 akım trafoları seçilir. 30 VA ve sekonder akımı In:5A olarak seçilen akım trafosuna bağlanacak nominal yük 1,2 ohm'dur. In:1A olursa bu yük 30 ohm olur. n faktörü bağlanan yükün değeri ile takriben ters orantılıdır. Mesela yük yarı değerine düştüğü zaman n iki katına yükselir. Nominal akımda koruma cihazlarının empedansları kataloglarda verilmiştir. Birçok rölelerde cihazın çektiği güç VA olarak akım ayar sahasının minimum değeri için verilir. Buradan hareketle nominal akım değerinde cihazın sarfedeceği güç VA olarak bulunabilir.

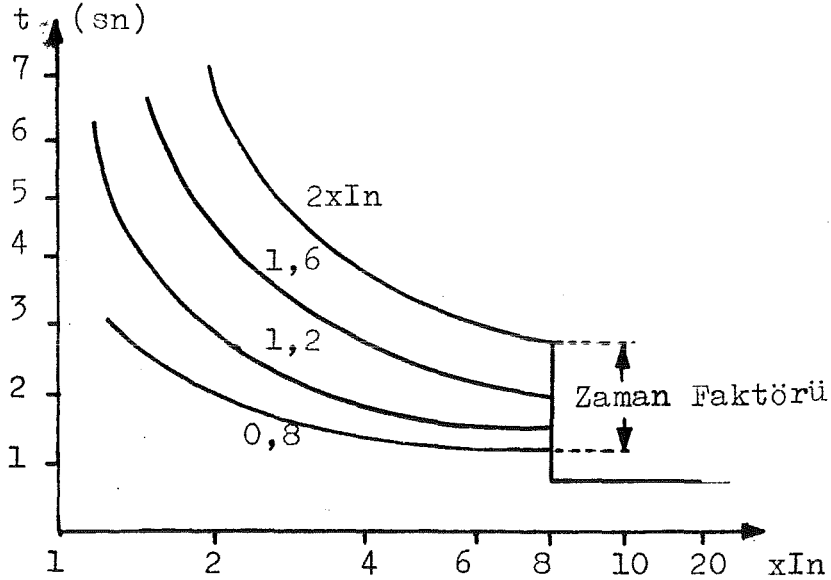
2.3 RÖLELER İÇİN YARDIMCI GERİLİM

Selektif koruma sistemlerinde, rölenin aşırı akım ünitesine bağlı zaman ünitesi, yardımcı röleler ve sinyal lambaları için DC gerilime ihtiyaç vardır. Koruma rölelerinin emniyetli çalışması için bu DC kumanda gerilimi çok önemlidir. Onedenle tesiste bulunan akü-redresör grubu daima bakımlı ve kontrole tabii tutulmalı, akü geriliminin, nominal gerilimden % 20 den fazla düşmesine müsaade edilmemelidir.

2.4 ANA KORUMA RÖLELERİ:

1) BAĞIMLI AŞIRI AKIM RÖLESİ:

Bağımlı aşırı akım ile selektif korumada açma zamanları kısa devre akımı ile bağımlıdır. Bu rölelerde hem akım ayarı ve hemde açma zamanı faktörü ayarı yapılabilir. Şekil-2 de rölenin ters zaman karakteristiği (invers-time characteristic) gösterilmiştir. Rölede bulunan ani açıcı kısa devre röleleri ile bu akım zaman eğrisi sınır değeri istenilen noktada tutularak kısa devre açma zamanı milisaniyeye ayarlanabilir.

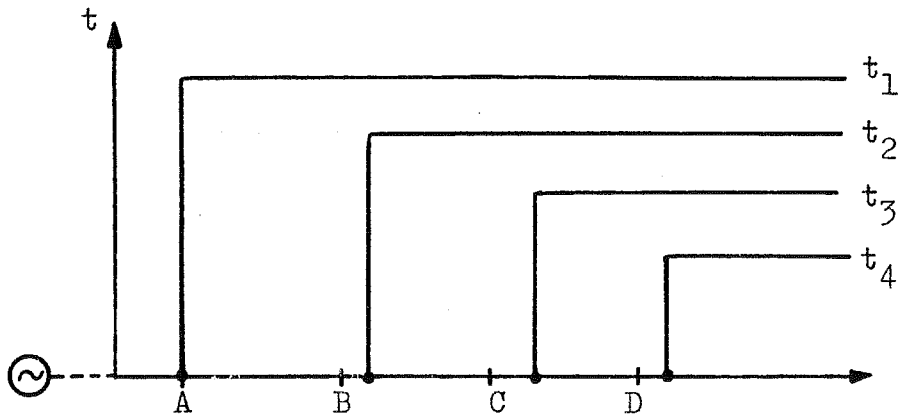


Şekil-2: Bağımlı aşırı akım rölesi ters zaman karek.

Bağımlı röleler şebeke ve motor korumalarında kullanılabilir. Kısa süre darbeleri çalışan motor korumasında ve motorun demeraj akımlarına karşı korunmasında en uygun röledir.

2) BAĞIMSIZ AŞIRI AKIM RÖLESİ:

Bağımsız aşırı akım rölesinde zaman ayarı, akım ayarından bağımsız olarak gerçekleştirilebilir. Bağımsız aşırı akım röleleri ile selektif koruma Şekil-3'de gösterilen şekli ile yapılır ve ayarlanır. Ayarlar için basamak zamanı örneğin 500msn seçilir ve $t_1 > t_2 > t_3 > t_4$ olacak biçimde düzenlenir. Şekil-3'de görüldüğü gibi her noktadaki arızada, en yakın röle devreyi açar ve selektivite sağlanır. Bağımsız aşırı akım röleleri, şebeke, generatör, motor koruması için kullanılır.



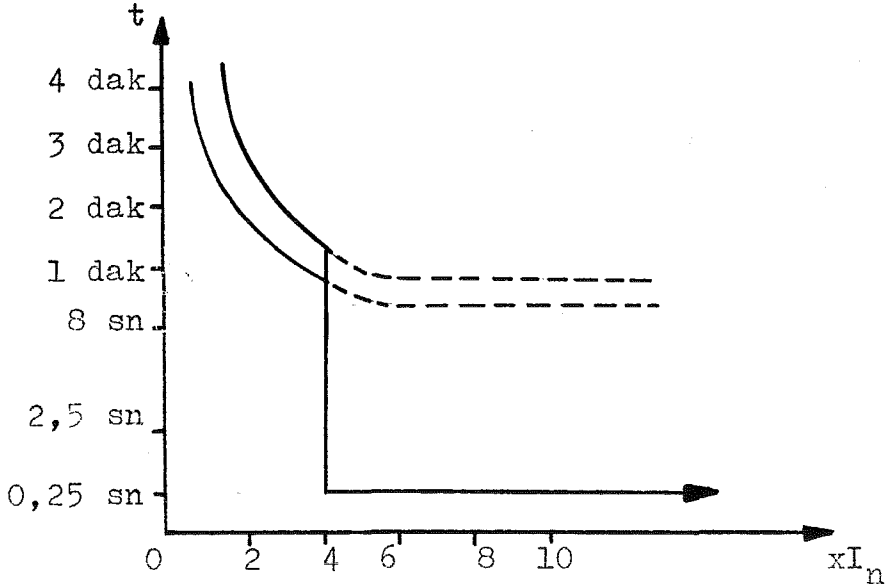
Şekil-3: Bağımsız aşırı akım rölelerinde selektif koruma için zaman ayarı.

Bağımlı aşırı akım röleleri ile donatılmış ve şebeke-den beslenen bir yüksek gerilim tesisinde bağımsız aşırı akım röleleri ile selektif koruma mümkündür. Bu durumda zaman ayarlarının selektiviteyi sağlayacak şekilde yapılması gerekir.

3) TERMİK KAREKTERİSTİKLİ AŞIRI AKIM RÖLESİ:

Saniyeler mertebesinde ayarlanabilen bağımlı ve bağımsız aşırı akım röleleri, genellikle kısa devre korumasında kullanılır. Ancak bu rölelerin düşük ayarlanması ile korunulması gerekmeyen küçük yüklerde de sık sık açmalarla karşılaşılır. Öte yandan dakikalar mertebesinde aşırı yükler bir çok şebeke ve yüksek gerilim tesislerinde her zaman mevcuttur. Elektronik ve

elektromekanik bağımlı ve bağımsız rölelerde çekme ve bırakma oranı 0,9 olarak düşünülduğünde her röle çektiği değerden %10-%20 oranında daha düşük değerde bıraktığından istenmeyen istenmeyen açmaları önlemek mümkün değildir. Bu nedenle kısa devre röleleri oldukça yüksek akım ve küçük zaman değerlerine ayarlanmalıdır. Bu gibi durumlarda, röle karakteristiğinde görüldüğü gibi, aşırı akımdan, dakikalar mertebesinde korunur iken kısa devreden milisaniyeler mertebesinde korumak mümkündür. Şekil-4'de bu durum görülmektedir.



Şekil-4: Termik karakteristikli aşırı akım rölesi karek.

4) YÖNLÜ AŞIRI AKIM RÖLESİ:

Tek taraflı beslenen paralel ve ring şebekelerde ve iki taraftan beslenen normal şebekelerde selektif korumayı sağlayabilmek için aşırı akım rölelerinin akım yönüne göre fonksiyon göstermeleri gerekir. Paralel çalışan tesislerde ve şebekelerde bu röleleri kullanmakla kısa devre durumlarında arızalanan bölümün iki yönden beslenmesi önlenir ve böylece aşırı tahribat meydana gelmez.

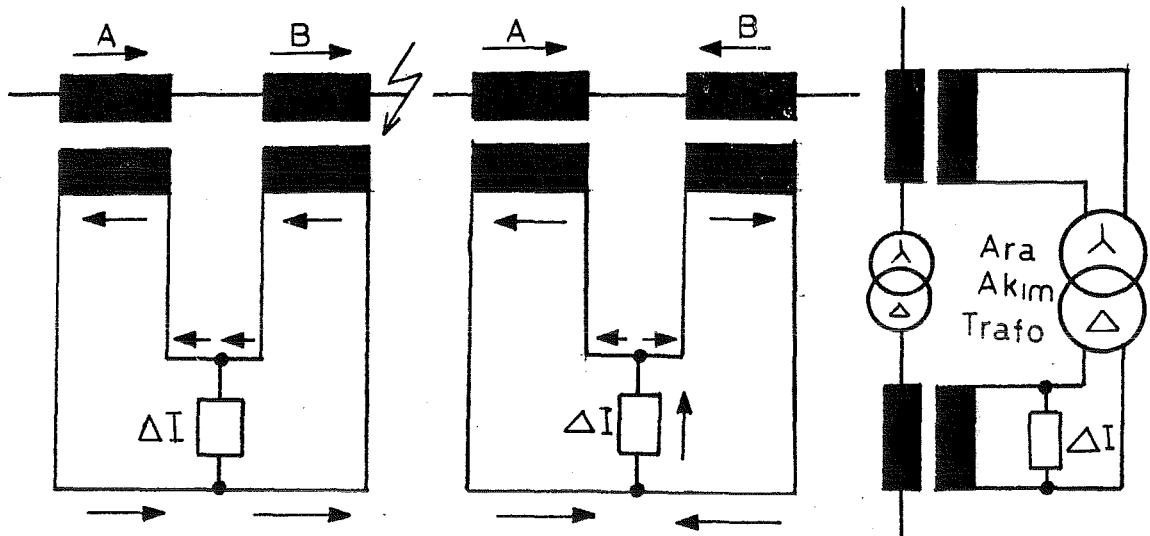
5) DİSTANS(Mesafe) VE KONDUKTANS RÖLESİ:

Birkaç noktadan beslenen büyük ve küçük dağıtımli şebekelerde kısa devre ringinin direnç ölçüsü ile çalışan röleler kullanılır. Empedans rölesi empedansı ölçerek, konduktans rölesi ise konduktansı ölçerek koruma yapar.

Distans rölesinde, her fázda akım röleleri bulunduğu gibi üç fazın toplam akımını (toprak akımını) koruyacak rölede mevcuttur.

6) DİFERANSİYEL RÖLE:

Diferansiyel röle, şebeke, motor ve generatör koruması için kullanılır. İki akımı karşılaştıran ve akım ölçüsü prensibine dayanarak çalışan röledir. Koruma alanı sadece iki ölçü akımı noktalarının arasında sınırlıdır. İki nokta dışında kalan arızaları korumaz ve böylece bir aşırı akım rölesi ile birlikte tam bir koruma vazifesi görür. Şekil-5'de rölenin çalışma prensibi gösterilmiştir.



Şekil - 5: Diferansiyel röle ile koruma

Röle şekildeki A ve B noktalarının dışındaki arıza ve kısa devreyi korumaz. A ve B noktalarının arasında kalan bölümde meydana gelen arıza ve kısa devreler, ΔI rölesini çalıştırır.

ve bu röle tarafından korunur. Akım değerlerini karşılaştırıp ölçen diferansiyel röle, trafo korumasında kullanıldığında ara akım trafoları kullanılmak gerekir. Ara akım trafosu her iki akım amplitud ve faz pozisyonlarını denkleştirir.

7) TOPRAK KAÇAĞI KORUMA RÖLESİ:

İstatistiklere göre, yüksek gerilim şebekelerinde kısa devreler %80 -%90 tek fazda kısa devre olarak görülür. Bu arızalar genellikle tek fazlı izolasyon hatası veya yüksek gerilimin toprağa karşı sıçramasından kaynaklanır. Böylece toprak akımını etkileyen en önemli faktör şebekenin yıldız noktasının nasıl ve ne şekilde topraklandığıdır. Yalnız arıza lanmamış bir yüksek gerilim şebekesinde, yıldız noktası ne şekilde topraklanmış olursa olsun her hangi bir akım topraktan geçemez.

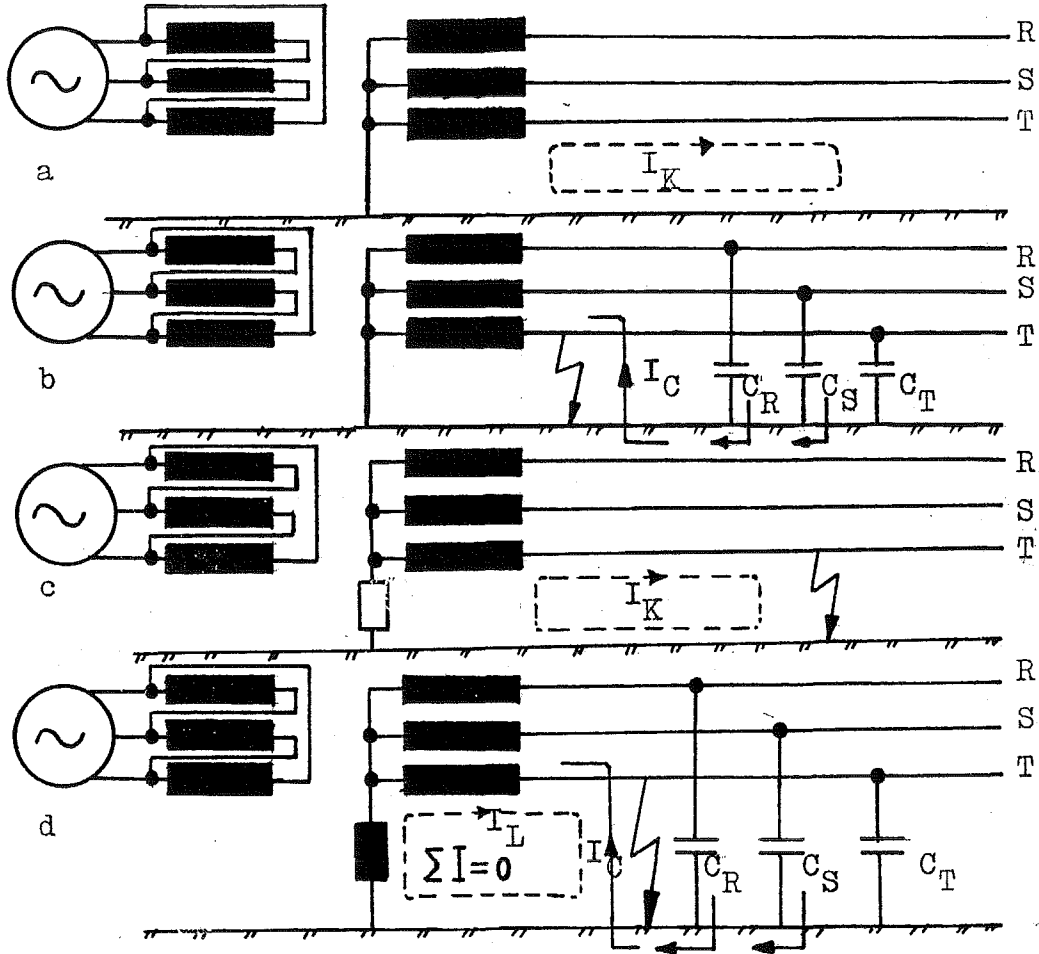
a) Yıldız noktası direkt veya düşük bir direnç üzerinden topraklanmış şebekelerde toprak teması hemen kısa devreye dönüşür. Bu gibi şebekelerde toprak rölesi ve enstantene rölesi en kısa zamanda açma komutu vermelidir.

b) Yıldız noktası izole olan şebekelerde bir fazın toprak şemasında diğer iki fazın kapastif akımları geçer ve bu akım yüksek gerilimlerde ve uzun şebekelerde büyük akımlar oluşturur.

c) Yıldız noktası büyük direnç üzerinden topraklanmış şebekelerde toprak akımı küçük ve sürekli omik akım olarak akar.

d) Yıldız noktası bobin üzerinden (Peterson Bobini) topraklanmış şebekelerde bobin endüktif akımı kapastif toprak akımını kompanse eder ve böylece küçük bir akım dışında toprak akımı akmaz. Kalıcı toprak kaçağı akımının işletmeciyeye ihbar ile bildirilmesi gerekir. Bu durumdan bilindiği gibi diğer iki sağlam fazın potansiyeli % 73 ($\sqrt{3}-1$) mertebesinde yükseldiği için o fazlardaki izolasyon kritik değerlere ulaşmış olur. Bu gibi nedenlerle en fazla birkaç saat devrede kalabilir.

Toprak kaçağı olayında gerilim rölesi ve vatmetrik röleden de yararlanılabilir.



Şekil -6: Şebeke yıldız noktasının topraklanma biçimine göre toprak kaçağı koruma rölesinin çalışması.

7,1) Gerilim rölesi ile:

Bu metodla yalnız toprak kaçağının var olduğu ihbar edilebilir. Toprak kaçağının yeri ve hangi fazda olduğu hakkında bilgi edinilemez. Röle ayar sahası 30 V-60 V AC'dir.

7,2) Akım Rölesi ile:

Bu metodla üçfazın toplam akımını ölçerek rölenin çalışmasını sağlar. Şemadada görüldüğü gibi toprak arızası yok iken üç fazın toplam akımları sıfır olur ve toprak arızasında belli değeri bulur. Eğer akım rölesi değerlere ayarlanacak ise, akım trafolarının seçiminde hassasiyet sınıfına özen gösterilmesi gerekir.

7,3) Vatmetrik Röle ile:

Bu metodla toprak kaçağı hem akım ve hemde gerilim komponenti olarak olarak bir vatmetrik rölede değerlendirilir.

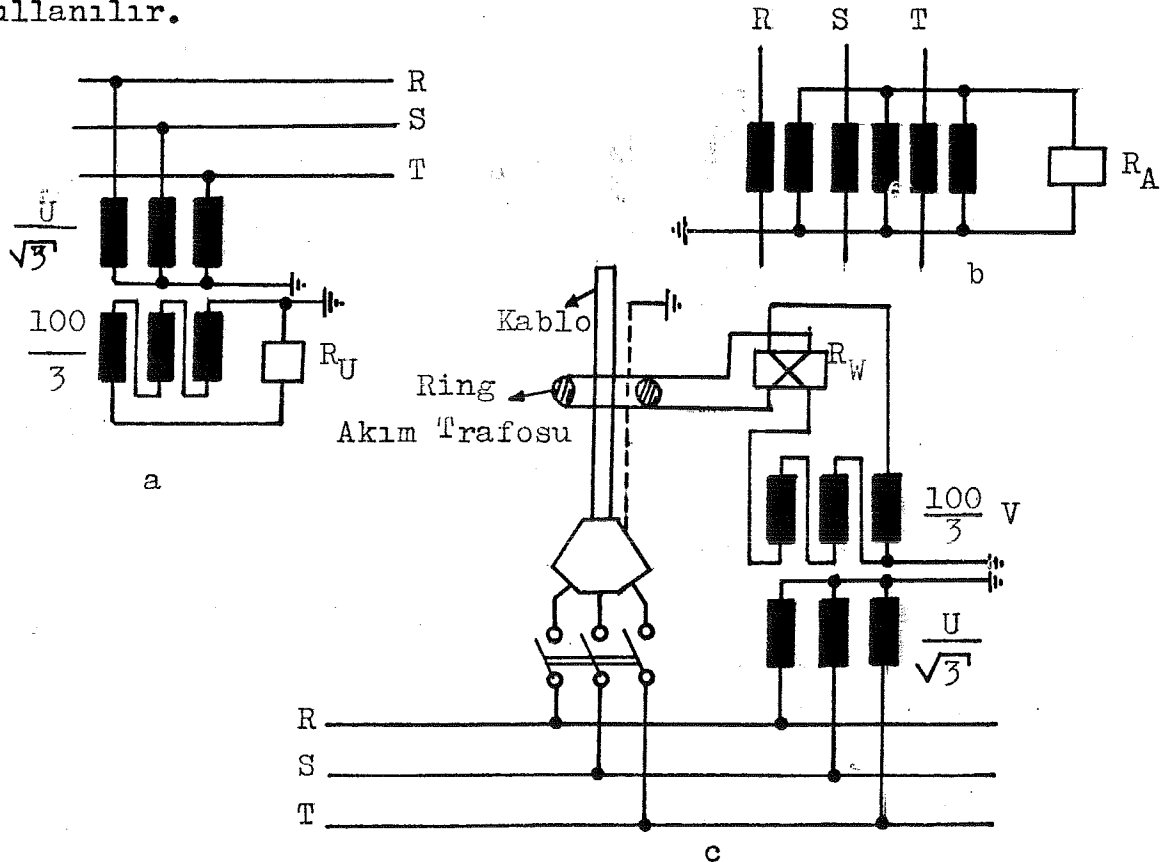
Akım komponenti ring akım trafosundan üç fazın akım toplamları toplamları olarak elde edilir. Akım trafosunda çevirme oranı 60/1A.

8) TEKRAR KAPAMA RÖLESİ:

İstatistiklere göre yüksek gerilim havai hatlarında meydana gelen arızalar %70-%80 oranında şebekenin kısa süre devre dışı olması ve hemen devreye girmesi ile ortadan kalkar. Tekrar kapama rölesi herhangi bir aşırı akım rölesi ile birlikte koruma ve otomatik olarak söz konusu şebekenin devre dışı olmasını ve tekrar devreye girmesini sağlar.

9) GERİLİM RÖLESİ:

Gerilim röleleri şebeke ve tesisleri aşırı ve düşük gerilimden korur. Geçici gerilim değişimlerinde ihbar ve açma olmaması gerektiğinden tüm gerilim röleleri zaman röleleri ile birlikte kullanılır.



Şekil-7: Gerilim rölesi(a), akım rölesi(b) ve vatmetrik röle ile(c) toprak kaçağının anlaşılması.

10) ORTAK ÖZELLİKLER:

Tüm koruma röleleri ve yardımcı röleler şebekeden bağımsız bir DC gerilim ile çalışırlar. Bir modern trafo merkezi ve yüksek gerilim tesisinde DC gerilim, stasyonere akümülatörlerle elde edilir. Kesicileri koruyan röleleri besleyen DC gerilimin her hücre için diğerlerinden selektif olarak korunmuş olması gerekir. Aksi takdirde herhangi bir arızadan dolayı tesisin tüm DC gerilimi kesilir ve böyle bir durumda vuku bulan bir y.g kısa devresi büyük tahribata ve aksamalara neden olur. DC kumanda gerilimi için önemli konular şunlardır.

- a) Şarj akımının kontrolü ve kesildi ihbarının verilmesi,
- b) Akülerin periyodik ve yeterli bakımı,
- c) Her kesicinin kumanda DC gerilimi diğerlerinden selektif olarak korunması ve kesildiğinde ihbar verilmesi,
- d) DC gerilimin voltaj kontrolü. Aşırı ve düşük sınırlar: $\%20 U_n + \%10 U_n$.

10-1) Akım Trafosu:

Sekonder korumada röleler akım trafolarından beslenir. Akım trafosunun gücü 30 VA ve n faktörü ise $n > 10$ hassasiyet ± 3 olmalıdır. Akım trafosunun seçiminde termik ve dinamik dayanıklılık üzerinde önemle durulmalıdır. 30 VA gücü sağlamak için nominal sekonder toplam direncin $I_N:5A$ 'de 1,2 ohm ve $I_N:1A$ 'de 30 om olduğu kontrol edilmelidir. Akım trafosunun primer akımı nominal akıma göre seçilir; örneğin 30/5A. Röleler ise hep $I_N:5A$ 'e göre imal edilirler. Primer akımları küçük olan akım trafolarının şebekeleri yüksek kısa devere gücünden dolayı termik ve dinamik dayanıklılığı olmadığından bazen akım trafolarının mevcut nominal akımdan daha büyük seçilmesi gerekir. Bu durumda trafo sekonderinde 5A elde edilemez ve böylece $I_N:5A$ 'e göre yapılan röleleri çalıştırmak mümkün olmaz. (Röle ayar sahası $0,9 I_N, \dots, 1,8 I_N$ arası) Uygun seçilen ara akım trafoları vasıtasıyla sekonder akımı yükselterek röle ayar sahasına girmek mümkündür. Yalnız, ara akım trafosunun n faktörü $n > 10$ olmalıdır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GENEL SİSTEMLERDE ARIZA KORUMASI "1"

3. 1. GENERATOR KORUMALARI "3"

Generatör korumalarına girmeden önce, arızaların kaynaklandıkları noktaları ve etkilerini kısaca görmekte yarar vardır.

3. 1.1. Generatör Arızaları

3. 1.1.1. Stator arızaları:

Stator arızaları ana akım taşıyan iletkenler ile ilgilidir olduğundan, en kısa zamanda temizlenmelidir. Bu arızalar stator yalıtımının bozulması sonucu, sargı-toprak, sargı-sargı ve sarım kısa devresi şeklinde oluşurlar. Bu tür arızalarda arıza noktasındaki büyük ısı oluşması sonucu hasar fazladır ve onarım uzun zaman ve çok harcamaya neden olur. Toprak arızalarını sınırlamak için en genel uygulama toprak direnci kullanmaktır. Sargılar arası ve sargılardaki sarım kısadevresi, toprak arızalarına göre daha az oluşurlar. Sargılar arası arızanın kolaylıkla korunmasına karşın sarım kısa devrelerinin saptanması güçtür ve bu arızaya karşı çoğunlukla bir önlem alınmaz. Modern yapım yöntemlerine göre de böyle bir arızanın oluşması olasılığı oldukça azdır.

3. 1.1.2. Rotor arızaları:

Rotor arızaları, sargı yalıtımı üzerindeki aşırı termik ve mekanik zorlanma sonucu, sargı-toprak yada sarım kısa devresi şeklinde oluşur. Normal olarak rotor sargısı topraksız çalıştırıldığından tek bir toprak arızası arıza akımına neden olmaz. İkinci bir toprak arızası sargının bir bölümünü kısa devre edeceğinden simetrik olmayan bir besleme oluşur ve rotorda dengesiz bir kuvvet doğar. Böyle bir kuvvet yataklarda büyük bir basınç ve shaft distorsiyonu oluşturur. Ayrıca rotor sargısında açık devre halinde uyarım olmayacağından, senkron çalışma koşulları kaybedilir ve generatör normal hızın üstünde indüksiyon generatörü olarak çalışmaya başlar. Rotor gövdesinde ve amartisör sargılarında indüklenen akımlar stator sargılarında aşırı ısınmaya ve rotor kayıplarının artmasına neden olur.

1.1.3. Mekanik arızalar:

Dikkate alınması gereken mekanik arızalar, ani yük kalkması ile oluşan aşırı hız, uyarma aygıtının devre dışı kalması ve vakum arızası olarak özetlenebilir.

1.1.4. Dış arızalar:

Turbo-alternatörler, kendi dışında oluşan herhangi bir nedenle temizlenmeyen arızalar (Hat veya bara arızaları) karşı korunmalıdır. Simetrik olmayan arıza stator sargısında negatif (-) bileşen akımları oluşturur. Negatif bileşen akımlar ters yönde yarattıkları alan va akı sonucunda rotor gövdesinde ve uyarma sisteminde çift frekanslı akımlar oluşturur. Bu akımlarda rotorda aşırı ısınmalara neden olurlar.

1.2. Generatör korumaları

1.2.1. Diferansiyel Koruma:

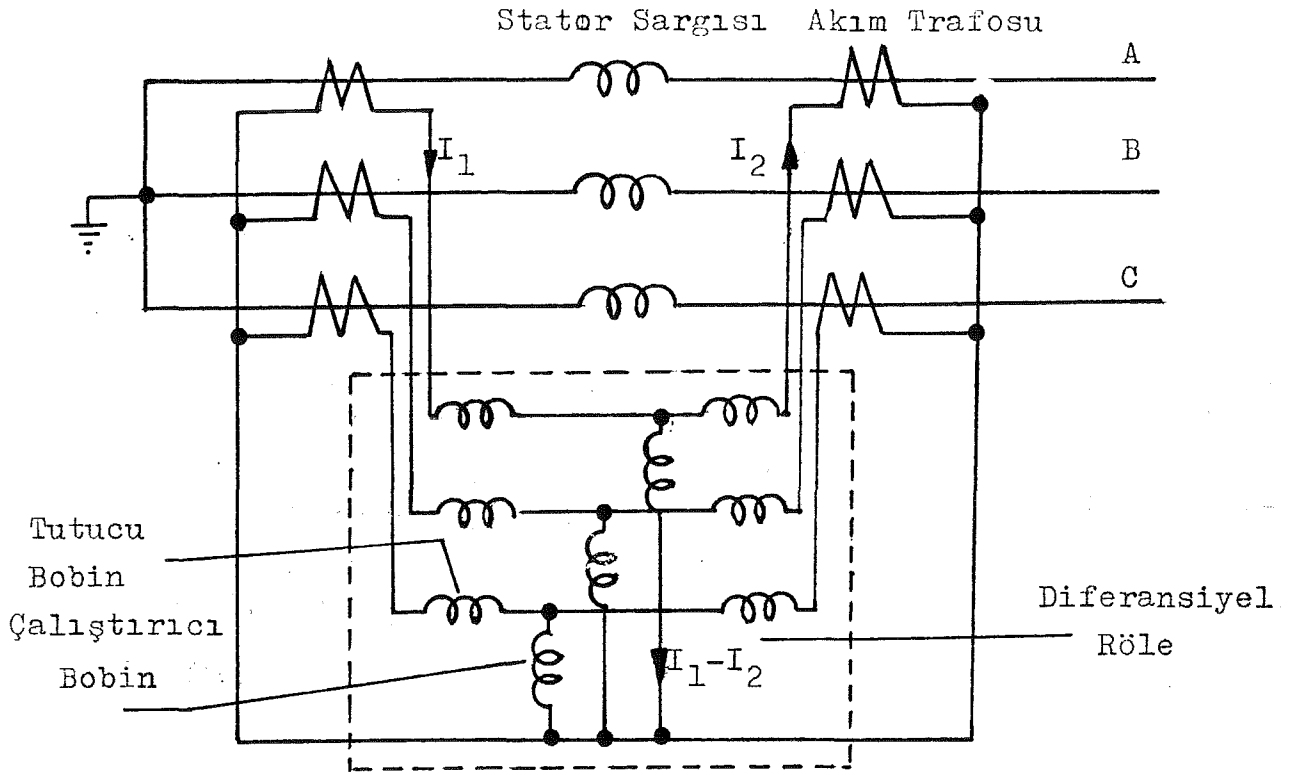
Generatörlerin faz-faz ve faz-toprak arızalarında en etkin korumadır. Şekil-1'de baraya doğrudan bağlı statoru yıldız ve topraklı bir generatörün diferansiyel koruma devresi görülmektedir. Önceleri kullanılan tutucu bobinleri olmayan diferansiyel röleler yerlerini yüzdeki tutucu bobinli rölelere bırakmıştır. "Rölenin çalışması";

$$\frac{I_1 - I_2}{(1/2) \cdot (I_1 + I_2)} : N \text{ eğrisi ile belirlenir.}$$

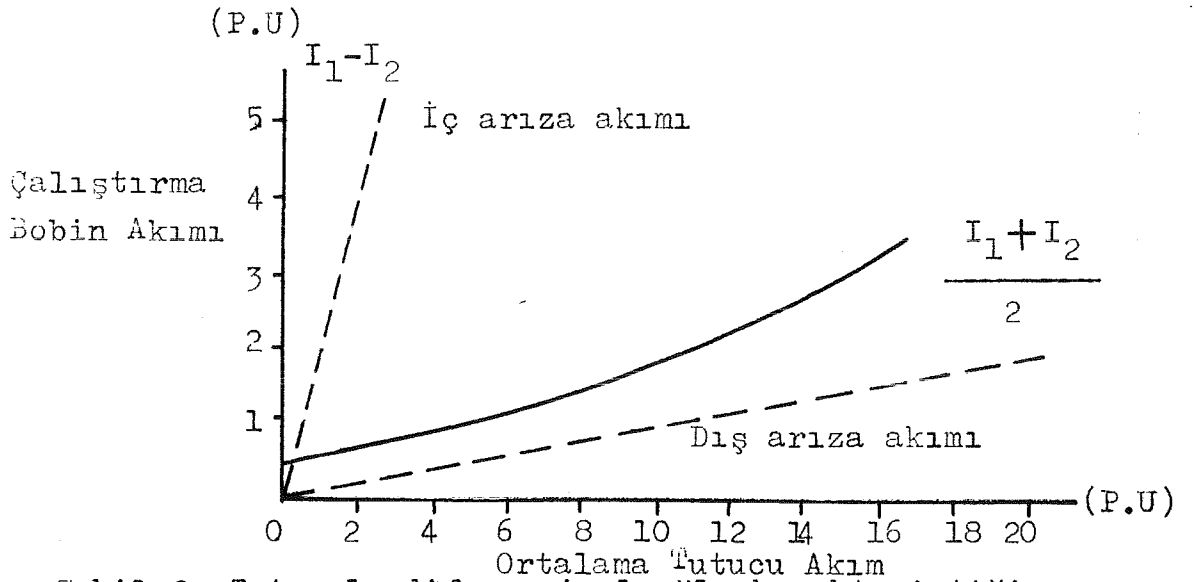
N çalıştırma ve tutucu bobinlerinin sarım sayısına bağlı bir katsayıdır. Röleyi çalıştıran fark akımı ($I_1 - I_2$) görüldüğü gibi sargıdan akan ortalama akıma ($I_1 + I_2/2$) bağlıdır. dolayısıyla dış arızalarda röle ayarı yükselir ve yanlış çalışma önlenir.

Çok duyarlı bir koruma için akım trafoları primer akımlarının generatör anma akımına eşit alınması gerekir. Ancak uygulamalarda akım trafoları primer akımları, generatör anma akımından % 25 daha büyük seçilir.

Nötr noktası topraklı generatörde, diferansiyel koruma ötesinde ayrı bir toprak korumaya gerek yoktur. Nötr noktası topraklanmamış yüksek bir empedans üzerinden topraklı generatörlerde diferansiyel röle toprak arızalarında duyarlılığını büyük ölçüde yitireceğinden, duyarlı toprak rölelerine gereksinim vardır.



Şekil-1 Statoru yıldız bağlı generatörün diferansiyel koruması.



Şekil-2 Tutuculu diferansiyel röle karakteristiği.

Diferansiyel röle devresinde akım trafolarının doğruluğuna ve yüklerine çok dikkat edilmelidir. Generatörün iki ucundaki akım trafolarının aynı karakteristik ve eşit yüklerle sahip olmaları gereklidir. Akım trafolarının yıldız yada üçgen bağlanması generatör stator sargılarına bağlı olarak yapılır. Şekil-3'de statoru üçgen bir generatörün diferansiyel koruma bağlantısı görülmektedir.

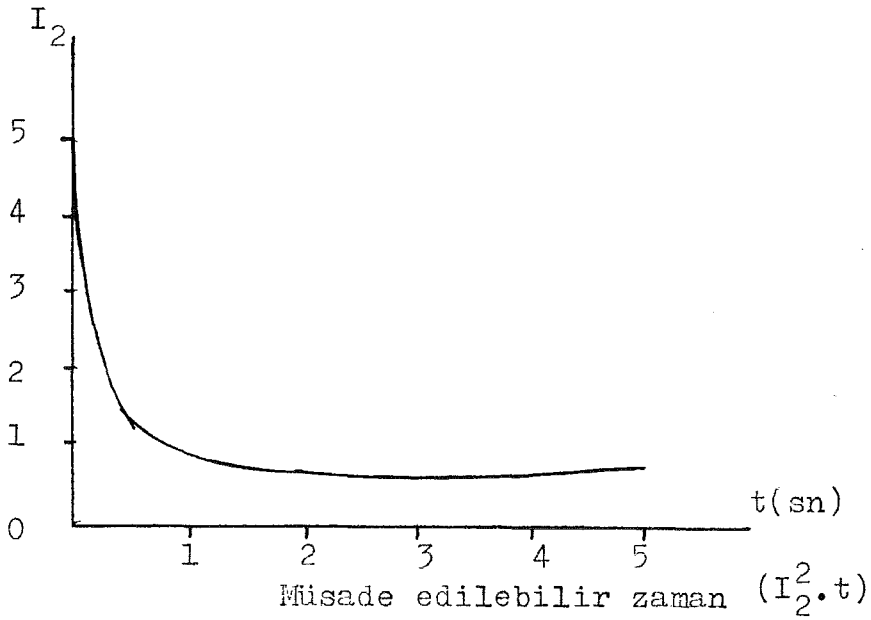
Generatörün negatif bileşen akımlara dayanma özelliği aşağıdaki terimler ile açıklanabilir:

i) Generatörün hasar görmeden, sürekli dayanabileceği en büyük negatif bileşen akımı (I_{2c})

ii) t küçük olduğunda (100 sn az) hasar görmeden dayanılan en büyük $(I_2)^{2t}$ değeri, burada, I_2 negatif bileşen akımın perünit değeri, t ise saniye olarak zamandır.

Şekil-5'de günümüz modern turbo-alternatörlerinin dayanma eğrisi görülmektedir.

Negatif bileşen akımı



Şekil-5 Modern turbo-alternatörlerin negatif bileşen akıma dayanma eğrisi.

Negatif bileşen değerleri elde etmek için değişik devreler kullanılabilir. Uygulamalardan biri şekil-6'da görüldüğü gibidir. Her devrenin çıkışı generatör negatif bileşen akımına orantılı bir değer verir ve bu değerle röle beslenir. Röle ve filitre devresi generatör negatif bileşen akım dayanma eğrisine ayarlandığından, eğri değerlerinin üstünde bir değere ulaşıldığında röle çalışır.

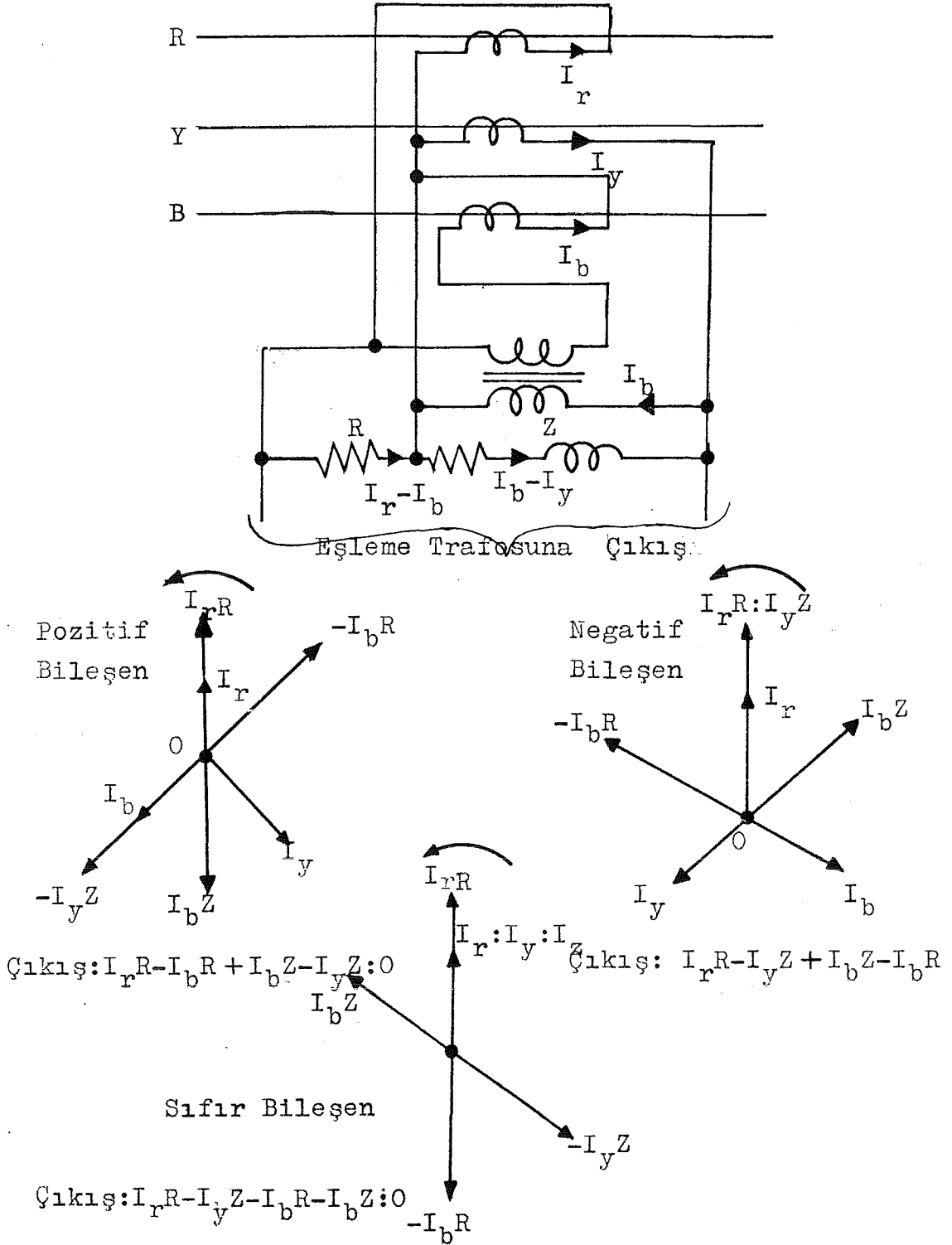
1.2.3. Stator toprak arızası koruması:

Generatör büyük bir empedans üzerinden topraklanırsa, toprak arızalarında diferansiyel röleler etkinliklerini büyük ölçüde yitirirler. Bu nedenle yada artçı bir koruma olarak stator toprak arızası korumasına gereksinim vardır. Topraklama bir dağıtım transformatörü yada bir gerilim transformatörü üzerinden yapılmışsa bu transformatörlerin sekonderleri kullanılarak basit bir toprak-arıza koruması elde edilebilir.

Arıza akımların 200-300 A dolayında sınırlayan topraklama direnci kullanıldığında arıza akımından gelebilecek hasarı önleyebilmek için hızlı açama yapabilen ani röle kullanmak gerekir. Röle ayarı max. toprak arıza akımının % 10'u dolayındadır. Stator sargısının nötr noktasına yakın arızaların kapsanabilmesi için daha düşük değerlerde ayar gerekebilir, ancak bu durumda arıza akımı düşük olduğundan ve yüksek gerilim tarafında olan faz-toprak arızalarında transformatör sargıları arasındaki kapasitelerin oluşturduğu sıfır bileşen kapasitif akımlarının röleyi çalıştırmamasını önlemek için zaman gecikmesi gereklidir. Bu yüzden koruma iki röle ile yapılır. Ani olarak arıza akımının % 10'unda çalışan bir röle ve ters zamanlı arıza akımının % 5'inde çalışan ikinci bir röle. Arıza akımı en fazla 10 A olacak şekilde yüksek bir direnç ile topraklama yapıldığında düşük değerlerde çalışabilen ters zamanlı bir röle kullanılır.

1.2.4. Negatif bileşenli akımlara karşı koruma:

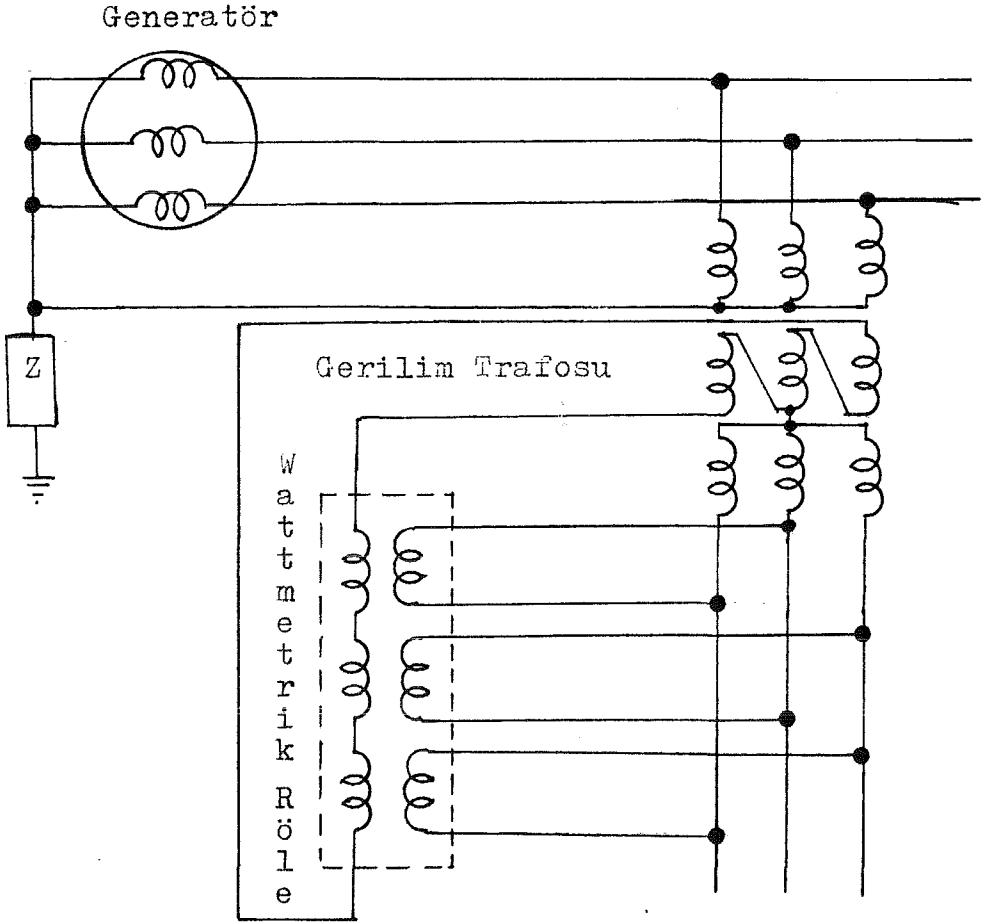
Turbo-alternatörler belirli bir sınıra kadar dengesiz akımlara çok fazla ısınmaksızın dayanabilirler. Dengesiz akımlara neden olan dışsal arızalar genellikle gerekli korumalar tarafından önlenir, fakat bir hatta, bir fazın açık kalması, yada kesici kontağın bir hata nedeni ile kapanmaması dengesiz yüklenmeye neden olabilir. Tehlikeli ısınma değerine ulaşmadan, negatif bileşen akımları ölçen bir rölenin kullanılarak generatörün servis dışı edilmesi gerekir. Rölenin generatörünkine uygun bir I^2t , karakteristiği olmalıdır.



Şekil-6 Generatör negatif bileşen rölesi.

1.2.5. Stator sarım kısa devre koruması:

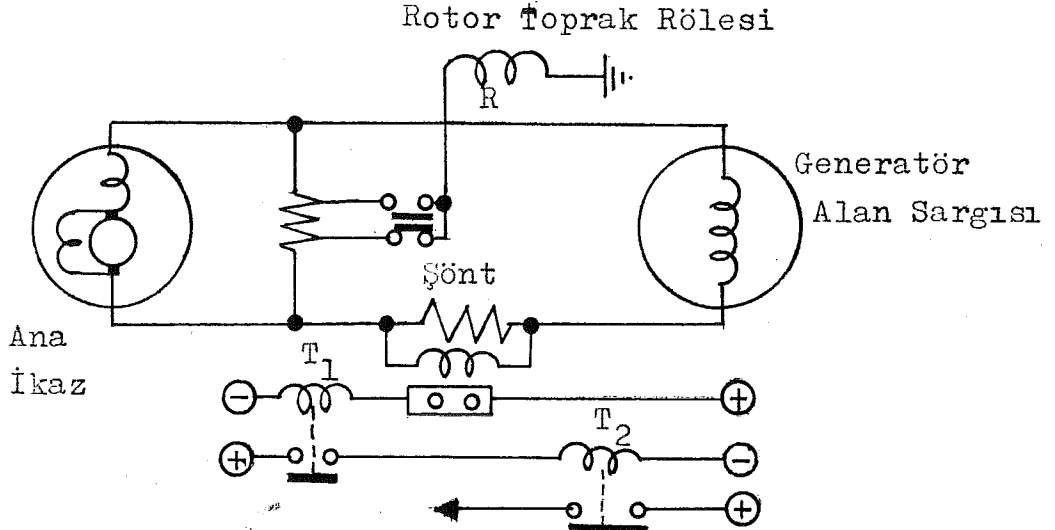
Günümüz modern generatörlerinde stator sarım kısa devre arıza olasılığı çok zayıf olduğundan bu tür koruma nadir kullanılmaktadır. Bu arıza, röleye giren ve çıkan akımda bir farklılık olmadığından diferansiyel röle ile saptanmaz. Stator sarım kısa devre arıza olasılığı stator sarım kısa devre koruması için değişik uygulamalar kullanılmaktadır. Bunlardan biri Şekil-7 'de gösterilmiştir. Arıza sırasında gerilim trafosunun çıkışında artık (sıfır bileşeni) gerilim oluşur ve bu gerilim üç elemanlı wattmetrik röleye uygulanır.



Şekil-7 Wattmetrik röle kullanılarak generatör sarım kısa devresinin koruması.

1.2.6 İkaz Kaybı:

İkaz kaybı genellikle alan devresine seri yerleştirilmiş düşük akım rölesi ile saptanır. Bir çok generatörde, ikaz akımı geniş bir alanda değişiklik gösterdiğinden, rölenin, düşük alan akımlarında yanlış çalışmasını önlemek için ayarının çok iyi seçilmesi gerekir. Şekil-8'de iki zaman rölesi ile donatılmış düşük akım rölesi ile koruma görülmektedir.



Şekil-8 Hassas röle kullanarak alan kaybının korunması.

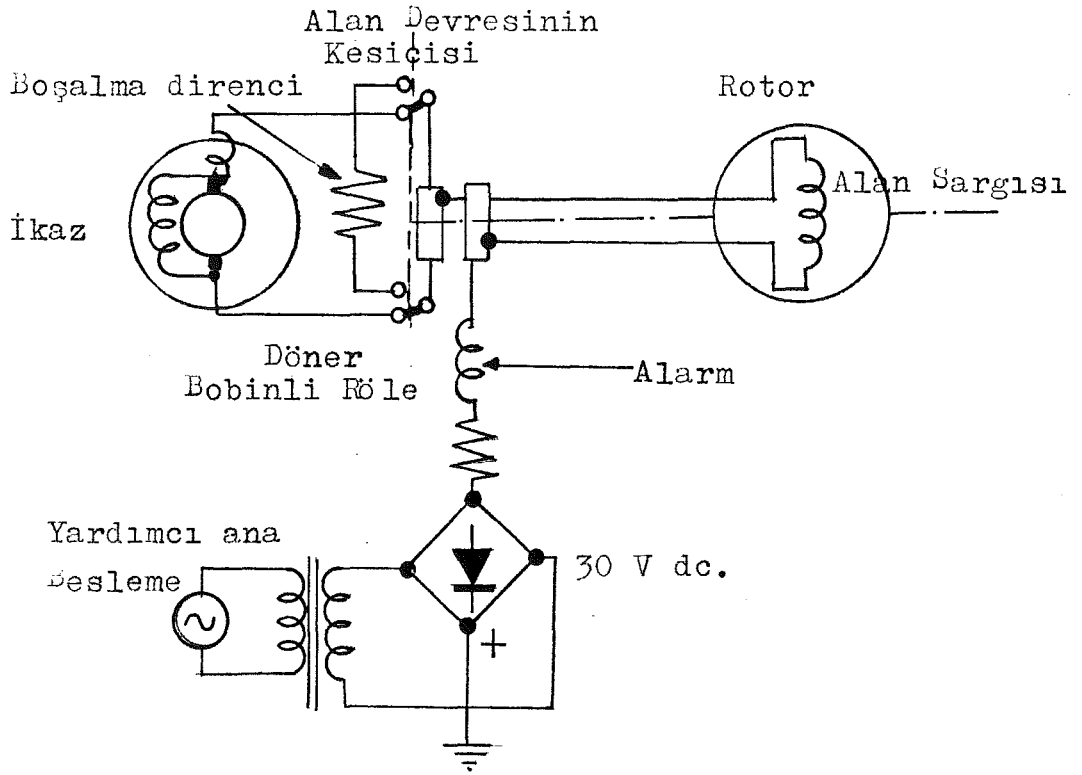
İkaz kaybında düşük akım rölesi kontağını kapatır. T_1 zaman rölesi enerjilenir. Bu röle zaman gecikmeli T_2 rölesini enerjiler. T_1 rölesiyle frekansı kaymış akımların hatalı çalışmaya neden olmaları önlenir. T_2 zaman gecikmesi ile de dış arızalarda yanlış çalışma önlenir. İkaz kaybı koruması düşük güç rölesi ve büyük gruplarda ofset empedans veya mho rölesi kullanılarak yapılabilir.

1.2.7. Rotor-Toprak Arızası:

Rotor devresinde toprak arızalarının saptanmasında iki yöntem kullanılır.

a) Potansiyometre Yöntemi:

Şekil-8'de görüldüğü gibi alan sargısına paralel bir dairenin orta noktası bir gerilim rölesi üzerinden topraklanır. Alan sargısındaki bir toprak arızasında röle terminallerinde oluşan gerilimle röle çalışır. En büyük gerilim, arıza sargısının uçlarında iken oluşur, sargı orta noktasına doğru azalır.



Şekil-9 Doğru akım enjeksiyonu ile rotor-Toprak arızası koruması.

Arıza orta noktada ise, röle çalışmayacaktır ve bu bir eksikliklerdir, Bu durumu önlemek için direncin orta noktası bazı yöntemler ile kaydırılır ve orta noktada arıza olup olmadığı araştırılır. Yöntemin basitliği ve başka bir besleme kaynağına gereksinim duyması en avantajlı yanıdır.

b) Küçük bir güç kaynağı, arızayı saptayan röle ve yüksek bir dirençle alan sargısının pozitif kutbuna bağlanır. Şekil-9 Alan devresinde oluşan herhangi bir toprak arızasında röleyi çalıştıracak genlikte bir akım röle üzerinde dolaşır.

Her iki korumada toprak yolu rotor gövdesi üzerinden olmaktadır. Ancak, rotorla stator arasındaki kontak iletken olmayan yatak yağ filmi üzerinden olduğundan, rotor shaftının bir topraklama fırçası aracılığı ile topraklanması gereklidir. Bu topraklama yapılmazsa buhar sürtünmesinin türbin rotorunda indüklediği statik elektrik deşarjı olmaz ve yatak yüzeylerinde aşınmalar oluşur.

1.2.8. Generatörün Motor olarak çalışmasına karşı koruma:

İkaz sistemindeki bir arızada generatör sistemden güç çekmeye başlar ve motor olarak çalışır. Bu koşulda çekilen güç çok küçüktür. Bu güç uyarma aygıtı tipine göre anma gücün %2'si ile %10'u arasında değişir. Akım, alanın düzeyine bağlı olarak indüktif yada kapastif olabilir. Bu nedenlerle bu tür korumada kullanılacak Watmetrik yönlü güç rölesi oldukça duyarlı ve doğru ayarlanabilir olmalıdır.

Ayrıca güç salınımlarında, geçici ters güç akışında hatalı çalışmayı önlemek için yönlü güç röleleri yanında zaman geciktirme röleleri kullanılır.

1.2.9. Aşırı hız koruma:

Generatör türbinlerinin aşırı hıza karşı korumaları hayati önem taşır. Türbin ani olarak yükünü kaybettiğinde generatör aşırı hıza zorlanır. Buhar türbinlerinde, buhar yük kalkması ile birlikte kesilebilirse de hidrolik türbinlerde su akışı, hidrolik ve mekanik atalet yüzünden, yavaşlatılarak durdurulur. Bu nedenle hidrolik türbinlerde hız, normal hızın % 150'sine ulaşabilir. Aşırı hızı önlemek için kullanılan rölelerde, ayarlar, buhar türbinleri için normal hızın % 115'i, hidrolik türbinler için % 150'sidir.

2. GÜÇ TRANSFORMATÖRÜ VE FİDER KORUMALARI

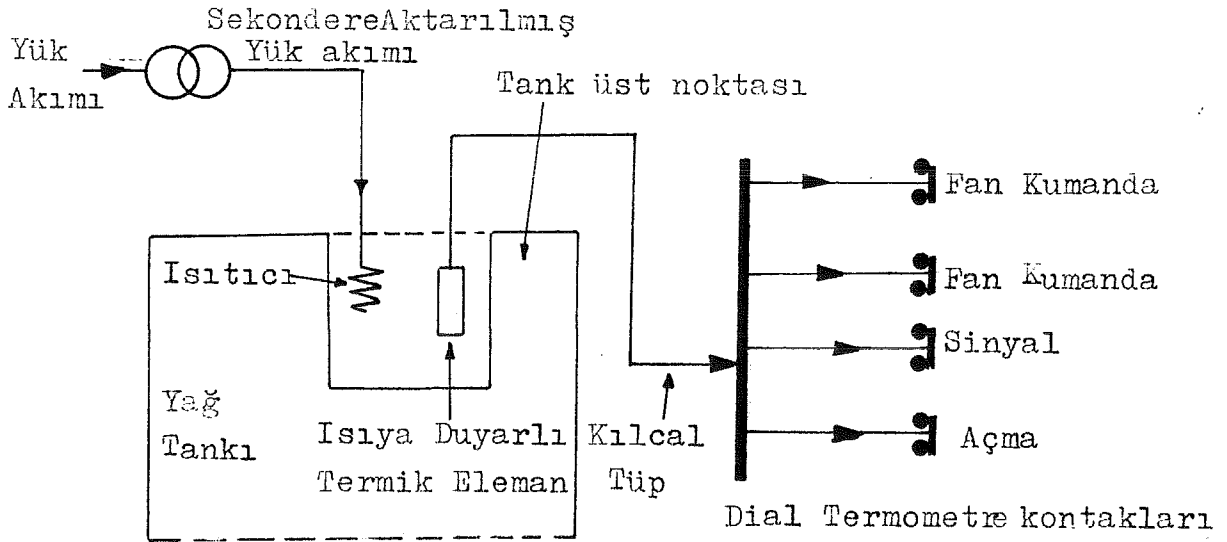
Bir güç transformatörüne transformatörün özelliklerine göre aşağıda sıralanan korumaların bir bölümü yada tümü uygulanabilir.

- 1- Aşırı ısınma,
- 2- Aşırı akım,
- 3- Toprak arızası,
- 4- Tank-toprak arızası,
- 5- Diferansiyel,
- 6- Buchhulz koruma,

2.1. Aşırı Isınmaya Karşı Koruma:

Transformatör anma gücü, öngörülen en yüksek ortam sıcaklığı üzerinde belirli bir sıcaklık artışına bağlıdır. Bu nokta üzerinde aşırı yüklemek transformatörün ömrünü azaltır, ancak daha düşük ortam sıcaklığında transformatör bir miktar daha yüklenebilir. Önceki yük koşullarına bağlı olarak kısa aralıklarla aşırı yükleme yapılabilir. Tüm koşulları içeren kesin bir kural koymak olanaksızdır. Kesinlikle bilinen, sargıların aşırı ısınmasına izin verilmeyeceğidir. En yüksek çalışma sıcaklığı ortalama 96°C - 105°C dolayındadır, bu değer üstünde 8 - 10°C 'lik artış transformatörün ömründen çok şey alabilir.

Bu nedenle aşırı yüklenmeye karşı koruma, sargı sıcaklığı esas alınarak ve "TERMİK İMAJ" tekniği kullanılarak yapılır. İlke olarak termik eleman küçük bir cep içinde transformatör tankının üst noktasında, yağ sıcaklığının en fazla olduğu, bir yere konulur. Ayrıca bu cep içinde sargıdan geçen akıma orantılı bir akımla beslenen ek bir ısıtıcı yerleştirilir, böylece yağ sıcaklığına, çekilen yükle orantılı bir sıcaklık ilave edilir. ve sargı sıcaklığı saptanmış olur. Bu sıcaklık değeri kılcal tüpte bir kadranlı termometreye taşınır, termometrenin belirli ısı değerlerine ayarlanan kontaklarından soğutucular otomatik devreye sokulur, alarm alınır ve transformatör servis dışı bırakılabilir.



Şekil-10 Termik imaj rölesi

Tablo-1

11 kV değişik güçte transformatörler için sigorta anma değerleri

Transformatör Anma Değerleri		Sigorta	
kVA	Tam yük akımı (A)	Anma akımı(A)	3xAnma akımında çalışma zamanı(sn)
25	1.31	4	0.17
50	2.62	6	0.4
100	5.25	10	1.1
200	10.5	15	10.0
500	26.2	30	100.0

2.2. Aşırı Akım Koruma:

2.2.1. Sigortalarla yapılan koruma:

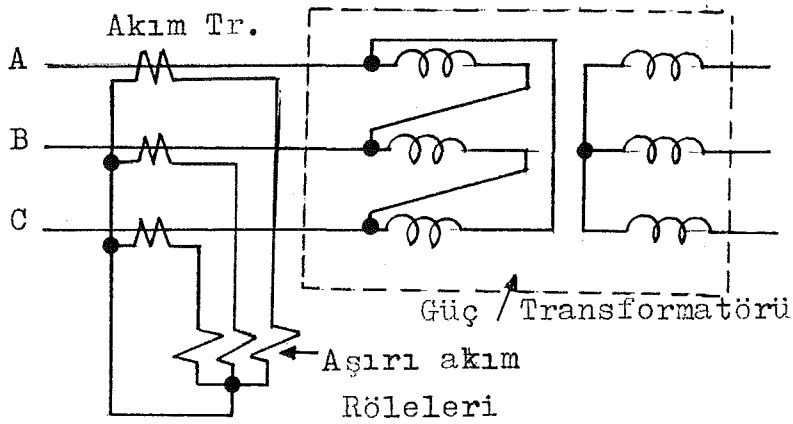
Küçük dağıtım transformatörlerinde aşırı akım koruma genellikle sigortalarla yapılır ve kesici kullanılmaz. Seçilecek sigortalar transformatörün en yüksek yük akımından daha fazla akıma dayanmalı, küçük aralıklı aşırı yüklere dayanmalı ve trafo enerjilenirken mıknatıslama akımlarından dolayı yanmamalıdır. Örnek olarak 11 kV'lık değişik güçte transformatörler için seçilen sigortalar Tablo-1'de gösterilmiştir.

Ayrıca küçük güçlü transformatörler primer rölelerle korunabilir. Bu korumada röle üzerinden transformatör tarafından çekilen akım doğrudan geçer ve ayarlanan akımda kesiciye açma komutu verir.

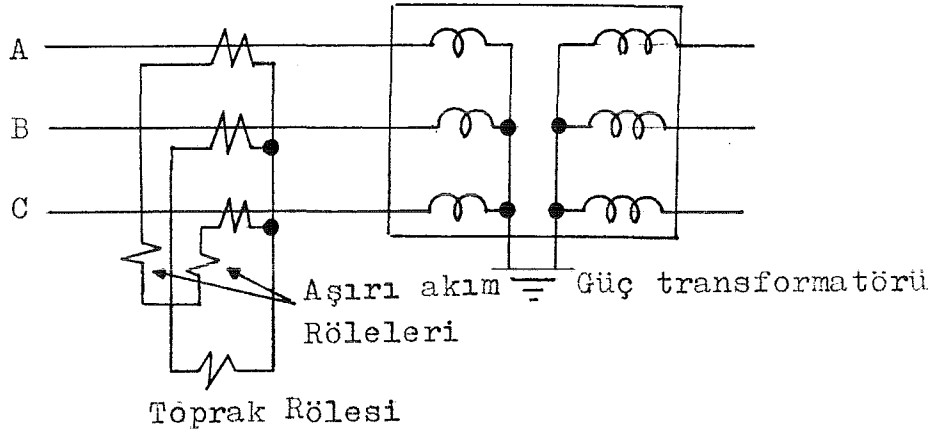
2.2.2. Sekonder aşırı akım röleleri ile yapılan koruma:

Bu röleler akımlarını korudukları noktaya konulan akım transformatörlerinin sekonderlerinden alırlar. Her faz için bir aşırı akım yada iki faz için aşırı akım rölesi ile nötr'de bir toprak rölesi kullanılabilir. Şekil-11 ve Şekil-12'de bu durum görülmektedir. Rölelerin çalışma akımları transformatör anma akımına göre seçilir. Çoğunlukla anma akımının % 120'si alınır.

Zaman gecikme süresi ise, transformatörün kısa devreye dayanma süresine bağlı olarak hesaplanır. Rölenin ayarlanan akımda çalışma zamanı mutlaka transformatörün kısa devre ve dayanma zamanının altında olmalıdır.

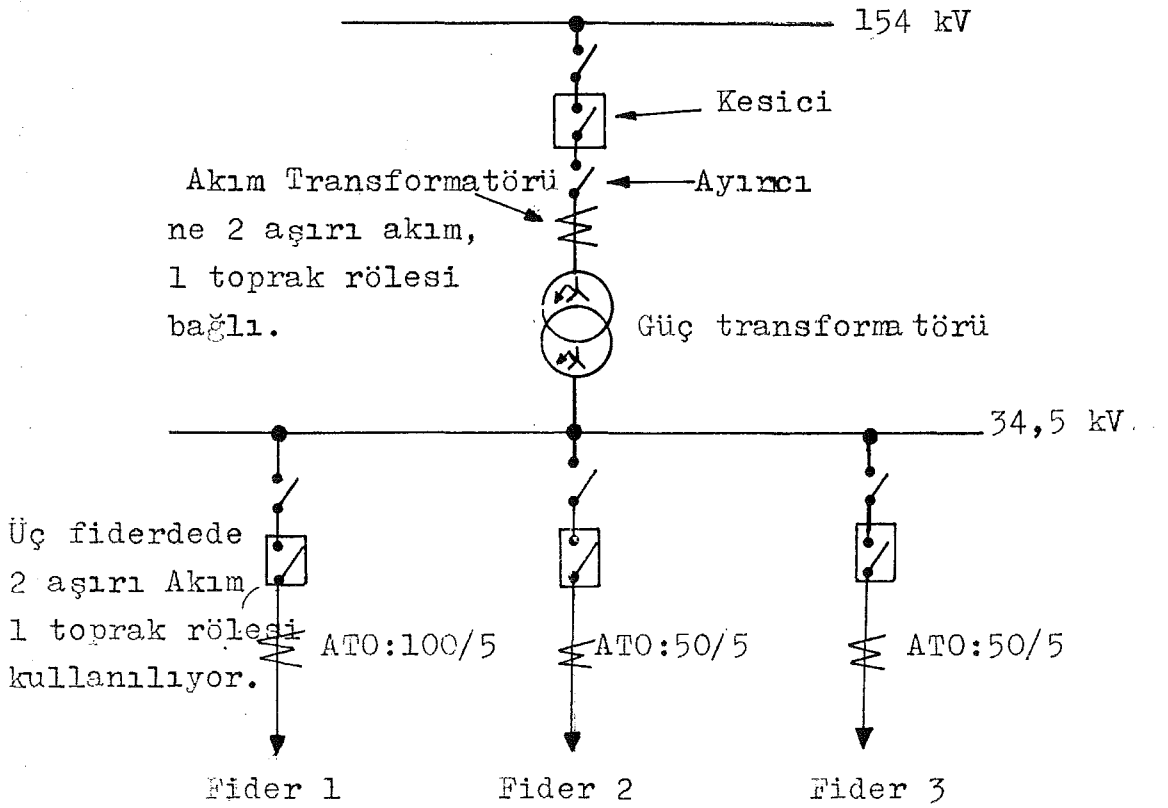


Şekil-11 Her fazda bir aşırı akım rölesi kullanılarak yapılan koruma.



Şekil-12 İki fazda aşırı akım, nötrde toprak rölesi kullanılarak yapılan koruma.

Örnek: 10 MVA gücünde, 154/34,5 kV dönüştürme oranında ve kısa devre gerilimi yada % Z:10,5 olan Y/Y(yıldız-yıldız) bağlı bir güç transformatörünün ve fiderlerin aşırı akım koordinasyonunun yapılması(Güç transformatörünün kısa devreye dayanma zamanı 5sn) Tek hat şeması ve akım trafoları şekil-13'de görülmektedir.



Şekil-13 154/34,5 kV bir trafo merkezinin tek hat şeması.

154 kV tarafla güç transformatörünün anma akım değeri:

$$I_{154} = 10.000 / \sqrt{3} \cdot 154 = \underline{\underline{37,5}} \text{ Amper.}$$

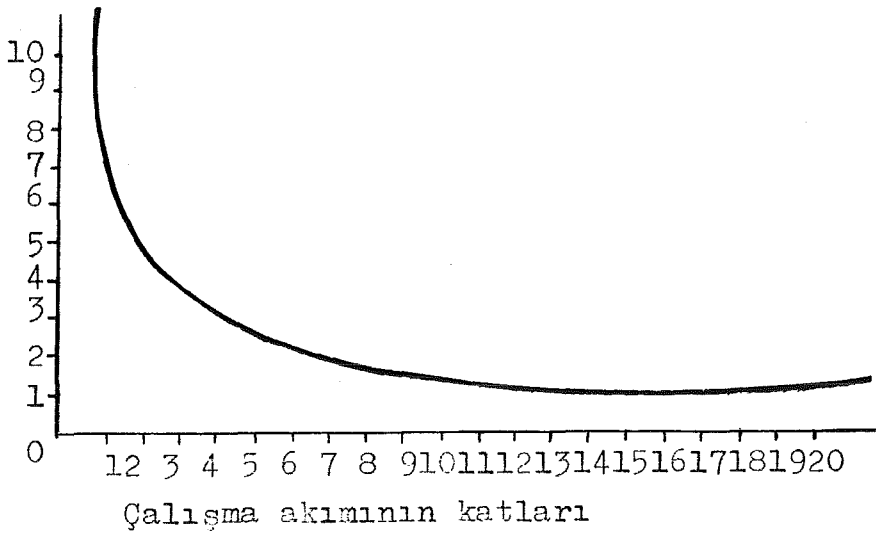
Transformatörün biraz da aşırı yükleneceği göz önüne alınırsa $I_{154} : 40 \text{ A}$ alınabilir. Akım transformatörünün dönüştürme oranı 50/5 olduğuna göre, 40 A sekonderde 4 A'ye karşılık olacağından aşırı akım rölesi 4 ampere ayarlanır. Rölenin zaman değeri, röle karakteristiğine göre, kısa devre akımında güç transformatörünün kısa devreye dayanma süresinin altında olacak şekilde seçilir. 154 kV bara kısa devre gücü yönünden sonsuz alındığında, 34,5 kV' taki max. kısa devre gücü;

10(trafo gücü MVA)/0.105(%Z):92,5 MVA

154 kV ve 34,5 taraftaki kısa devre akımları,

$$I_{154} = \frac{95.200}{\sqrt{3} \cdot 154} : \underline{\underline{357 \text{ A}}} \quad , \quad I_{34,5} = \frac{95.200}{\sqrt{3} \cdot 34,5} : \underline{\underline{1593 \text{ A}}}$$

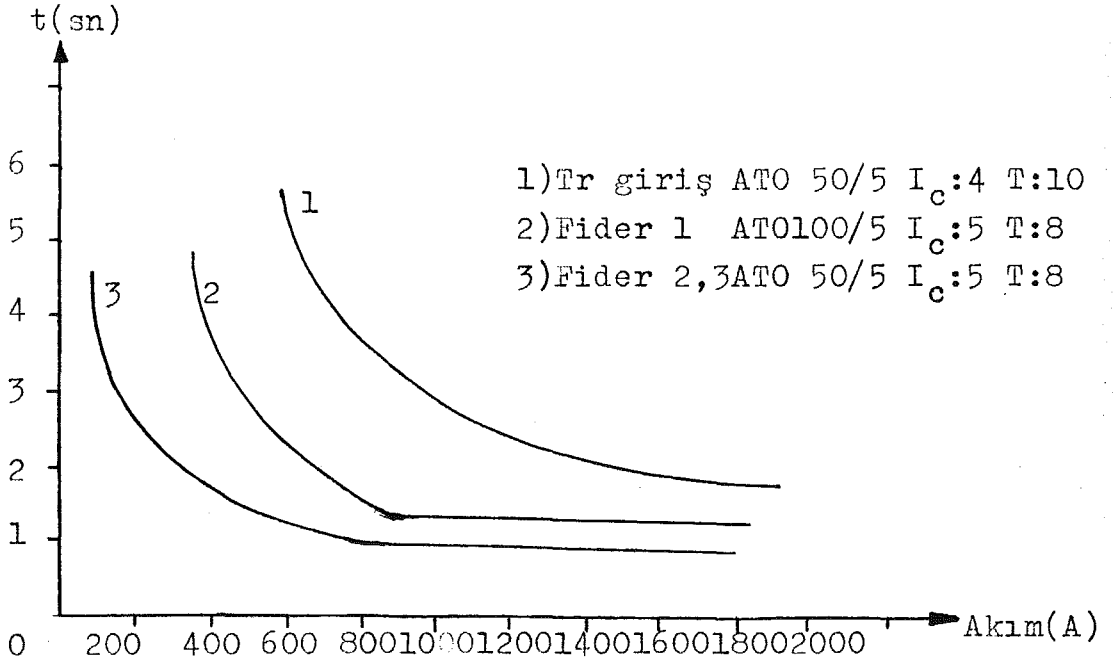
t(sn)



Şekil-14 Bir aşırı akım rölesinin akım-zaman çalışma eğrisi.

Örnek olarak karakteristiği Şekil-14'de görülen bir aşırı akım rölesi kullanılsın, karakteristik 10 zaman değeri için verilmiştir. Örnek zaman değeri için belirli bir akımdaki zaman değeri ile çarpılacaktır. Güç transformatörü girişindeki rölenin çalışma zaman değeri T:10 alınsın.

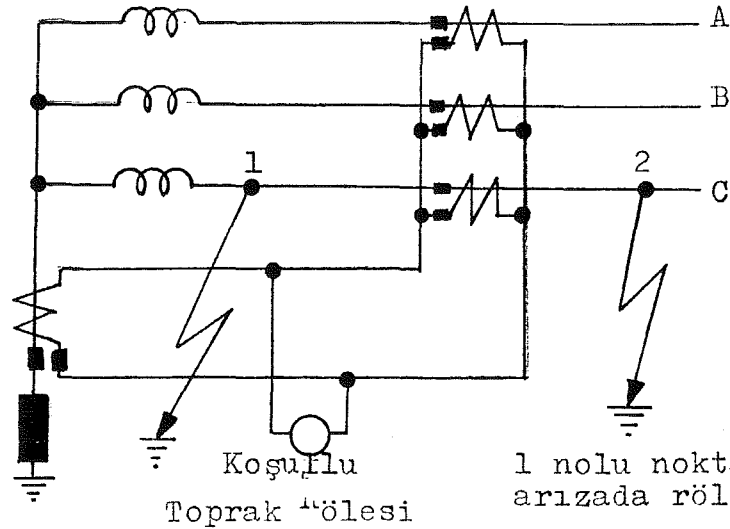
Fiderlerde çalışma akım değeri 5 amper, zaman değeri ise T:8 alınsın. Bu durumda 34,5 kV bazda eğrileri çizelim. Röle koordinasyonu Şekil-15'de görülmektedir. Kısa devne akımında güç transformatörü 2,5 saniyede açacaktır. (5 sn altında) Ayrıca fiderlerden arıza geldiğinde, eğrilerden görüldüğü gibi, arızalı fider açacak transformatör girişindeki röle açmayacaktır. Ancak fider bir nedenle açılmaz ise yaklaşık 0,5 sn sonra bu röle transformatörü servis dışı bırakacaktır. Toprak röleleride aynı mantık ile hareket edilerek ayarlanır. Ayar değerleri genellikle aşırı akım rölelerinin ayar değerlerinin 1/3'ü dolayında alınır. Ancak bu değer çok küçük alınırsa, akım transformatörlerinden ve dengesiz yüklerden gelebilecek farklılıklarda, röle lüzumsuz çalışabilir



Şekil-15 Röle koordinasyonu.

Koruma büyük ölçüde güç transformatörlerinin bağlantı gruplarına bağlıdır. Nötrü topraksız güç transformatöründe sıfır bileşen empedans devresi açıktır. ve toprak akımı akmaz. Bu tür güç transformatöründe toprak rölesi kullanmanın yararı yoktur. Toprak rölesi ile güç transformatörü dahili arızalara karşı korunmak istendiğinde koşullu toprak koruma kullanılır. Bu tür korumada röle yalnız akım transformatörleri arasında kalan bölgede olacak arızalarda çalışacağından güç transformatör sargıları korunur.

Güç Trafosu



Şekil-16 Koşullu toprak rölesi.

2.3. Diferansiyel Koruma

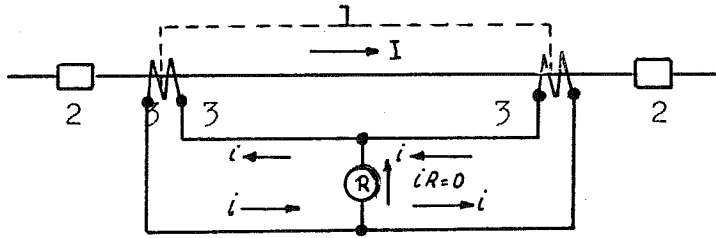
Buchholz rölesinin dışında,trafolarda oluşacak kısa devrelere karşı temel korumadır.Çalışma hızlılığı,seçiciliği ve duyarlılığı diferansiyel korumanın başlıca nitelikleridir.Bu tür koruma,her iki yada üç uçta akım trafoları gerektirdiğinden,küçük güçlü trafolarda kullanılmamaktadır.Türkiye yüksek gerilim enterkonnekte sisteminde,diferansiyel koruma 10 MVA'nın üzerindeki güç trafolarında uygulanmaktadır.

2.3.1. Diferansiyel koruma ilkesi:

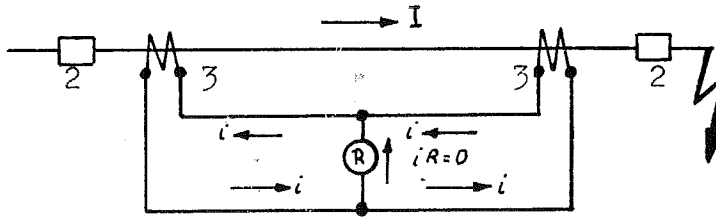
Korunan bölgeye giren ve çıkan akımlar akım trafoları üzerinden diferansiyel röleye verilir ve karşılaştırması yapılır. Sağlıklı çalışma koşullarında rölelere giren ve çıkan akımların vektörel toplamı sıfırdır ve röleyi çalıştıracak fark akımı doğmaz.Kısa devre anında ise bu denge bozulur ve röleden fark akımı geçer,bu akımda rölenin önceden ayarlanmış değerini aşarsa röle çalışır ve bölgedeki kısa devreyi besleyen tüm uçların kesicilerini açtırır.

Dışsal kısa devrelerde korunan bölgeden geçen akımların büyümesi ve akım trafolarının farklı değerlerde doymaya ermesinden doğacak fark akımları röleyi çalıştıracak boyutlara erişebilir.Özellikle trafo ve generatör trafo birimlerinin korunmasında,her iki uçtaki akımlar güç trafosunun dönüştürme oranına uyarak farklılaşacaklarından,farklı dönüştürme oranlı akım trafoları kullanmak gerekecektir.Akım trafolarının sınırlı dönüştürmeleri(Örneğin,50-100-200-400-600-800-1000-1200-1500-2000/5Agibi) düşünülecek olursa,farklı dönüştürme oranlı ve farklı özellikli akım trafoları kullanmak zorunda kalacağımız açıktır.Ayrıca akım trafolarının doğruluk sınıflarına ilişkin dönüştürme oran hataları rölenin çalışmasını etkiler.Tüm bu etkenleri göz önüne alırsak sağlıklı çalışma koşullarında bile rölede bir fark akımı doğacak,bölgeden geçen akım arttıkça rölenin yanlış çalışma olasılığında büyüyecektir.Akla hemen bölgeden geçen akımın röleyi tutucu yönde kullanılması gelebilir.

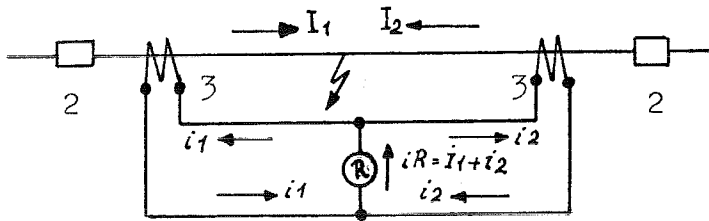
Röleyi iki sargılı döner bir disk olarak düşünebiliriz, sargıların birinden geçen fark akımı diski çalışma yönünde döndürecek, diğer sargıdan geçen akım ise diski frenlemeye çalışacaktır. Çoğunlukla diferansiyel röleler iki yada üç tutucu sargı (restraining coils) ve bir çalıştırıcı sargıdan (operating coil) oluşur. Burada sargı kelimesini işlevin açıklanması amacı ile kullanılmaktadır. Gerçekte döner diskli (ki bu sargılardan oluşur) diferansiyel röleler olduğu gibi, doğrultmaç köprüleri ile de aynı ilke gerçekleştirilmektedir.



a) Normal çalışmada.



b) Dışsal kısadevrede.



c) İçsel kısadevrede.

- 1) Korunan Bölge,
- 2) Devre kesicileri,
- 3) Akım trafoları,
- R) Diferansiyel Röle,

Şekil-17 Sistemdeki akımların durumu.

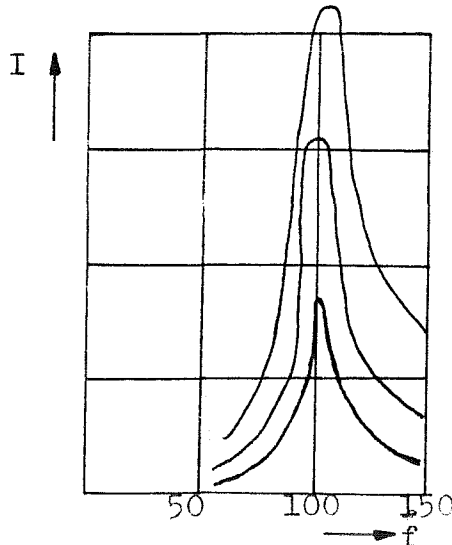
Şekil-17De a⁰ şıkında sistem normal çalışmada, b⁰ şıkında sistem dışsal kısa devrede, c⁰ şıkında içsel kısa devrede olarak görülmektedir. Şekilde, 1-Korunan bölge, 2-Devre kesicileri, 3-Akım trafoları, R-Diferansiyel röle,

Transformatör diferansiyel koruması, transformatör sarımlar arası, fazlararası ve doğrudan topraklı sistemlerde faz-toprak arası kısa dverelere karşı duyarlıdır. Generatör diferansiyel koruması ise ,fazlar arası ve doğrudan topraklı sistemlerde stator-faz toprak devrelerine karşı generatörü korur. Röle generatörün sarımlar arası kısa devresine duyarsızdır, çünkü giriş ve çıkış akımları arasında farklılaşma olmaz. Transformatörde ise sarımlar arası kısa devre manyetik akıda ve giriş çıkış akımlarında farklılık doğuracağından, röle bu tür arızaları kolaylıkla görür. Generatör ve transformatör tek birim olarak bağlanmışsa generatörün diferansiyel koruması, tüm birimi kapsayan diferansiyel koruma dizgesiyle bir arada kullanılmalı ve birimin korunması gecikmeli artçı (delayed back up) nitelikte olmalıdır. Birim korumasına generatör baraları, gerilim trafoları ve yerleştirilişe bağlı olarak da servis trafoları girer. Servis trafolarının gücü diferansiyel rölenin iki yada üç tutucu sargılı oluşunu belirler.

2.3.2. Mıknatıslayıcı Yiğılma Akımı:

Transformatör boşta enerjilendiğinde ani bir dalgalanma akımı (surge current) doğar. Bu olgu, trafonun boştaki kayıplarının ilk andaki karşılığıdır. Olay yalnızca enerjilenen tarafta olduğundan röle bunu fark akımı olarak görür. Trafo devreye alınırken doğan ani yiğılma akımları (inrush currents) incelendiğinde, büyük harmonik özellikle 2. harmonik akımların etkinliği göze çarpar. İçsel kısa devre ve mıknatıslayıcı kısa devre akımlarında (magnetizing inrush current), Trafo servise alınırken doğacak yiğılma akımlarından etkilenmesini (çalışıp yanlış açtırmalar yapmasını) önlemek için diferansiyel rölede aşağıda sıralanan sistemler uygulanabilir,

1. Rölenin, çalışma oranı (pick-up ratio) ve zaman gecikmesi artırılarak, yağılma akımlarının etkisi azaltılabilir. Bu durumda rölenin normal çalışmadaki duyarlılığı azalır, ve hızlı çalışma istendiğinde öğeler arası zaman koordinasyonu zorlaşır.
2. Trafo enerjilenirken, akım uçları kısa devre edilerek röle körletilir, duyarsız duruma getirilir. Bunun da sakıncası, enerjileme anında yada hemen sonra doğabilecek kısa devrelerde, transformatörün diferansiyel korumasız kalmasıdır.
3. Doğru akım bileşenleri süzgeç devreleri üzerinden röleye tutucu akım olarak verilebilir. Bu durumda içsel kısa devre ve yağılma akımlarının ayırt edilmesi güçleşir. Eğer içsel kısa devrelerde akım trafoları doymaya eremiyorsa, DA bileşenleri büyük değerlerdedir, ve tutucu akım olarak kullanıldığından, rölenin arızayı görme tehlikesi vardır.
4. Daha büyük harmonik akımların tutucu olarak röleye verilmesi Bu yöntem yukarıdakilerden daha tutarlıdır, yalnız akım trafolarının doymasıyla normal içsel kısa devrelerde harmonik akımlar büyür ve rölenin çalışması güçleşebilir.
5. İkinci harmonik akımlarının röleye tutucu yönde verilmesi, bu yöntem saydıklarımız arasında en tutarlısıdır. Böylece yağılma ve içsel kısa devre akımları daha doğru olarak ayırt edilebilir. Süzgeç yardımı ile süzülen ikinci harmonik akımlar röleye tutucu yönde verilerek, rölenin transformatör enerjilenirken yanlış çalışması yada mıknatıslayıcı yağılma akımlarından etkilenmesi önlenmiş olur. Diferansiyel rölelerde aranacak başlıca niteliklerde budur.

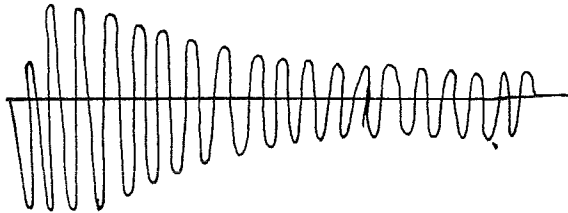


Şekil-18 Yağılma akım süzgecinin frekans karakteristiği.

Yığılma akımlarının genlik süreleri aşağıdaki etkenlere bağlıdır;

- Transformatörün gücü,
- Bağlanacak sistemin kısadevre gücü,
- Sistemde kaynaktan trafoya kadar olan direncin büyüklüğü,
- Transformatör manyetik devresinin türü,
- Transformatörün daha önceden enerjilenip enerjilenmediği,

Gerilim dalgası sıfırdan geçerken trafo enerjilenirse, maksimum yığılma akımı doğar.Bu anda yüksek indüktanslı devrede akım ve akı en büyük değerlere ulaşır.Eğer transformatörde, bir önceki enerjilenmeden artık akı kalmışsa,bu artık akı yeni enerjilenme anında doğacak akı ve akımı ya artırıcı yada azaltıcı yönde etkiler.Güç transformatörleri genellikle doyma eğrisinin dirsek bölgesinde çalışacak şekilde yapıldıklarından gerilimi sıfır anında enerjilenen trafonun akısı bir önceki artık akı manyetik çekirdeği kesinlikle doymaya götürür ve mıknatıslayıcı akım bileşenlerinin açmasına yol açar.Şekil-19 da tipik mıknatıslayıcı yığılma akı dalgası görülmektedir.



Şekil-19 Mıknatıslayıcı yığılma akım dalgası.

Yığılma akımı ilk birkaç çevrimde hızla ve daha sonra çok yavaş olarak azalır.Direnç düşükse yığılma akımının tamamen sönmesi 4-5 saniye sürebilir.Transformatörün doyması ile L(indüktans)değeri düşeceğinden devrenin zaman sabitesi L/R değişir.Yığılma akımının zaman sabitesi küçük birimlerde 10 çevrim,daha büyüklerde ise 1 dakika dolayındadır.Sistemde kaynaktan trafoya kadar olan direnç,yığılma akımının sönümünü belirler.Yığılma akımları,generatörlere yakın trafolarıda uzun uzak trafolarıda ise kısa sürer.

Her enerjilenmede maksimum yığılma akımı görülmez.Çünkü gerilimin sıfır anında enerjilenme olasılığı oldukça azdır. Eğer trafoda artık akım yoksa maksimum gerilim anındaki enerjilenmelerde yığılma akımı sıfırdır.En büyük yığılma akımı trafonun ilk sisteme alınışında görülür.Trafonun dışındaki kısa devrelerde sistem bölümlerinin açılarak gerilimin önce düşüp sonra normale dönmesi,yığılma akımlarını doğurabilir.Bu durumda trafo kısmi enerjilendiğinden yığılmalar tehlikeli değildir.Bir trafo enerjili bir trafoya paralel olarak sisteme alınıyorsa,doğacak yığılma akımları her iki trafo üzerinde paylaşılacağından etkisi azalır.Generatör-transformatör birimleride anma gerilimine yavaş yavaş getirildiğinden bunlarda yığılma sorunu yoktur.

2.3.3. Akım Trafoları Dönüştürme Oranları Farklılığının Röleye Etkisi:

Transformatör giriş ve çıkış akımlarının aynı olmaması, bizi farklı dönüştürme oranlı akım trafoları seçmeye zorlar. Yüksek gerilim akım trafolarının dönüştürme oranları ve standartlar yapımcılar tarafından sınırlandırılmıştır.Dönüştürme oranlarındaki farklılığın röledeki etkisini bir örnek ile inceleyelim;Örnek-1 154/30 kV ve 25 MVA güç trafosunun diferan-korumaTrafonun giriş ve çıkışındaki akım trafoları,trafonun anma gücündeki akımlarının hemen üzerindeki değerlerde seçilir. Akım trafosu çıkışları 1 yada 5 amperdir.Türkiyede çoğunlukla 5A çıkışlı akım trafoları kullanıldığından örnekler ile bu değeri kullanacağız.Standart akım trafosunun dönüştürme oranları: 50-100-200-400-600-800-1000-1200-1500-2000/5A.

Trafonun anma gücünde (25MVA) 154 kV ve 30 kV'dan geçen akımlar,

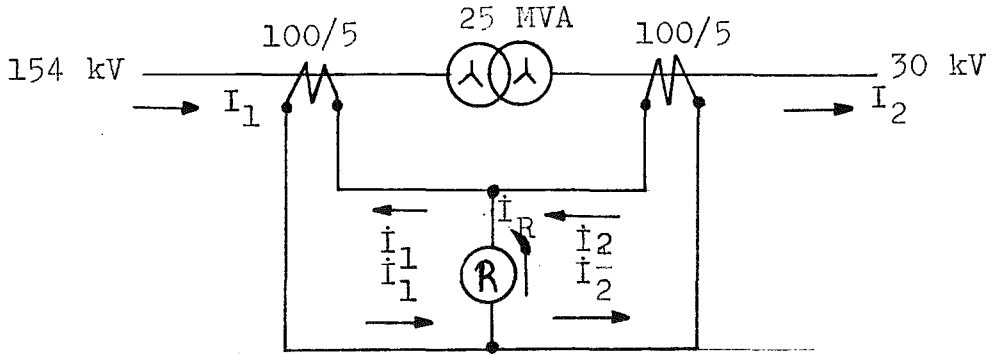
$$I_1:25000/(\sqrt{3}.154):\underline{93,7A.}$$

$$154 \text{ kV akım trafosu:}100/5A$$

$$I_1, I_2:154 \text{ kV ve } 30 \text{ kV'dan geçen akımlar}$$

$$i_1, i_2:154 \text{ kV ve } 30 \text{ kV akım trafolarının çıkış akımları}$$

$$i_R : \text{Röleden geçen fark akımı}$$



Şekil-20 154/30 kV, 25 MVA'lık güç trafosunun diferansiyel koruması.

$$I_2: 25000 / (\sqrt{3} \cdot 30) : \underline{481 \text{ A.}}$$

$$30 \text{ kV akım trafosu: } 600/5 \text{ A.}$$

Güç trafosu anma gücünde çalışırken akım trafolarının çıkışından daha doğrusu röleden geçecek akımlar;

$$i_1: 93,7.5 / 100 : 4,68 \text{ A.}$$

$$i_2: 481.5 / 600 : 4,01 \text{ A.}$$

Röleden geçecek fark akımı:

$$i_R: i_1 - i_2 : 0,67 \text{ A.}$$

Rölenin tutucu sargıları olmasa ve $i_R > 0,5 \text{ A}$ ayarlansa, röle transformatörün anma gücünde bile çalışacak ve istenmeyen açtırmalar yapacaktır.

Örnekte görüleceği gibi istediğimiz dönüştürme oranlı yüksek gerilim akım trafolarını sağlayamadığımızdan (örneğin, 93,7/5A ve 481/5A gibi), rölede bir fark akımının doğması kaçınılmazdır.

Bu fark akımını, ya röle üzerindeki (varsa) ayar uçlarıyla ya da akımları röleye yardımcı akım trafoları üzerinden vererek sıfırlayabiliriz. Yardımcı akım akım trafolarının seçimini ileride inceleyeceğiz.

2.3.4. Güç Trafosu Bağlantı Gruplarının Röleye etkisi:

Buraya kadar, röle yönünden, akımların yalnızca genliklerini göz önüne aldık. Transformatörlerin bağlantı gruplarından gelen giriş ve çıkış akımları arasındaki faz kaymaları üzerinde durmak gerekir. Örneğin Ynd5 bağlantı gruplu trafonun giriş ve çıkış akımları arasında $5.30:150^\circ$ faz kayması vardır. Bu akımları röleye aynen verirsek, genlikleri eşit

olduğu halde faz kaymasından ötürü yine bir fark akımı doğacaktır. Röleye gelen akımların genliği ayarlanmış ve 5A olsun, giriş ve çıkıştaki 150° faz kayması varsa röleden geçecek fark akımı;

$$i_1 : 5 \angle 0^\circ : 5$$

$$i_2 : 5 \angle 150^\circ : 5(-0,866 + 0,5j)$$

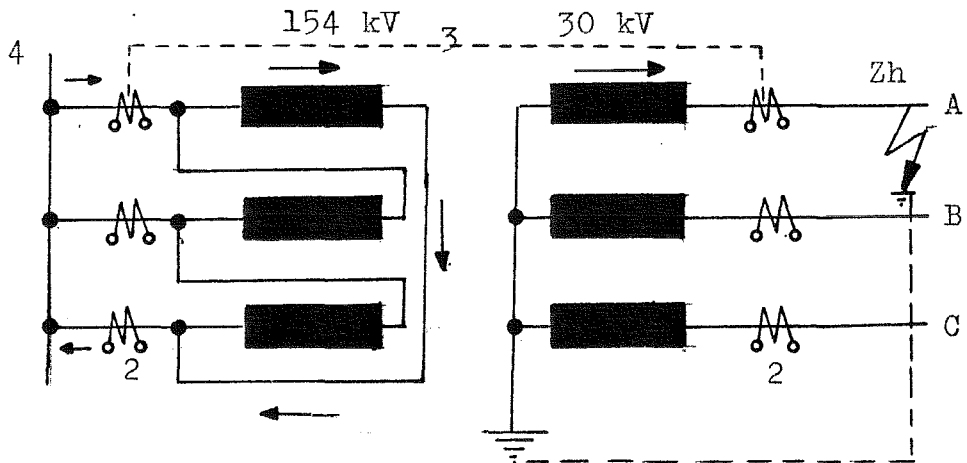
$$i_R : i_1 - i_2 : 9,65 \angle -21^\circ$$

Bu fark akımında röleyi çalıştırmaya yeter. Güç trafosunun giriş ve çıkış akımları arasındaki faz farkının ana yada yardımcı akım trafoları üzerinde giderilmesi gerekir.

2.3.5. Topraklı Sistemlerde Korunan Bölgenin Dışındaki Faz Toprak Arızalarının Röleye Etkisi:

Doğrudan yada düşük değerli direnç üzerinden topraklı sistemlerde diferansiyel koruma bölgesinin dışındaki faz-toprak kısa devrelerinde röleyi etkiler. Özellikle yıldız-üçgen bağlı transformatörlerin yıldız tarafında oluşacak faz-toprak kısa devrelerinin, kısa devreli faz ve sağlam fazlardan birinin trafo girişinin ve çıkışının akımları çok farklıdır. Bu farklılık rölenin çalışmasını ve sistemin arzu edilmeyen yerlerden açılmasına yol açabilir.

Örnek: Dyn1 bağlantı gruplu transformatörün yıldız tarafında faz toprak kısa devresi.



Şekil-21 Diferansiyel koruma bölgesinin dışındaki ve yıldız tarafta faz-toprak kısa devresi.

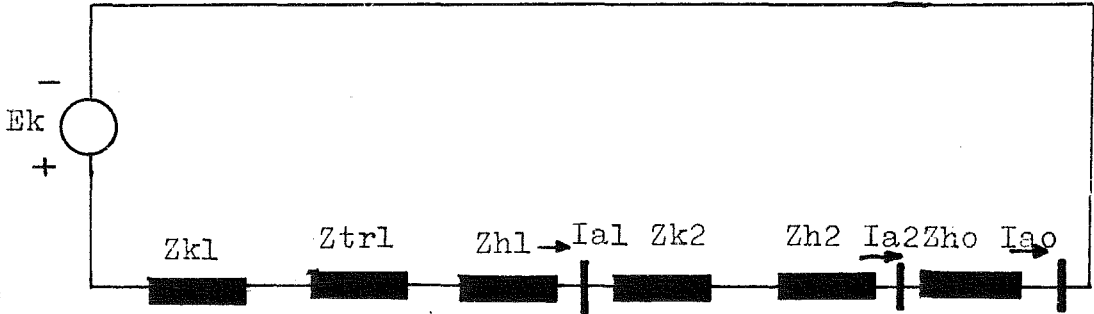
- 1: Güç trafosu 154/30 KV, 100MVA, ukd:%10
 - 2: Akım trafoları,
 - 3: Korunan Bölge,
 - 4: 154 kV bara, üç faz kısa devresi 5000 MVA.
- Zh: Hat Empedansı, (100 MVA bazında)

$$Z_{h1} : Z_{h2} : 0,08 \text{ pu} , \quad Z_{h0} : 0,10 \text{ pu}$$

Sistemin durumu ve belirleyici değerleri Şekil-22'de gösterilmiştir.

$$\text{Kaynak Empedansı } Z_k : 100/5000 : 0,02j : Z_{k1} : Z_{k2}$$

Kısa devre akımlarını bulmak için sistemin pozitif, negatif ve sıfır bileşen değerleri Şekil-22'de düzenlenmiştir. Hesaplamalarda 1 altsimgesi (indisi) pozitif, 2 negatif, 0 bileşenleri gösterir.



Şekil-22 Sistemin pozitif, negatif ve sıfır bileşen devresi.

A fazının pozitif, negatif ve sıfır bileşen akımları birbirine eşittir.

$$I_{a1} : I_{a2} : I_{a0} : E_k / Z_t$$

$$E_k : 1,0 \text{ birim.}$$

$$Z_t : Z_1 + Z_2 + Z_0$$

$$Z_t : j 0,40$$

$$I_{a1} : I_{a2} : I_{a0} : -j 2,5 \text{ birim.}$$

$$I_a : I_{o1} + I_{o2} + I_{a0} : -j 7,5 \text{ birim.}$$

$$I_b : 0$$

$$I_c : 0$$

154 kV tarafta da aynı şekilde transformatörün A fazı sargısından $-j 7,5$ birim, B ve C sargılarından da sıfır akımı akar.

Kısa devre öncesinde, transformatör üzerinden bir yük akışı yok ise $j 7,5$ birimlik kısa devre akımı 154 kV'un A ve C-diferansiyel rölenin C fazı ögesinin çalışması, kısa devre korunan bölgenin dışında olduğu halde, kaçınılmazdır. Arıza öncesinde 154 kV'dan 30 kV'a kadar 0,8 güç çarpanlı 50 MVA'lık bir yük aktığı düşünürsek, yük akımı;

$I_y : (50/100) \cdot (0,8 + j 0,6) : 0,4 \quad j 0,3$ birim arıza anında C fazından akan akımlar:-

30 kV'da $I_c : 0,4 + j 0,3$ birim

154 kV'da $I_c : 0,4 + j 0,3 - (-j 7,5) : 0,4 \quad j 7,8$ birim

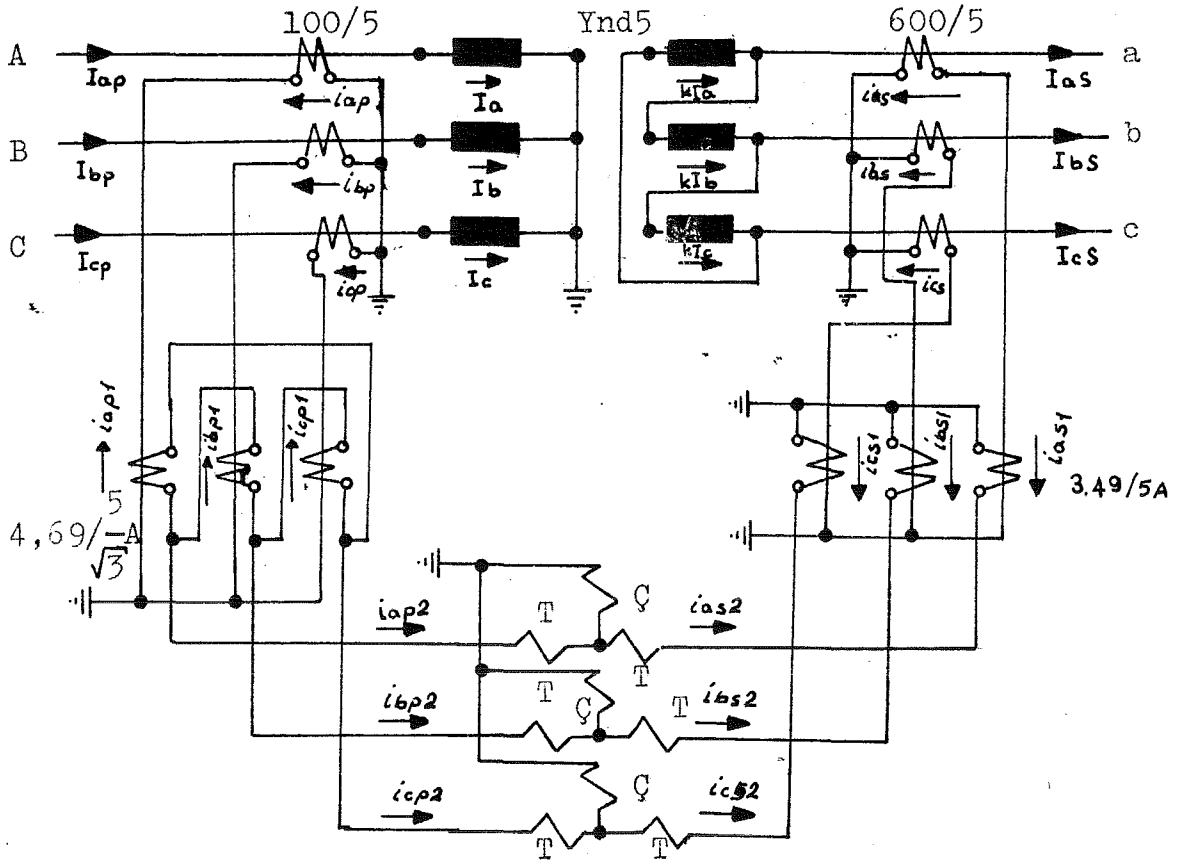
Bu akımlar gerekli faz kaydırmaları yapılmadan röleye verilir ise röle C fazının çalışacağı açıktır. Yıldız taraftaki akımlar, gerekli faz kaymasını giderecek biçimde üçgen bağlı akım trafoları üzerinden röleye verilerek bu sakınca giderilebilir. Topraklı sistemlerde diferansiyel koruma bölgesinin dışında faz-toprak kısa devrelerinde rölenin yanlışı çalışmasını önlemek için, faz kayması olmayan güç transformatörlerinde bile (YnYno) akımlar röleye üçgen bağlı akım trafoları üzerinden verilir.

2.3.6. İki ve Üç Sargılı Transformatörlerde Diferansiyel Koruma:

Aşağıda iki ve üç sargılı güç transformatörlerinin diferansiyel korumasında, akımların röleye nasıl verileceği örnekler ile incelenecektir. Her iki örnekte ana akım trafoları yıldız bağlanmış ve her iki yada üç besleme ucundan gelecek akımların genlik ve faz kaymalarının denkleştirilmesi yardımcı akım trafoları üzerinden yapılmıştır. Bu tür yardımcı akım trafoları, röle üzerinde yeterli genlik ayar olanakları olmadığından kullanılır. Daha sonra verilen şekillerde yaygın kullanılan güç trafolarının faz kaymaları ana akım trafoları üzerinde giderilmiştir. Üzerinde durulması gereken nokta, farklı bağlantı biçimlerine göre faz kaymalarının ana yada yardımcı akım trafoları üzerinden nasıl

giderildiğidir. Güç trafosu sargılarının polarite (x) işaretiyle gösterilmiştir. Akım primer sargısının (x) işaretli ucundan girer, sekonderinde (x) işaretlisinde çıkar. Akım trafolarının polariteleride aynı şekilde gösterilmiştir. Bağlantı grubu Ynd5 olan bir güç transformatoründe, primer sargılarının yıldız bağlı ve ortak ucun topraklandığı, sekonder sargının ise üçgen bağlı ve aynı faza ait sekonder hat akımlarının primerdekilerden $5.30:150^\circ$ geri olduğu anlaşılmalıdır.

Örnek: 154/34,5 kV, 25 MVA ve Ynd5 bağlantı gruplu güç transformatorünün ana ve yardımcı akım trafoları üzerinden diferansiyel korunması:



Şekil-23 154/34,5 kV, 25 MVA ve Ynd5 bağlantı gruplu güç transformatorünün diferansiyel korunması.

Transformatorün ana gücündeki akımlardan ana ve yardımcı akım trafolarının bulunması:

154 kV tarafta: $I_p : 25000/(\sqrt{3}.154) \approx \underline{93,7 \text{ A.}}$

Ana akım trafosu:100/5 A yıldız bağlı.

$i_p : (93,7/100).5 \approx \underline{4,69 \text{ A.}}$

Yardımcı akım trafosu : $4,69/(5/\sqrt{3})\text{A.}$

dönüştürme oranlı ve üçgen bağlı.

34,5 kV tarafta: $I_s : 25000/(\sqrt{3}.34,5) \approx \underline{418 \text{ A.}}$

Ana akım trafosu:600/5A ve yıldız bağlı,

$i_s : (418/600)5 \approx \underline{3,49 \text{ A.}}$

Yardımcı akım trafosu 3,49/5 A ve yıldız bağlı.

Diferansiyel rölede fark akımı doğmaması için röleye gelen her faza ait i_{p2} ve i_{s2} akımlarının eşit olması gerekir.(Şekil-23)

154 kV'da :

$$I_{ap}:93,7; I_{bp}:93,7 \underline{240^\circ}; I_{cp} :93,7 \underline{120^\circ}$$

$$i_{ap}:4,69; i_{bp}:4,69 \underline{240^\circ}; i_{cp} :4,69 \underline{120^\circ}$$

$$i_{ap1}:5/\sqrt{3}; i_{bp1}:(5/\sqrt{3}) \underline{240^\circ}; i_{cp1}:(5/\sqrt{3}) \underline{120^\circ}$$

$$i_{ap2}:i_{bp1}-i_{ap1} : 5 \underline{-150^\circ}$$

$$i_{bp2}:i_{cp1}-i_{bp1} : 5 \underline{90^\circ}$$

$$i_{cp2}:i_{ap1}-i_{cp1} : 5 \underline{-30^\circ}$$

34,5 kV'da:

$$I_{as}:418 \underline{-150^\circ}; I_{bs}:418 \underline{90^\circ}; I_{cs}:418 \underline{-30^\circ}$$

$$i_{as}:3,49 \underline{-150^\circ}; i_{bs}:3,49 \underline{90^\circ}; i_{cs}:3,49 \underline{-30^\circ}$$

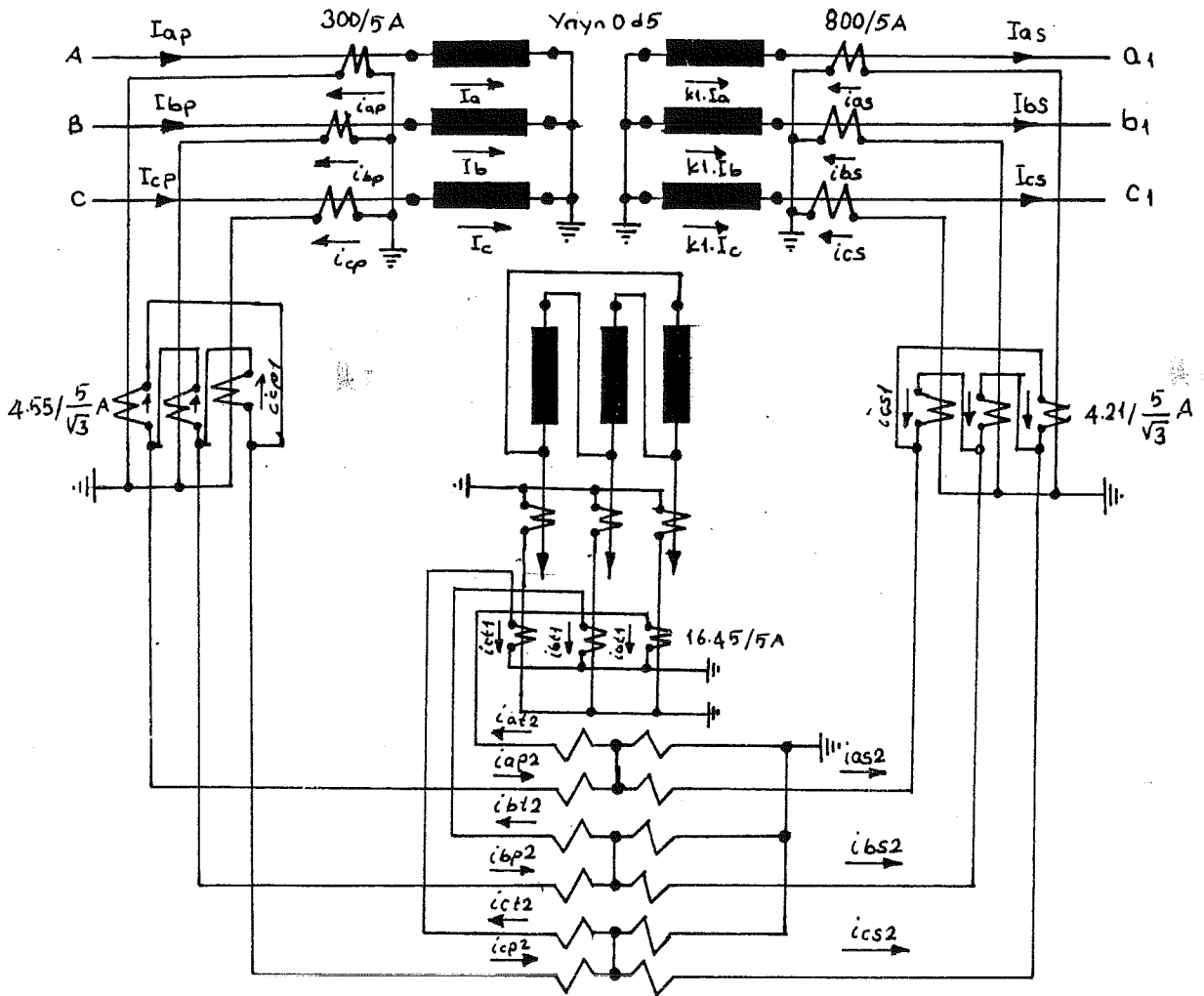
$$i_{as1}:5 \underline{-150^\circ}; i_{bs1}:5 \underline{90^\circ}; i_{cs1}:5 \underline{-30^\circ}$$

$$i_{as2}:i_{as1} : 5 \underline{-150^\circ}$$

$$i_{bs2}:i_{bs1} : 5 \underline{90^\circ}$$

$$i_{cs2}:i_{cs1} : 5 \underline{-30^\circ}$$

$i_{p2}:i_{s2}$ koşulu her faz için gerçekleştirilmiştir. Akımların faz kaymaları ve genliklerinin yardımcı akım trafolarında, iki sargılı güç transformatörleri için nasıl düzeltildiği incelendi. Şimdide üç sargılı güç transformatöründe bu işlemin nasıl gerçekleştirildiğini inceleyelim:



Şekil-24 380/154/15,8 kV,180/180/44 MVA ve Yyn0d5 bağlantı gruplu güç transformatörünün diferansiyel koruması.

380 kV 'da : $I_p : 180000 / (\sqrt{3} \cdot 380) : 273 \text{ A.}$

Ana akım trafosu : 300/5 yıldız bağlı

154 kV 'da : $I_s : 180000 / (\sqrt{3} \cdot 154) : 675 \text{ A.}$

Ana akım trafosu : 800/5 yıldız bağlı.

15,8 kV 'da : $I_t : 44000 / (\sqrt{3} \cdot 15,8) : 1610 \text{ A.}$

Ana akım trafosu : 2000/5 yıldız bağh

Transformatörün 180/180/44 MVA anma değerleri, primer, sekonder ve tersiyer sargılarının dayanabilecekleri güçleri gösterir. Yoksa, primerden 180 MVA verildiğinde, sekonderden 180 MVA ve tersiyerden 44 MVA alınacağı anlamına gelmez. Primerden 180 MVA verildiğinde, bu güç, sekonder ve tersiyer sargılarda yüklerin durumuna göre paylaşılır.

Örnek, trafoda primer 180 MVA, sekonder 150 MVA ve tersiyer 30 MVA güç dağılımı olsun. Buna göre röleye gelecek akımları ve genlik düzeltme için yardımcı akım trafoları şöyle seçilecektir.

380 kV, 180 MVA

$$I_p: 180\ 000 / (\sqrt{3} \cdot 380) : \underline{273\ A}$$

$$I_{ap}: 273; I_{bp}: 273 \underline{240^\circ}; I_{cp}: 273 \underline{120^\circ}$$

$$i_p: (273/300) \cdot 5 : \underline{4,55\ A}$$

$$i_{ap}: 4,55; i_{bp}: 4,55 \underline{240^\circ}; i_{cp}: 4,55 \underline{120^\circ}$$

Yardımcı akım trafosu: $4,55 / (5/\sqrt{3})$ dönüştürme oranlı ve üçgen bağlı

$$i_{apl}: 5/\sqrt{3}; i_{bpl}: (5/\sqrt{3}) \underline{240^\circ}; i_{cpl}: (5/\sqrt{3}) \underline{120^\circ}$$

Röleye gelen akımlar

$$i_{ap2}: i_{bpl} - i_{apl} : 5 \underline{150^\circ}$$

$$i_{bp2}: i_{cpl} - i_{bpl} : 5 \underline{90^\circ}$$

$$i_{cp2}: i_{apl} - i_{cpl} : 5 \underline{-30^\circ}$$

154 kV, 150 MVA

$$I_s: 150\ 000 / (\sqrt{3} \cdot 154) : \underline{562\ A}$$

$$I_{as}: 562; I_{bs}: 562 \underline{240^\circ}; I_{cs}: 562 \underline{120^\circ}$$

$$i_s: (562/800) \cdot 5 : \underline{3,51\ A}$$

$$i_{as}: 3,51 \underline{0^\circ}; i_{bs}: 3,51 \underline{240^\circ}; i_{cs}: 3,51 \underline{120^\circ}$$

Yardımcı akım trafosu sekonder yükün primerdekine oranından bulunabilir.

(150/180).5:4,17 A akımın röleden çıkması için,yardımcı akım trafosu,

$3,51/(4,17/\sqrt{3}):4,21/(5\sqrt{3})$ dönüştürme oranlı ve üçgen bağlı olması gerekir.

$$i_{asl}:4,17/\sqrt{3};i_{bsl}:(4,17/\sqrt{3}) \underline{240^\circ}$$

$$i_{csl}:(4,17/\sqrt{3}) \underline{120^\circ}$$

Röleden çıkan akımlar

$$i_{as2}:i_{bsl}-i_{asl}:4,17 \underline{-150^\circ}$$

$$i_{bs2}:i_{csl}-i_{bsl}:4,17 \underline{90^\circ}$$

$$i_{cs2}:i_{asl}-i_{csl}:4,17 \underline{-30^\circ}$$

15,8 kV,30 MVA

$$I_t:30\ 000/(\sqrt{3}.15,8):1095 \text{ A}$$

$$I_{at}:1095 \underline{-150^\circ};I_{bt}:1095 \underline{90^\circ};I_{ct}:1095 \underline{-30^\circ}$$

$$i_t:(1095/2000).5:2,74 \text{ A}$$

$$i_{at}:2,74 \underline{-150^\circ};i_{bt}:2,74 \underline{90^\circ};i_{ct}:2,74 \underline{-30^\circ}$$

Tesiyer yükün primerdekine oranından,

(30/180).5:0,83 A akımın röleden çıkması için,yardımcı akım trafosu

2,74/0,83:16,45/5 A dönüştürme oranlı ve yıldız bağlı olmalıdır.

$$i_{at1}:0,83 \underline{-150^\circ};i_{bt1}:0,83 \underline{90^\circ};i_{ct1}:0,83 \underline{-30^\circ}$$

Röleden çıkan akımlar,

$$i_{at2}:i_{at1} :0,83 \underline{-150^\circ}$$

$$i_{bt2}:i_{bt1} :0,83 \underline{90^\circ}$$

$$i_{ct2}:i_{ct1} :0,83 \underline{-30^\circ}$$

Böylece rölede $i_{p2}:i_{s2}:i_{t2}$ koşulu her faz için gerçekleşmiş olur.

Daha genel olarak, yardımcı akım trafolarının dönüştürme oranları aşağıdaki şekildedeki bulunabilir.

Primerden geçen güç, sekonder ve tersiyerdekilerin toplamına eşittir.

$$I_p \cdot \sqrt{3} \cdot 380 : I_s \cdot \sqrt{3} \cdot 154 : I_t \cdot \sqrt{3} \cdot 15,8 \quad (1)$$

Ana akım trafolarının çıkışındaki akımlar,

$$\begin{aligned} i_p &: (I_p/300) \cdot 5; I_p : 60 i_p \\ i_s &: (I_s/800) \cdot 5; I_s : 160 i_p \\ i_t &: (I_t/2000) \cdot 5; I_t : 400 i_t \end{aligned} \quad (2)$$

Primere ait yardımcı akım trafosu hemen saptanabilir. Trafonun anma gücünde röleye 5 A verilecektir. (Rölelerin çalışma akımları 1 yada 5 Amperdir) ve akım trafosu sargıları üçgen olacaktır.

$$180 \text{ MVA'de } I_p : 273 \text{ A}; i_p : (273/60) : \underline{\underline{4,55 \text{ A}}}$$

$i_{2p} : 5 \text{ A}$ olması için akım trafosu $4,55 / (5/\sqrt{3})$ dönüştürme oranlı ve üçgen bağlı olmalıdır. Yardımcı akım trafolarında sekondere ait olan üçgen, tersiyerinki ise yıldız bağlı ve bunların bağlantı biçimleri güç trafosundan gelen faz kaymasını giderecek şekilde olacaktır.

Elimizdeki bir diğer bağıntı ise, rölenin normal çalışmada dengede olması gereğidir.

$$\begin{aligned} i_{2p} &: i_{2s} + i_{2t} \\ i_{2p} &: 5 \text{ A} \\ i_{2s} &: (i_s \cdot \sqrt{3})/x \quad (\text{üçgen bağlı}) \\ i_{2t} &: i_t/y \quad (\text{yıldız bağlı}) \end{aligned}$$

x ve y sekonder tersiyerdeki yardımcı akım trafolarının dönüştürme oranlarıdır (sargılar arası)

$$5 : (i_s \cdot \sqrt{3})/x + i_t/y \quad (3)$$

(1) no'lu denklemde (2) deki değerleri yerine koyarsak ve $i_p : 4,55 \text{ A}$ alırsak,

$$60.380.4,55: 160.154.i_s + 400.15,8 i_t \quad (4)$$

$$5:(i_s \cdot \sqrt{3})/1,46 + (i_t/3.28)$$

(3) ve (4) no'lu denklemler yardımı ile yardımcı akım trafolarının dönüştürme oranlarını bulabiliriz.

$$x : 1,46:4,21/(5/\sqrt{3})A$$

$$y : 3,28:16,45/5 A$$

Çok daha kolay pratik bir yöntemde, önce primerdeki yardımcı akım trafosu primerinin anma gücünde röleye 5 A verecek şekilde bulunur. Daha sonra sekonder anma gücünde, tersiyer sıfır yükte alınarak sekonderin yardımcı akım trafosu bulunur, tersiyer için de aynı yöntem uygulanır.

1- 380 kV'da 180 MVA

$$I_p : 273 A; i_p : (273/60) : 4,55$$

Röleye 5 A vermek için yardımcı akım trafosu $4,55/(5/\sqrt{3}) A$ dönüştürme oranlı ve üçgen bağlıdır.

2- 380 kV ve 154 kV'da 180 MVA, 15,8 kV boşa bu durumda rölenin dengelenmesi gerekir.

$I_s : 675 A; i_s : 675/160 : 4,21 A$; 180 MVA'da 380 kV'dan röleye gelen akım 5 A'dır, dengeleme için 154 kV'dan da 5 A çıkması gerekir. Bunun içinde yardımcı akım trafosu $4,21/(5/\sqrt{3}) A$ dönüştürme oranlı ve üçgen olmalıdır.

3- 380 kV ve 15,8 kV'da 44 MVA, 154 kV boşa

Bu güçte primer ve tersiyerdeki akımlar,

$$I_p : 44 000/(\sqrt{3}.380) : 66,9 A; i_p : 66,8/60 : \underline{\underline{1,113 A}}$$

$$i_{2p} : (1,113/4,55).5 : \underline{\underline{1,223 A}}$$

$$i_t : 1610 A; i_t : 1610/400 : \underline{\underline{4,02 A}}$$

Rölenin dengelenebilmesi için tersiyer taraftan 1,225 A akımın çıkması, bunun için de, yardımcı akım trafosunun $16,45/5A$ $\{[(4,02/16,45).5 : 1,233]\}$

2.3.7. Akım Trafoları:

Diferansiyel rölenin doğru ölçüm yapabilmesi, kendi yapısının duyarlılığı kadar, akım trafolarının sistemdeki akımları

röleye ne derecede doğru aktardığına da bağlıdır. Tüm komuta ve ölçme işlemlerinde, gerçek sistem koşullarının saptanmasından doğan yanlışlıklar çoğunlukla ölçü trafolarından ve özellikle akım trafolarından gelmektedir. Akım trafolarının doğruluk sınıflarına bağlı dönüştürme oran hataları ve giriş-çıkış akımlarının faz kaymaları ölçü hatalarının başlıcalarıdır.

Her iki yada üç uçtaki akım trafolarının farklı değerlerde doyması ve zaman sabitelerinin farklılığı, korunan bölgelerin dışındaki kısa devrelerde çalıştırma (fark) akımının büyümesine ve rölenin yanlış çalışmasına yol açabilir. Bağlantı iletken uzunluklarının eşitsizliği, yalnızca bir tarafta yardımcı akım trafolarının kullanılması, diğer röle ve ölçü aygıtlarının akım trafolarını ayrıca yüklemesi ve farklı ana akım trafolarının kullanılması (aşırı akım çarpanı, dönüştürme oranı ve yükleme farklılığı) fark akımlarını artırıcı yöndedir.

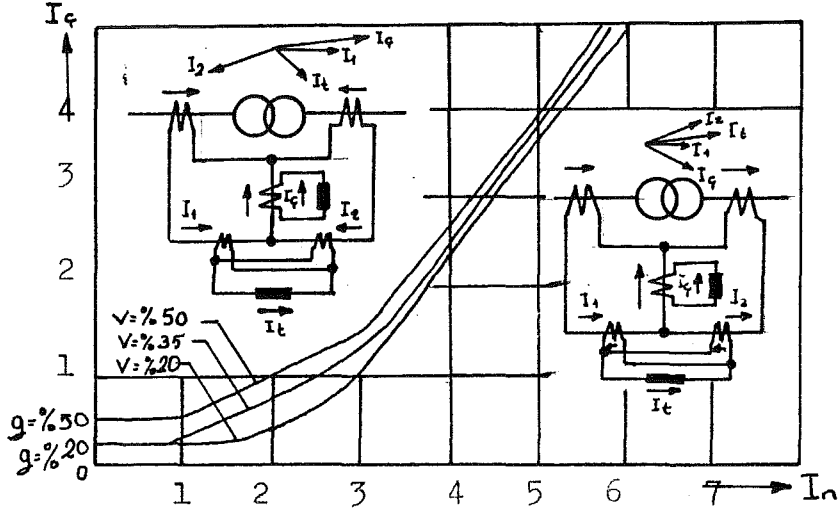
2,3.8. Röle Ayarı:

Diferansiyel koruma rölelerinde, taban ayarı (basic setting) (%g), çalışma oran ayarı (pick-up ratio setting) (%V) diye anılan iki tür ayar olanağı vardır. Daha öncede belirttiğimiz gibi diferansiyel rölenin ölçü ögesine iki tür akım verilir, biri çalıştırıcı, diğeri tutucu yön ve görevdedir. Çalışma oranı, rölenin çalıştırma akımının (fark akımı) tutucu akımına oranıdır. Bu akımlar rölenin anma akımına göre tanımlanabilir. (bizde 5 A) Diferansiyel rölenin çalışma eğrisi üç bölgeden oluşur. Şekil-25

1. Rölenin tutucu akımından bağımsız çalıştığı bölge, bu bölgede röle aşırı akım ilkesi ile çalışır ve rölenin çalışması taban ayarıyla belirlenir. Bu ayar özellikle güç transformatörünün mıknatıslama akımına göre yapılır. Rölenin çalışmasında tutucu akımın etkisi yoktur.

2. Tutuculuğu ayarlanabilen bölge: Rölenin çalışması taban ve çalışma oranı ayarları ile belirlenir.

3. Sabit tutucu değerli bölge: Rölenin taban ayarı, trafo mıknatıslama akımının en büyük değerine göre seçilir. Kademe değiştiricili transformatörde akım eşdeğerleme yalnız bir kade- me için yapıldığından, diğer kademelerde fark akımının röleyi çalıştırması, çalışma oranının artırılmasıyla önlenemez.

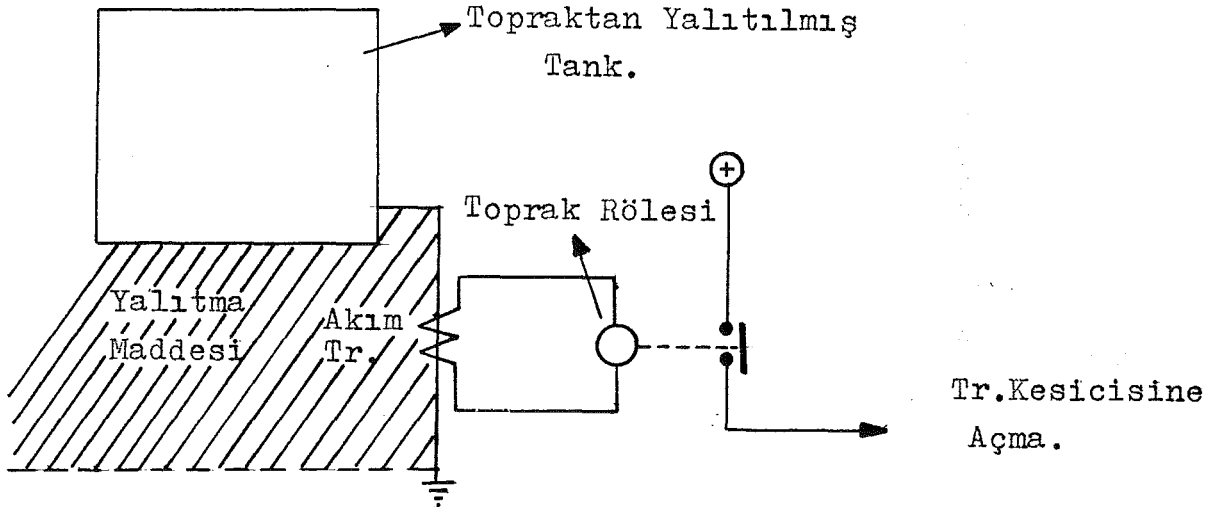


- I_n : Rölenin anma akımı,
 I_t : Tutucu akım,
 $I_ç$: Çalıştırıcı akım.
 g : Taban ayarı.
 V : Çalışma oranı

Şekil-25 Diferansiyel röle çalışma eğrisi.

2.4. Tank Koruma:

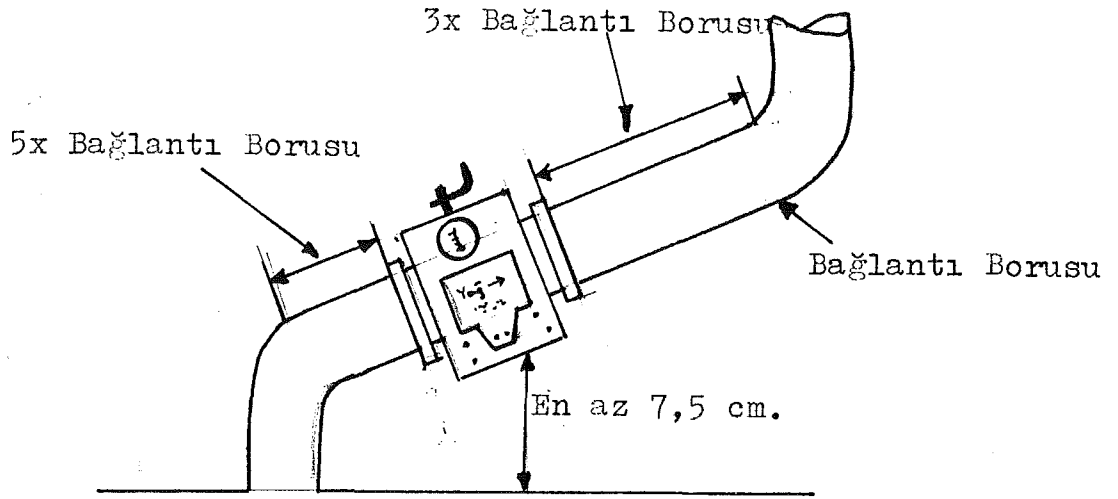
Howard koruması olarakta adlandırılır. Transformator tankı topraktan yalıtılmış ise, tank ve toprak arasına bağlı bir akım transformatorünün sekonderinden alınan akımla beslenen toprak rölesi ile toprak koruma oluşturulur. Sargılardan yada dıştan tanka bir atlama olduğunda akım yolu, akım trafosunun primerinden olacak ve röle çalışacaktır. Şekil-26



Şekil-26 Tank Koruma Devresi.

2.5. Buchholz Koruma:

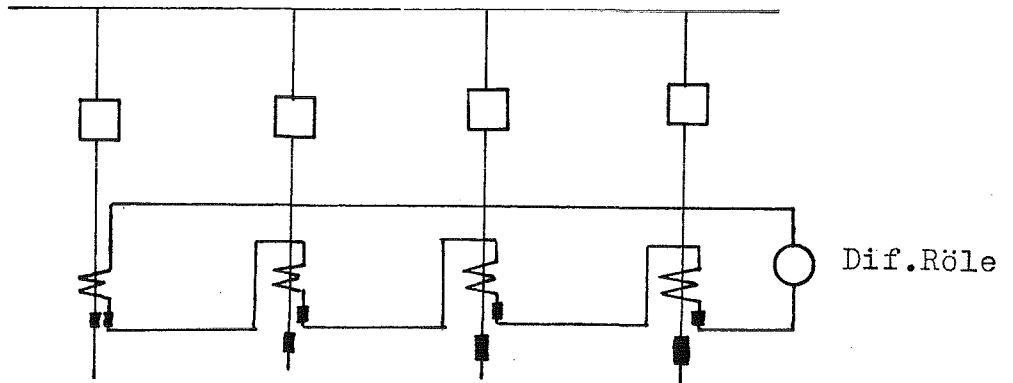
Güç transformatörlerinde yağ içinde oluşan her arıza lokal bir ısınma ve yağın bozulmasına neden olur. Ark sırasında yağ özelliğini kaybetmesi sonucu hidrojen, karbon monoksit ve hidrokarbonlar oluşur. Küçük arızalarda gaz yavaş oluşur ve rezervuara doğru kaçar. Büyük arızalarda gaz ve buhar büyük oranda oluştuğundan, basınç sonucu yağ kendisi rezervuara doğru ani olarak hareket eder. Buchholz rölesi Şekil-27'de görüldüğü gibi rezervuar ile güç transformatörü arasında yerleştirilir. Gaz ve yağ rezervuara çıkmak isterken Buchholz rölesi içinde paletlere çarpıp, kesici açma yolu üzerindeki kontakların kapanmasını sağlar. Rezervuarı olan her güç trafosuna Buchholz rölesi takılır. Yük altında kademe değiştirme ayrı bir tank içinde ise burayada bir Buchholz rölesi konur. Basit ve ucuz olmaları yanında dahili arızalara karşı çok duyarlıdır.



Şekil-27 Buchholz rölesinin bağlanması

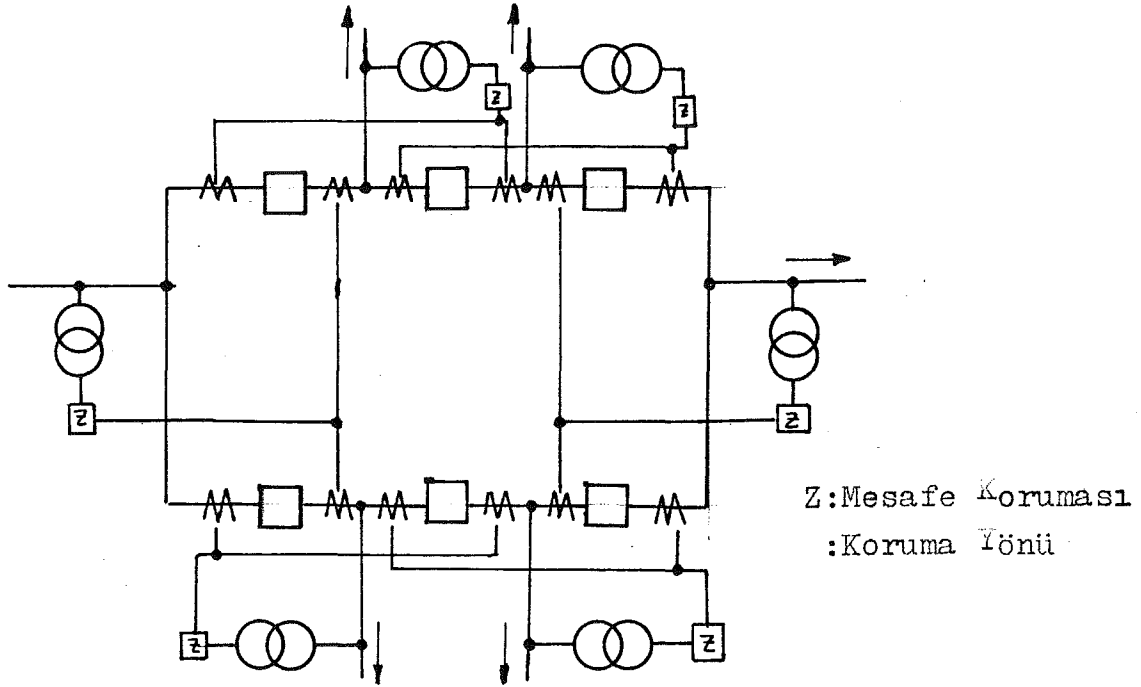
2.6. Bara Korumaları:

Baralarda yapıllışları nedeniyle arıza olasılığı çok azdır. Ancak arızalarda çok sayıda kaynak tarafından beslendikleri için akan akımlar çok büyük olur ve iyi korunmaları gerekir.

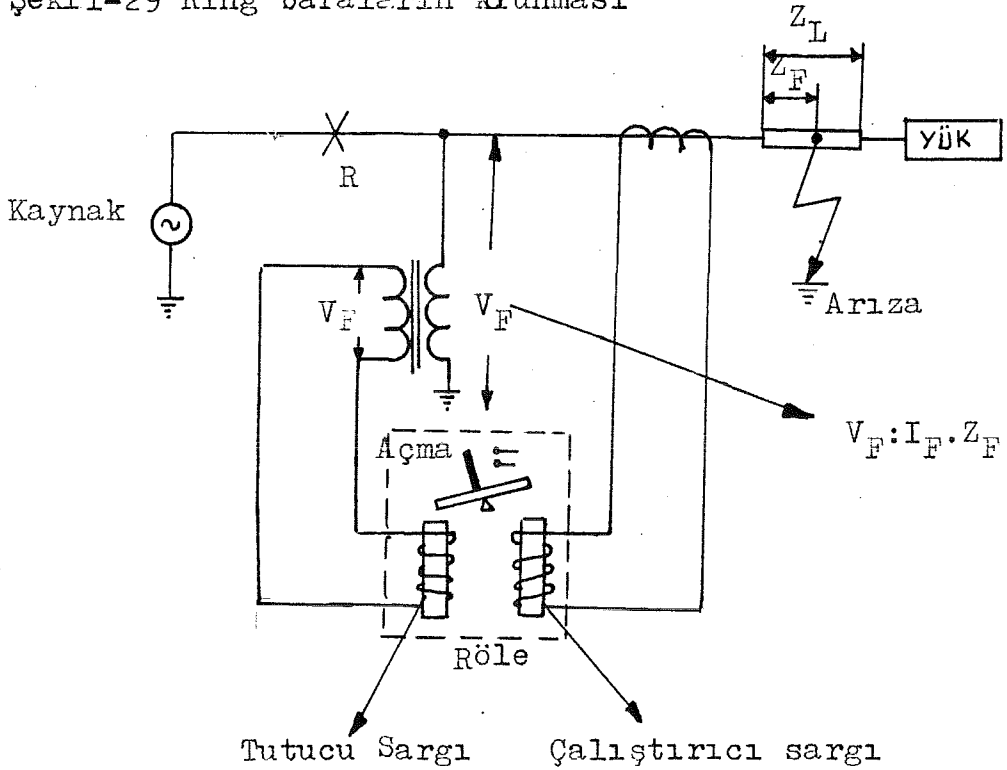


Şekil-28 Bara diferansiyel koruması

Bara koruma daha çok diferansiyel rölelerle yapılır. Bara yakınındaki dış arızalarda akım transformatörlerinin doymaya gitme olasılığından hava çekirdekli akım transformatörleri geliştirilmiştir. Bu tür akım transformatörlerinde doyma söz konusu değildir. Şekil-28



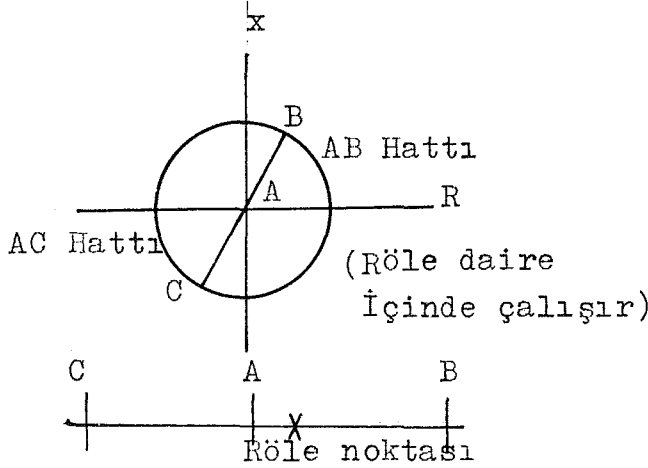
Şekil-29 Ring baraların kırımması



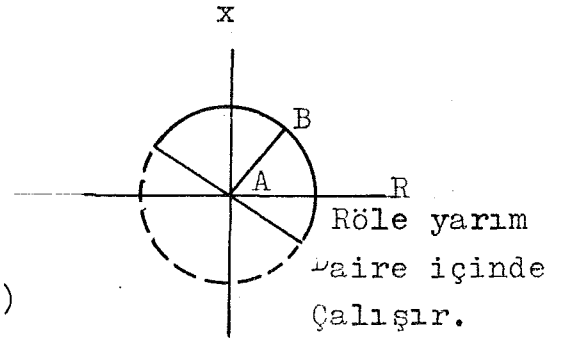
Şekil-30 Terazi kollu basit bir empedans rölesi

Baralar tek bara, çift bara, $1\frac{1}{2}$ kesicili bara yada ring bara şeklinde yapılırlar. Her birinin birbirlerine göre üstün tarafları vardır. Özellikle bazıları kullanım açısından mükemmel olmasına karşın, fazla yatırım gerektirirler.

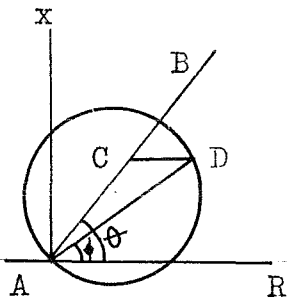
Aşağıdaki şekillerde değişik röle karakteristikleri görülmektedir.



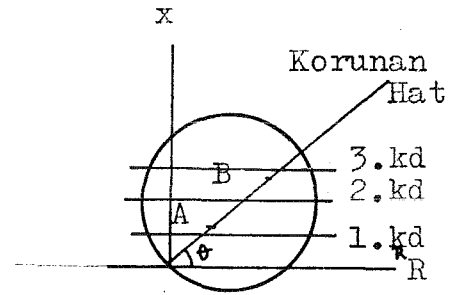
Şekil-31 Empedans rölesi karakteristiği



Şekil-32 Birleştirilmiş yön ve empedans rölesi.



AB:Korunan Hat
CD:Ark direnci
 ϕ :Röle karakteristik açısı
 θ :Hat açısı



OA: Birinci hat parçası.
AB: İkinci hat parçası
 θ : Hat açısı

Şekil-33 Mho röle karakteristiği

Şekil-34 Reaktans röle karakteristiği.

2.7. Hat Korumaları:

Enerji nakil hatlarının koruma devrelerinde yönlü yada yönsüz aşırı akım röleleri kullanılsa da enerji nakil hatlarının en mükemmel şekilde korunması mesafe röleleri ile yapılır. Mesafe rölelerinin yanındakullanılan diğer röleler ancak korumaya artçılık etmesi amacı ile kullanılırlar.

2.7.1. Mesafe Röleleri:

İletim hattının empedansı uzunluğu ile orantılı olduğundan, belirli bir noktadan mesafe ölçümü, o noktaya konan bir röle ile empedansı ölçmekle yapılabilir. Böyle çalışan bir röle mesafe rölesi olarak adlandırılır ve röle noktası ile seçilen nokta arasında oluşan arızalarda çalışacak şekilde tasarımlanır. Ölçmede temel ilke röle noktasında gerilim ve akım oranlayarak arıza noktasına kadar olan empedansın saptanmasıdır. Şekil-30'da bu oranlamanın nasıl yapıldığı basit bir biçimde gösterilmiştir. Gerçekte mesafe röleleri yönlü, kademeli ve hızlı çalışırlar. Son zamanlarda 20-30 ms. de çalışan röleler çokca kullanılmaktadır. Değişik türde yapılan mesafe röleleri vardır. Empedans rölesi, Mho rölesi, reaktans rölesi, ofset mho vb.

2.7.2. Röle Performansı:

Röle performansı rölenin doğru çalışması ve çalışma zamanıyla tanımlanır. Rölenin doğru çalışması alanın niceliklerine bağlıdır. Röle tasarımına bağımlı olarak, röleye verilen gerilim belirli bir değer altına düşerse, rölenin önceden belirtilen doğruluk sınıfı sağlanamaz. Çalışma zamanı arıza noktasına ve giriş akımına bağlı olarak değişir. Dolayısıyla röle performansı ile ilgili olarak önceden, gerilime karşılık doğruluk ve sistem empedansının hat empedansına oranına (Z_S/Z_L) karşılık çalışma zamanı eğrilerinin verilmesi gerekir.

Röle gerilimi ve Z_S/Z_L arasındaki bağıntı:

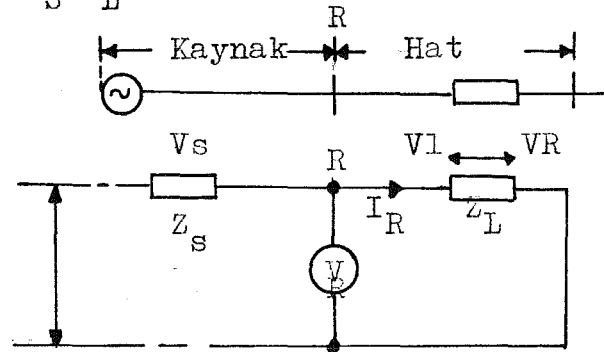
Şekil-35'de üç fazlı bir sistemin tek hat şeması görülmektedir. V sistem gerilimi, Z_S ise sistem empedansdır. V_R ve I_R röle gerilimi ve akımı, Z_L ise hat empedansdır. V_R röle gerilimi aşağıda görüldüğü gibi Z_S/Z_L ile ifade edilebilir.

$$V_R : I_R \cdot Z_L$$

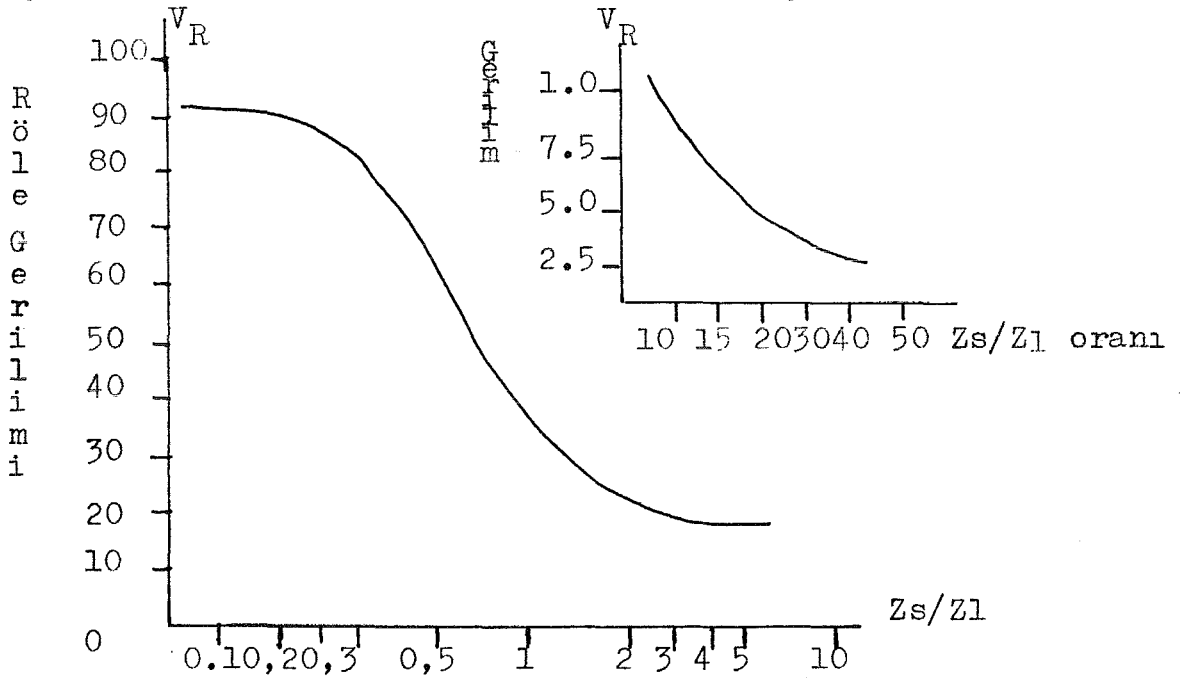
$$I_R : \frac{V}{Z_S + Z_L}$$

$$V_R : \frac{Z_L}{Z_S + Z_L} V$$

$$V_R : \frac{V}{(Z_S/Z_L) + 1}$$



Şekil-34 Üç fazlı bir sistemin tek hat şeması.



Şekil-35 Röle geriliminin, sistem empedansının hat empedansına oranına karşılık değişme eğrisi.

V_R ve Z_S/Z_L arasında Şekil-35'de görülen bağıntı bazı noktalara dikkat edilmesi koşulu ile bütün arıza tipleri için geçerlidir. Bunlar;

- i) Faz arızaları için, V faz-faz arası gerilim, Z_S/Z_L ise pozitif bileşen değeridir.

$$V_R = \frac{V_A}{(Z_{S1}/Z_{L1}) - 1}$$

- ii) Toprak arızaları için, V faz nötr gerilimi, Z_S ve Z_L ise aşağıda görüldüğü gibi pozitif ve sıfır bileşen değerlerinden oluşur.

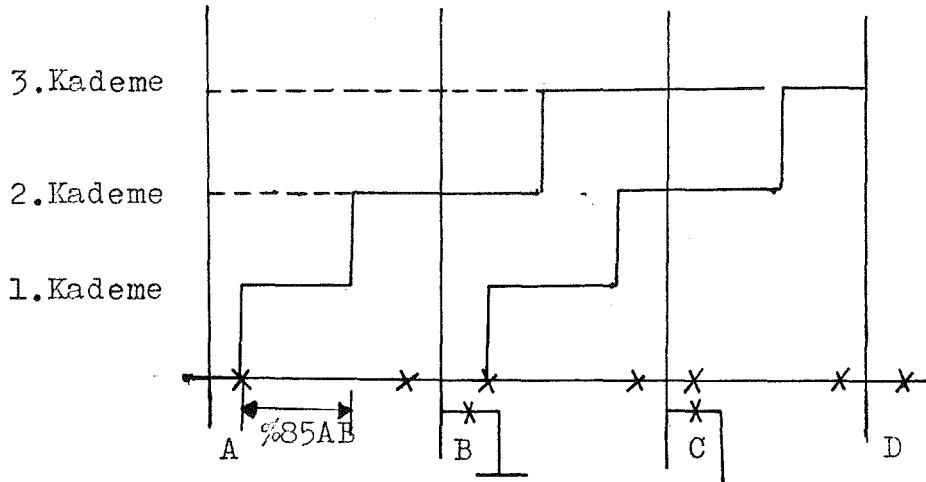
$$V_R = \frac{V_L}{(Z_S/Z_L) - 1} \quad \begin{array}{l} Z_S: 2Z_{S1} \quad Z_{S0} \\ Z_L: 2Z_{L1} \quad Z_{L0} \end{array}$$

2.7.3. Rölenin Hatlara uygulanması:

Röle I, kademede en hızlı şekilde çalışır ve koruduğu hattın % 85 'ine ayar edilir. Aslında amaç hattın tümünü 1. kademede korumak olmalıdır, ancak röle hiç bir zaman hattın % 100 üne ayarlanamaz. Aradaki ölçü transformatörleri ve röle hatasından gelecek yanılma ile korunan hattın ötesine kolaylıkla geçilebilir. Röle ile birlikte kuranportör kullanılarak bu eksiklik giderilebilir.

II. kademede çalışma 0.7 sn kadar geciktirilir. Bu kademede I. kademe korunamayan bölüm ile komşu hattın yaklaşık % 50'si korunur. Gerçekte komşu hat kendi rölesi ile korumur, ancak bu röle I. kademede çalışmadığı takdirde II. kademede adı geçen ilk röle çalışır. Burada rölenin ikinci kademesinin, komşu hatta ait mesafe rölesinin birinci kademe koruma bölgesini aşmamasına dikkat edilmesi gerekir.

III. kademede çalışma zamanı 1,5 sn'dir ve ikinci kademe noktasından sonra bütün kesicilere artçı koruma görevi yapar. Bu durum ile ilgili uygulama Şekil-36'da görülmektedir.



Şekil-36 Mesafe rölesi koruma uygulaması.

2.7.4. Mesafe Rölelerinin Kademe Empedanslarının Hesaplanması:

I. kademe daha önce söylendiği gibi korunan hat empedansının % 85'ine ayar edilir. II. ve III. kademe empedans değerlerine de dikkat edilmesi gerekir. Şöyleki; II kademe ayar Şekil-37'de görülen sistem için $Z_{AB} + 0,5 \cdot Z_{BC}$ alındığında hatalı bir işlem yapılmış olur. (1) noktasındaki arıza için Röle noktasındaki gerilim;

$$V_R = Z_{AB} \cdot i_1 + (i_1 + i_2) \cdot 0,5 \cdot Z_{BC} \text{ olur.}$$

Röle noktasından görülen empedans ise,

$$Z_R = \frac{V_R}{I_1} = Z_{AB} + 0,5 \cdot \frac{(I_1 + I_2)}{I_1} \cdot Z_{BC} \text{ 'dir.}$$

Görüldüğü gibi $0,5 \cdot Z_{BC} \cdot \left(\frac{I_1 + I_2}{I_1}\right)$ katsayısı ile çarpılmakta ve bu katsayı oranında I_1 büyümektedir. (Infeed katsayısı) Aynı durum III. kademe içinde geçerlidir. (2) nolu noktada arıza verilip katsayı hesaplanabilir. Mesafe röleleri sisteme bağlı akım ve gerilim transformatörlerinin sekonderlerinden beslenirler. Bu nedenle primerde hesaplanan empedans değerleri sekondere aktarılır.

ATO: Akım trafosu,

Z_P : Primer empedans,

GTO: Gerilim transformatör oranı, Z_S : Sekonder empedans,

Bu durumda,

$$Z_S = Z_P \cdot \frac{ATO}{GTO} \text{ olur.}$$

2.7.5. Mesafe Rölelerinin Kuranportörlerle Birlikte Kullanılması:

Daha öncede belirtildiği gibi röle korunan hattın % 100 üne ayarlanamaz. En küçük hatadan dolayı ya % 100 ün altına düşer yada üstüne çıkarak komşu hattın I kademesi içine girer ve komşu hatta oluşan arızada yanlış açmaya neden olur. I. kademe % 85'e ayarlandığı takdirde ise ikinci kademeye kalan % 15'lik bölümde arıza olduğunda hat parçasının bir ucundaki röle I. kademede, diğer ucundaki ise II. kademede çalışacaktır. Kesiciler tekrar koruma düzeni ile donatılmış ise bu durumda başarılı bir tekrar kapama yapılamaz. Bu sakıncalı durum röle kuranportörü kullanılarak önlenir. Röle kuranportör kullanma mantığı değişik biçimlerde uygulanabilir. Aşağıda hızlandırma ve kilitleme yöntemleri kısaca açıklanmıştır.

I. Hızlandırma Yöntemi:

Bu yöntemde arızayı I. kademesinde gören röle, karşı uçtaki röleye kuranportör yardımıyla hızlandırma sinyali gönderir. Sinyal karşı uçtaki alıcı kuranportör tarafından alınır ve röleye iletilir. Sinyali alan karşı uç rölesi arızayı II. kademesinde görmüş olsa bile ikinci kademe zamanını beklemeden açar.

II. Kilitleme Yöntemi:

Bu yöntemde ise arızayı önünde gören röle, ikinci kademede olsa bile, karşıdan kitleme sinyali gelmediği takdirde çalışıp açma komutu verir. Arıza komşu hatta ise karşıdan kitleme sinyali gelecek yanlış açma önlenecektir.

2.8. Mesafe Koruması.

Elektrik enerjisi ihtiyacının çoğalmasına paralel olarak artan şebeke kısa devre güçleri şebeke koruma düzenlerinden beklenen seçicilik, hızlı çalışma, güvenilirlik veyedek koruma gibi özelliklerin önemini artırmıştır. Bu özellikleri optimum şekilde sağlayan mesafe koruma röleleri, bugün birçok Avrupa memleketlerinde olduğu gibi memleketimizde de, bilhassa orta ve yüksek gerilim şebekelerinde ana koruma görevini üstlenmişlerdir.

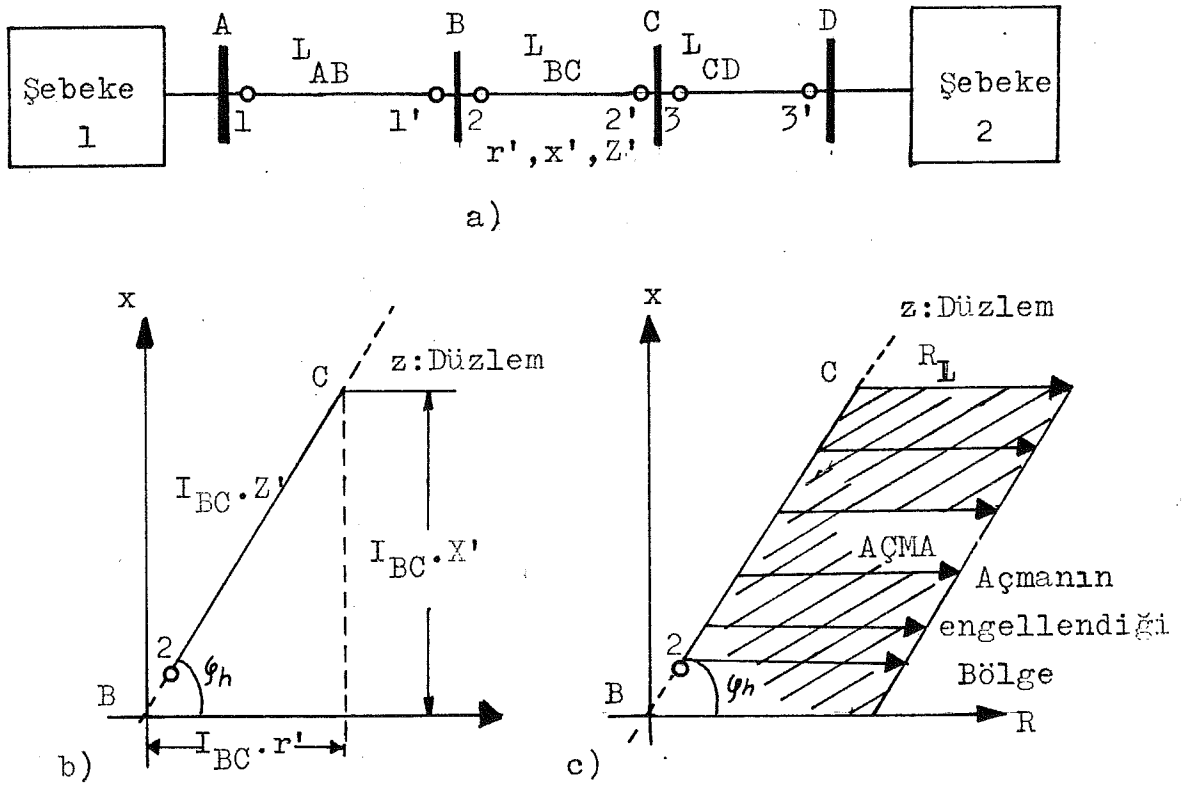
Mesafe korumasının teorisi, bir hattın başında ölçülen $\frac{U_{ölçü}}{I_{ölçü}}$ gerilim büyüklüğünün akım büyüklüğüne oranının hata yeriyle orantılı bir empedansa eşit olduğu düşüncesine dayanır. Ölçü noktası ile hata yeri arasında bir ara besleme yoksa, arksız kısa devrelerde ölçülen bu empedans, hatanın ölçü noktasına uzaklığı ile doğru orantılı olduğundan bu koruma yöntemine mesafe koruması adı verilmiştir.

2.8.1. Mesafe korumasında kullanılan açma karakteristikleri:

Mesafe korumasında elde edilen ölçü büyüklüğü, rölenin bağlı bulunduğu hat başındaki ölçü noktası ile hat üzerindeki hata yeri arasında bulunan mesafeyle orantılı bir empedans değeri olduğuna göre, bir mesafe rölesinin açma karakteristiği kompleks empedans düzleminde incelenebilir. Üzerinde A, B, C, D istasyonları bulunan bir hattın. (Şekil-37a) örneğinin BC istasyonları arasındaki empedans Şekil-37b'deki gibi z empedans düzlemi gösterilebilir. BC hat parçası üzerindeki kısa devrede, B barasından hatta doğru akacak kısa devre akımlarını kesmekle görevli olan 2. rölesinin açma karakteristiği, metalik kısa devrelerde, BC hat parçasının empedansını belirleyen Şekil-37b 'deki doğru şekilde olmalıdır. Ancak arklı kısa devrelerde, bir direnç etkisi gösteren ark empedansında hattın empedansına vektörel olarak toplanacağından, seçilen ölçü büyüklükleri ile bu toplam empedans ölçülmüş olur. Dolayısı ile 2 rölesinin açma karakteristiği en ideal halde Şekil-37c'de gösterilen paralel kenar şeklinde olmalıdır. Ölçülen empedans değeri paralel kenarın içinde ise röle hemen açma kumandası vermeli, paralel kenarın dışında kalan empedans değerlerinde açma işlemi ya geciktirilmeli veya engellenmelidir.

Elektromekanik olarak gerçekleştirilen ilk mesafe rölelerinde ancak dairesil açma karakteristikleri kolaylıkla gerçekleştirilebilmiş ve ideal karakteristiğe yaklaşabilmek amacı ile merkezdeki empedans dairesi kaydırılarak karma empedans, konduktans ve MHO daireleri olarak adlandırılan açma karakteristikleri elde edilmiştir. Şekil-38a, b, c, d. Mesafe rölelerinin açma karakteristikleri günümüzde ideale en yakın olan elektronik sayesinde

sayesinde gerçekleştirilen ve örneğin Siemens firmasının 7 SL serisi rölelerinde kullanılan poligonol karakteristik ile sağlana bilmektedir.(Şekil-38e)



Şekil-37 Hat empedansının z düzleminde gösterilişi.

a) Örnek şebeke parçası.

b) BC hat empedansını z düzleminde gösterilişi.

c) Mesafe rölesinin ideal açma karakteristiği.

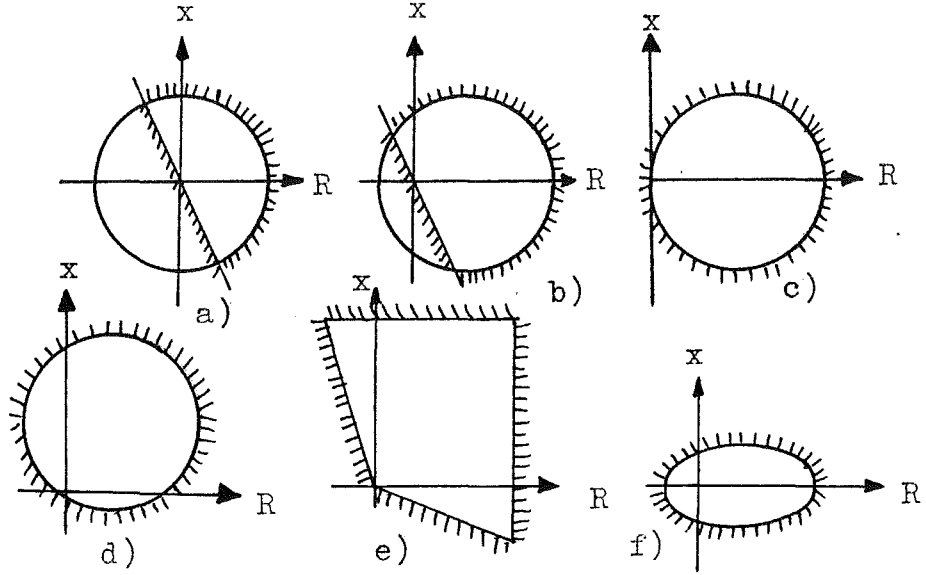
x' hattının birim uzunluk başına reaktansı,

r' hattın birim uzunluk başına direnci,

z' hattın birim uzunluk başına empedansı,

l hat parçasının uzunluğu.

Şekil-38f'de yüksek geçiş dirençli hataların sık görüldüğü şebekelerde kullanılan ve elektromekanik rölelerle gerçekleştirilen eliptik açma karakteristiği gösterilmiştir. Bu gün elektronik rölelerle dairesel ve poligonol karakteristiklerin birleştirilmesi ile ideale en yakın açma karakteristiklerinin elde edilmesi mümkün olmaktadır.



Şekil-38 Mesafe rölelerinin açma karakteristikleri.

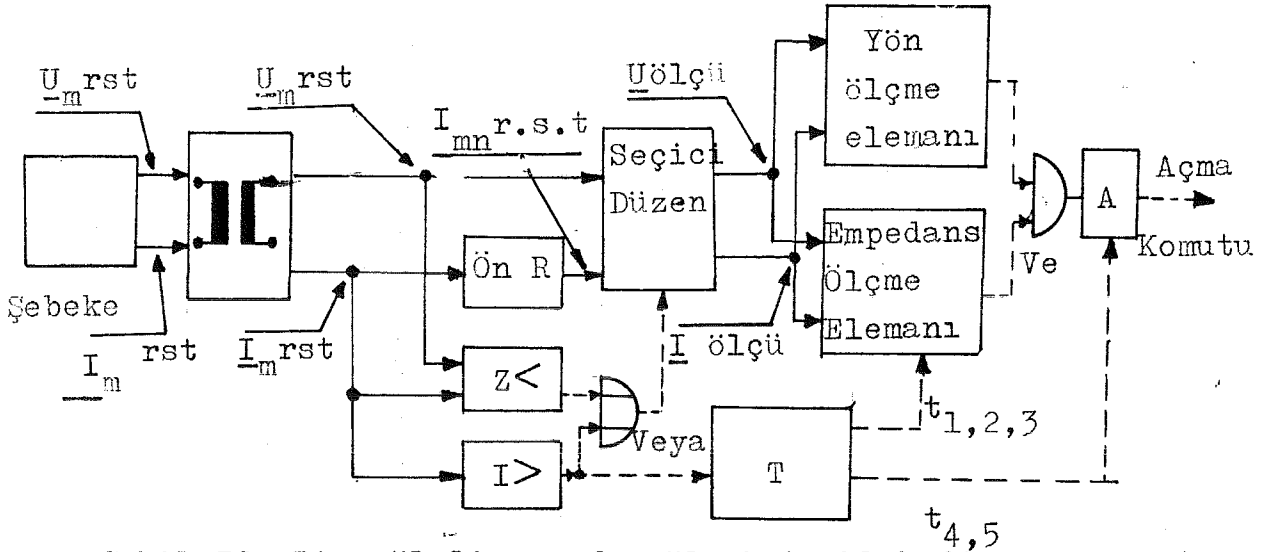
- a) Empedans dairesi (Yön elemanları ile birlikte)
- b) Karma empedans dairesi (Yön elemanları ile)
- c) Konduktans dairesi.
- d) MHO dairesi.
- e) Poligonal karakteristik.
- f) Eliptik açma karakteristiği.

2.8.2. Mesafe Rölelerinin Yapısı:

Mesafe rölesi çeşitli ölçü elemanlarının bir araya getirilmesi ile oluşan bir koruma düzenidir. Bir röleli mesafe rölesinin blok şeması ve bloklar arasındaki işaret akışı Şekil-39'da gösterilmiştir. Bir röleli mesafe rölesi, bütün hata çeşidine uygun $U_{ölçü}$ ve $I_{ölçü}$ büyüklükleri bir seçici düzen tarafından seçilerek empedans ve yön ölçme elemanlarına uygulanır. Bu seçme işlemi sırasında geçecek zamanın açma işlemini geciktireceği aşikardır. Açma süresinin mümkün olduğu kadar kısaltılabilmesi ama cı ile bilhassa çok yüksek gerilim şebekesinde çok röleli mesafe röleleri kullanılır. Örneğin yıldız noktası yalıtılmış şebekelerde, 1 kutuplu toprak hatalarının olmayacağı varsayımı ile sadece çok kutuplu kısa devrelere karşı üç röleli sistemler yıldız noktası direkt topraklı şebekelerde ise altı röleli sistemler kullanılmaktadır. Çok sistemli rölelerde her bir sistem

belli bir hata çeşidini gözlemekte, dolayısıyla bu hata çeşidine mahsus ölçü büyüklüklerine doğrudan doğruya bağlı bulunmaktır. Koruma düzeni olarak oldukça pahalıya mal olan çok röleli mesafe rölesi ancak çok önemli şebeke parçalarının korunmasında kullanılabilir.

Şekil-39'da görüldüğü gibi şebekedeki m barasından çıkan bir "mn" hat parçasının başında bağlı bulunan mesafe rölesinin uyarma elemanlarına, bu baradaki U_m r,s,t ve I_{mn} r,s,t şeklinde küçültülerek uygulanmaktadır. Aşırı akım ($I >$) veya düşük empedans ($Z <$) rölelerinden oluşan uyarma elemanları, bu gerilim ve akım büyüklüklerini sürekli olarak gözlemekte ve anormal değişikliklerin ortaya çıkması halinde hem hatanın meydana geldiğini, hemde çeşidini tespit ederek seçici düzeni ve zaman rölesini uyarmaktadır.



Şekil-39 Bir röleli mesafe rölesinin blok diagramı.

—► Ölçü büyüklükleri.

--► Kumanda büyüklükleri.

Bir fiziksel sistemde sadece aynı boyuttan olan büyüklükler işleme tabi tutulabileceği için, hem hem ~~hem~~ bütün mesafe rölelerinde kısa devre akımları, bir ön direnç üzerinden geçirilerek bu akımlar ile orantılı gerilim değerleri elde

edilmektedir. ($\sim \underline{I}_{mn}$ r,s,t). Seçici düzen bir röleli mesafe rölelerinde hata çeşidine uygun gerilim ve akım büyüklüklerini seçerek empedans ve yön ölçme elemanlarına uygulanan kısım dır. Örneğin R ve S iletkenleri arasında meydana gelen bir iki kutuplu kısa devrede $\underline{U}_{ölçü}$ büyüklüğü olarak R ve S iletkenlerinden geçen I_{RS} faz arası akımının seçilmesi gerekmekte iken, bir l kutuplu toprak kısa devresinde ölçü büyüklükleri hatalı iletkenin faz gerilimi ile o iletkenden geçen faz akımı ve topraktan geçen toprak akımının belli bir katının toplamı olarak seçilmek zorundadır. Zira ancak bu büyüklüklerin oranlanması halinde hata yerinin uzaklığı ile doğru orantılı olan empedans değerleri elde edilir.

Empedans ve yön ölçme elemanları bir mesafe rölesinin ana ölçme elemanlarıdır. Bunlar vasıtası ile Şekil-38'de gösterilen açma karakteristikleri elde edilebilir. Aslında yön ölçme elemanı da bir empedans ölçme elemanı olup sadece açma karakteristiği bakımından farklılık gösterir. Bütün mesafe rölelerinde empedans veya yön ölçme elemanlarına uygulanan $\underline{U}_{ölçü}$ ve $\underline{I}_{ölçü}$ büyüklükleri ile

$$\underline{S}_1: k_1 \cdot \underline{U}_{ölçü} + k_2 \cdot \underline{I}_{ölçü}$$

$$\underline{S}_2: k_3 \cdot \underline{U}_{ölçü} + k_4 \cdot \underline{I}_{ölçü}$$

büyükükleri elde edilmektedir. Kompleks büyüklükler olan \underline{S}_1 ve \underline{S}_2 nin mutlak değerlerini karşılaştıran ölçme yöntemine göre mutlak değer karşılaştırması (elektromekanik röleler), faz açılarını karşılaştıran yöntem ise faz karşılaştırması yöntemi (elektronik röleler) adı verilmektedir.

Empedans ölçme yöntemi olarak bugün geliştirilmekte ve denenmekte olan diğer bir yöntem dijital ölçme yöntemidir. Ancak memleketimizde daha elektromekanik rölelerden elektronik rölelere geçişin tereddüt ile karşılandığı göz önünde tutularak bu yöntemin ayrıntılarına burada girmemekteyim.

Bir röleli mesafe rölesinin blok diagramında görülen diğer bir ölçü düzeni T zaman elemanıdır. Hatanın meydana çıkmasından itibaren zamanı ölçen bu eleman, ayarlanan t_1, t_2, t_3 zamanları geçtikçe açılan kontakları ile empedans ölçme elemanına etki

etki ederek açma karakteristiğinin büyütülmesini, t_4, t_5 zamanlarının geçmesi halinde ise kapanan kontakları ile doğrudan doğruya A açma rölesine etki ederek açma komutunun verilmesini sağlar. Böylece meydana gelen koruma kademeleri ve bunlara göre bir mesafe rölesinin ayarlanması sonraki ayrıntılarda açıklanacaktır.

2.8.3. Mesafe Rölelerinin Kademe planı:

Bugün kullanılmakta olan mesafe rölelerinde, ilk üçü ölçülen empedansa bağlı olmak üzere beş zaman kademesi vardır. Rölenin ilk kademesi korunacak hattın empedansına göre ayarlanır. Bu kademe içine düşen kısa devrelerde rölenin, mümkün olan en kısa zamanda açma kumandası vermesi gerekir. 2. ve 3. kademeler rölenin koruduğu hattı takip eden hatlardaki kısa devrelere karşı yedek koruma özelliğini sağlarlar. Bu hatların başındaki röleler, yanlış çalışma sonucu hatayı ortadan kaldıramazlarsa daha sonra gelen röle t_2 ve t_3 zamanları sonunda ölçülen empedansa bağlı olarak açma kumandası verir. 4. ve 5. kademeler empedanstan bağımsız olup aşırı akıma göre açma kumandası vermesini sağlarlar. Bunlardan 4. kademe yönlü olup sadece rölenin önündeki hataların, 5. kademe ise yönsüz olup rölenin her iki tarafındaki hataların açılmasını sağlar. Gözlü şebekelerde son iki kademenin seçici olarak kademelendirilmesi mümkün olmadığından, empedansa bağlı olan ilk üç kademe mümkün olduğu kadar uzun hat parçalarını koruyacak, fakat mutlak surette seçici olacak şekilde ayarlanmak zorundadır.

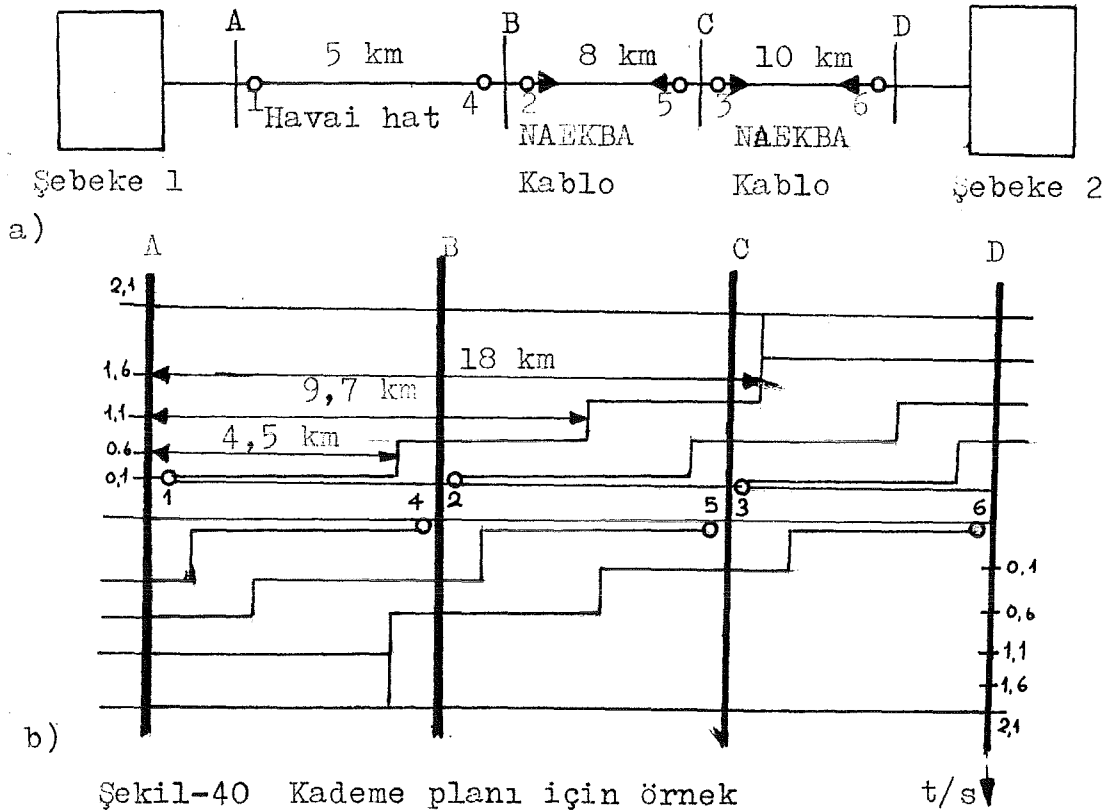
Birbirini takip eden aynı yöndeki mesafe rölelerinin seçici olarak açma komutu vermeleri için rölelerin zaman kademeleri kesişmemelidir. Bunun için ayarlanan rölelerin her kademe korudukları hat parçaları şebeke planı üzerinde işaretlenerek kademe planları elde edilir. Kademe planındaki düşey eksen zaman ekseni olup her kademe verilecek açma kumandasının gecikme süresini belirler. Bu süreler kademe süresi adı verilir. Birbirini takip eden iki istasyonda bulunan koruma düzenlerinin kademeleri arasındaki zaman farkı güç anahtarının açma zamanının, koruma rölesinin geriye dönme zamanının ve emniyet

ve emniyet payının toplamından ibarettir. Modern güç anahtarlarının kullanılması halinde birbirini takip eden kademeler arasındaki zaman farkı 0,3 ile 0,5 sn arasında seçilebilmektedir.

2.8.4. Mesafe Rölelerinin Ayarlanması:

2.8.4.1. Dalli Şebekelerde Mesafe Rölelerinin Ayarlanması:

Dalli veya iki taraftan beslenen şebekelerde mesafe rölelerinin ölçtükleri empedans değerleri, hata yerinin röleye uzaklığı ile doğru orantılıdır. Bu sebeple adı geçen şebekelerde mesafe rölelerinin ayarı oldukça basit olup mesafeye bağlı olarak kademe planlarının hazırlanmasında kolaydır. Örnek olarak alınan böyle bir şebekede kademe planının hazırlanması Şekil-40 da gösterilmiştir.



Şekil-40 Kademe planı için örnek

- a) Şebeke planı,
b) Kademe planı,

Bir mesafe rölesinin ilk kademesi, teorik olarak önündeki hattın üzerinde, bir sonraki baraya kadar ortaya çıkacak bütün hatalarda en kısa zamanda açma komutu verecek koruma kademesidir.

Ancak hat empedanslarının tamamen doğru olarak tespit edilememesi, bunların sıcaklığa bağlı oluşu, ölçü transformatörlerinin dönüşüm hataları, röledeki ölçme sırasında ortaya çıkan çeşitli hatalar nedeni ile kademeleri teorik sınırlara kadar uzatmak mümkün değildir. Bununun için ilk kademe yukarıda belirtilenden % 10-15 oranında küçültülür, yani örneğin 1 rölesinin önündeki hattın empedansının mutlak değeri 0,85-0,9 ile çarpılıp imalatçı firma tarafından verilen ayar formülünde yerleştirilerek rölenin üzerinde ayarlanması gereken değer elde edilir.

Her rölenin 2. kademesi, yine teorik olarak önündeki komşu rölenin 1. kademedan 2. kademeğe geçtiği noktaya kadar uzanmalıdır. Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı bu kademeğe ayarlanırken % 15-20 oranında hata payı bırakılır. Örnek olarak 1 rölesinin 2. kademesi ayarlanırken 2 rölesinin 1. kademedan 2. kademeğe geçtiği noktaya kadar olan hat empedanslarının fazör toplamı ve bunun mutlak değeri hesaplanarak rölenin ayar formülüne yerleştirilir ve röle üzerinde ayar edilecek değer hesaplanır. 3. kademenin ayarlanması için benzer şekilde hareket etmek zorunludur.

Korumanın tam olarak seçici çalışmasını sağlamak amacıyla kademelerin % 10-15 oranında küçültülmesi zorunluluğu, bilhassa ilk kademeğe korunması gereken hatların son % 10-15'lik kısımlarındaki ancak 2. kademeğe berteraf edilebilmesine neden olmaktadır. Mesafe rölelerinin bu sakıncasını ortadan kaldırmak üzere aynı hat üzerinde, farklı istasyonlarda bulunan röleler arasında aralarındaki hat üzerinden yüksek frekansla haberleşme sağlanır. Rölelerden birinin hatayı 1. kademeğe açması bu haberleşme sayesinde sağlanarak hattın tamamının ilk kademe süresi içinde korunması sağlanmış olur.

Bir dallı şebekede, ayarlanacak rölenin önündeki hattın sonunda bulunan baradan birden fazla hat çıkması halinde rölenin 2. kademesi bu hatların en kısa olanına göre ayarlanmak zorundadır. Çünkü ancak bu şekilde koruma sisteminin seçici çalışması mümkün olmaktadır.

2.8.4.2. Gözllü Şebekelerde mesafe rölelerinin ayarlanması:

Gzll Şebekelerde mesafe rölelerinin ayarlanması dallı Őebekelere göre oldukça zordur.çünkü baŐtan beri kabul edilen röle tarafından ölçülen empedans,hata yerinin röleye uzaklığı ile doğru orantılıdır varsayımı ancak aşağıdaki Şartlar ile doğrudur:

- a) Rölenin bağlı olduğu nokta ile hata yeri arasında bir ara besleme olmaması,yani hata akımının röle üzerinden geçmesi halinde.
- b) Her bir Şebeke parçasının doğru,ters ve sıfır empedans bileşenlerinin birbirinden çok farklı olmaması halinde.
- c) Sıfır sisteminde bir paralel hatla endüktif kuplaj bulunması halinde.

Gzll Şebekelerde bilhassa yukarıda"a" ile belirtilen husus her zaman sağlanamaz.Bilhassa mesafe rölesinin 2. ve 3. kademelerde koruması gereken hatlarda ortaya çıkan hatalarda bütün hata akımının bu röle üzerinden geçmesi beklenemez.Bu durumda rölenin ölçtüğü empedans değerı,hatanın röleye olan uzaklığı ile artık doğru orantılı değildir.Dolayısı ile sadece hat uzunluklarının göz önünde tutulması ile yapılan bir ayar koruma mesafesinin gerekenden çok kısa veya bunun tamamen tersi,gerekenden çok uzun olmasına neden olabilir.Her iki durumda mesafe rölelerinin seçici çalışmasını engelleyebilir. Bu nedenle gzll Şebekelerde mesafe rölelerinin ayarlanması için empedans değerleri ayrıntılı kısa devre hesapları yapılarak bulunmak zorundadır.

2.8.5. Mesafe Rölelerinde Geleceğe bakış:

Bilhassa orta ve yüksek gerilim Şebekelerinde,diğer koruma düzenlerine göre daha üstün vasıflara sahip olduğu için ana koruma görevini üstlenmiş olan mesafe röleleri bugün elektronik sayesinde dahada geliştirilmiş ve Şebeke korumasının vaz geçilmez bir elemanı olmuştur.Elektronik röleler sayesinde mesafe rölelerinin hızları ve güvenirlikleri artırılmış,en önemlisi açma karakteristikleri ideale en yakın

şekle uydurulmuştur. Mikrokomputür tekniği ile dahada geliştirilmesi üzerinde çalışan mesafe röleleri bugün bir çok şebekede deneme safhasına başlamış olup yakın gelecekte bütün konvansiyonel koruma sistemlerinin yerini alacağına şimdiden muhakkak gözü ile bakılabilir.

3. Seri Kapasitörler ve Koruma Düzenleri:

Elektrik enerjisi büyük uzaklıklara çoğunlukla aşırı akım iletim hatları ile taşınır. İki nokta arasında hat üzerinden iletilebilecek gücün niteliği kabaca üç etmene bağlıdır: Güç; Sistem geriliminin karesi ile doğru orantılı, sistem kararlılığı ile ters orantılı, iki nokta arasındaki hattın empedansı ile ters orantılıdır.

Sistem gerilimini istediğimiz gibi seçemediğimize ve sistem kararlılığında bizi bağladığına göre kararlılık sınırları içinde iletilecek gücü artırmak için yapabileceğimiz tek şey iki nokta arasındaki hattın empedansını düşürmektir. Bunun içinde şunları yapabiliriz;

- a) Hat iletkeninin kesitini artırmak,
- b) Paralel hatları oluşturmak,
- c) Hatta seri kapasitör yerleştirmek,

İşte devreye negatif bir reaktans sokan seri kapasitörle hat reaktansının büyük yada küçük oranda düşürülmesine seri kompanzasyon denir.

Seri kapasitörlerin yada seri kompanzasyonun niceliği tanımlanırken hem 50 Hz'deki reaktans değerleri hemde konulduğu hattın empedansının %'de kaçtığı verilir. Birincisi kapasitörün yalnız başına tanımlanmasına yarar.

Bugün ülkemizde seri kapasitörler yalnız 380 kV'luk sistemde Keban, Ankara arasındaki çift hatta bulunmaktadır. Kapasitörler iki hattın ortasındadır (Kayseride) ve reaktans değeri 35 Ohm ve kompanzasyon oranı % 20'dir. Yeni olarak Elbistan-Ankara hattının ortasına (Nevşehir'e) % 40'lık ile Üsmeniye-Seydişehir hattına her iki uçta % 22,5'lik olmak üzere toplam % 45'lik kompanzasyon ilave edilmektedir.

3.1. Seri kapasitörlerin yararları ve kullanım nedenleri:

3.1.1. Güç iletim kapasitesi ve kararlılık:

Şekil-41'deki hattan iletilen güç;

$$P_2 : \frac{V_1 \cdot V_2}{Z} \cdot \sin(\delta + \varphi) - \frac{V_2^2}{Z} \cdot \sin \varphi$$

bağıntısından bulunabilir. Bu bağıntıda,

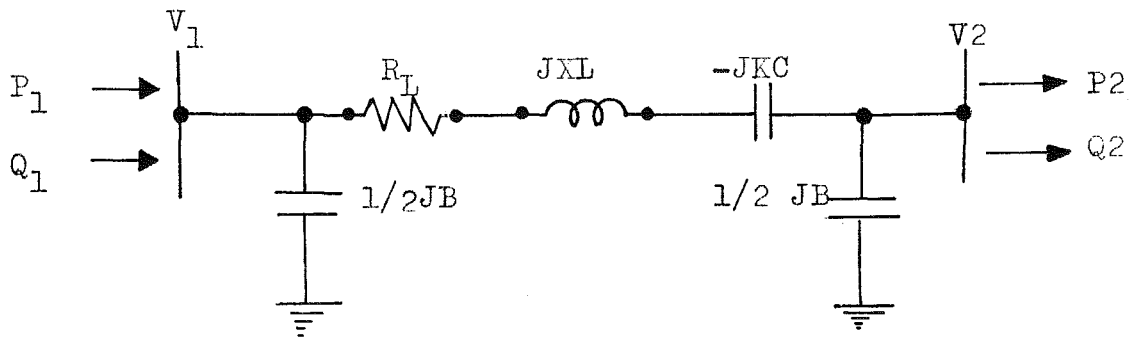
$$Z : \sqrt{R^2 + (X - X_c)^2} \quad \text{hat empedansı,}$$

δ : V_1 ile V_2 arasındaki açı

φ : $\text{tg}^{-1} \frac{R}{X - X_c}$ kompanze edilmiş hattın kayıp açısı,

φ : Kayıp açısı küçük olduğunda bağıntı aşağıdaki biçimi alır.

$$P_2 : \frac{V_1 \cdot V_2}{|X - X_c|} \cdot \sin$$



V_1, V_2 : Alıcı, verici ve gerilimi.

P, Q : Aktif ve reaktif güç.

R_L, X_L : Hat direnci ve reaktans.

$-X_c$: Seri kapasitör ve reaktansı.

B : Hat suseptansı.

Şekil- 41 Seri Kompanzasyonlu hattın basit görünüşü.

Bu durumda statik kararlılık sınırı, diğer bir deyiş ile statik kararlılık sınırları içinde iletilebilecek maksimum güç

$$P_{2max} : \frac{V_1 \cdot V_2}{|X - X_c|}$$

Görüldüğü gibi seri kompanzasyon, hattın kararlılık içinde iletilebileceği güç sınırını yükseltir. Bu nitelikten, iletilen gücü ve kararlılığı artırmada yada aynı miktar güç iletiminde kullanılacak paralel devre sayısını azaltmada yararlanılabilir.

3.1.2. Reaktif güç dengesi, Hat üzerindeki gerilim dağılımı ve iletim kayıpları:

İletim hattı, hat kapasitansı nedeni ile reaktif güç üretirken hat indüktansı ilede reaktif güç tüketir. Hat gerilimi yaklaşık değişmez tutulduğundan reaktif üretimde aşağı yukarı değişmez kalır. Buna karşılık hat akımının karesi ile doğru orantılı olan reaktif tüketimi, geniş bir değişkenlik gösterir. İletim hattından düşük güçte reaktif güç çekilmeli yüksek yükte ise hatta reaktif güç verilmelidir. Hatta reaktif güç verilmesi hat gerilimini özellikle verilme noktasındaki gerilimi yükseltir. Yük arttıkça seri kapasitörün ürettiği reaktif güç arttığından, seri kapasitörler gerilimdeki dalgalanmaları, reaktif güç gereksinmesini ve daha düşük reaktif güç iletimi nedeni ile hat kayıplarını azaltır. Paralel hatlar arasındaki yük paylaşımı seri kapasitörün varlığından etkilenir: uygun reaktanslı seri kapasitörler kullanılarak hattın istenen biçimde yüklenmesi ve iletim kayıplarının en düşük düzeye indirilmesi sağlanır.

3.2. Seri Kapasitörlerin İşletilme Koşulları:

Üç fazlı seri kapasitör baki birbiri ile elektriksel bağlantısı olmayan üç tek fazlı banktan oluşur. Seri kapasitörler bağlı oldukları hat ile aynı işletme gerilimine ve aşırı maruz kalırlar. Seri kapasitörlerden geçen I_c akımı hat akımına eşit olup geniş sınırlar içinde değişkendir. Şönt kapasitörlerden farklı olarak serikapasitör üzerindeki gerilim $V_c = X_c \cdot I_c$ ve reaktif güç $Q_c = 3 \cdot X_c \cdot I_c^2$ yüke bağlıdır.

Seri kapasitörler sürekli yüksek yükler ve geçici aşırı yükler ile karşı karşıyadır. Arıza koşullarında seri kapasitörlerden yüksek anıza akımları geçebilir. Bunun sonucunda kapasitör üzerinde yüksek bir gerilim oluşur. Serikapasitörlerin bu tür aşırı gerilimlerden korunabilmesi için bu durumlarda seri kapasitörün hızla koruyucu bir düzen tarafından köprülenmesi gerekir.

3.3. Seri kapasitör banklarının niteliklerini belirleyen ana bilgiler:

Ana bilgiler: Hat gerilimi ve frekansı, kapasitör anma reaktansı ve anma akımıdır.

Bu bilgilerden kapasitör bankının anma gerilimi ve reaktif gücü bulunabilir. Anma reaktans devre etüdülerine göre seçilmiştir. Bu değer genellikle 20°C 'lik kapasitör dielektrik sıcaklığına göre belirlenir. En büyük sürekli yükten ve geçici aşırı yük ile kapasitörlerin aşırı yük kapasitelerinden bankın anma akımı bulunur. En yüksek kısa devre akımının genliği ve süresi, aşırı gerilime karşı koruma düzeninin gerilim ayarı ve kapasitörün kısa devreden sonra tekrar devreye alınabilmesindeki zorunluklar seri kapasitörlerin tasarım ve işletme koşullarını büyük ölçüde etkiler.

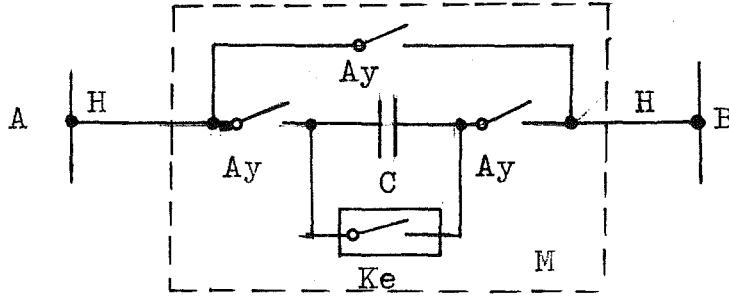
3.4. Seri Kapasitörlerin tasarımı:

3.4.1. Ana Dvere Düzenlemesi:

Yüksek gerilim seri kapasitörlerinde yaygın biçimde kullanılan bir devre tasarımı Şekil-42'de gösterilmiştir. Şekilde gösterilen 3 ayırıcı ile seri kapasitörün tümü hattan ayrılabilir. Seri kapasitör merkezi birbiri ile seri bağlı ve bağımsız koruma ve köprüleme aygıtları olan 2 yada daha çok sayıda kapasitörden oluşturulabilir.

Şekil-42'deki bu tür bir düzenlemeye örnektir. Seri kapasitörde oluşacak bir arıza durumunda yalnızca ilgili bank köprülenir, öteki banklar işletmede kalır. Birkaç seri banktan oluşan seri kapasitörlerden toplam seri kapasitör

reaktansının değiştirilmesi olanağında vardır. Diğer yandan seri bağlı banklar durumunda, bankların yalıtım düzeyleride düştüğünden, kullanılan aygıtların gerilim zorlanmaları azalmakta ve boyutları küçülmektedir.



Şekil-42 Seri kapasitör merkezinin genel tek hat şeması.

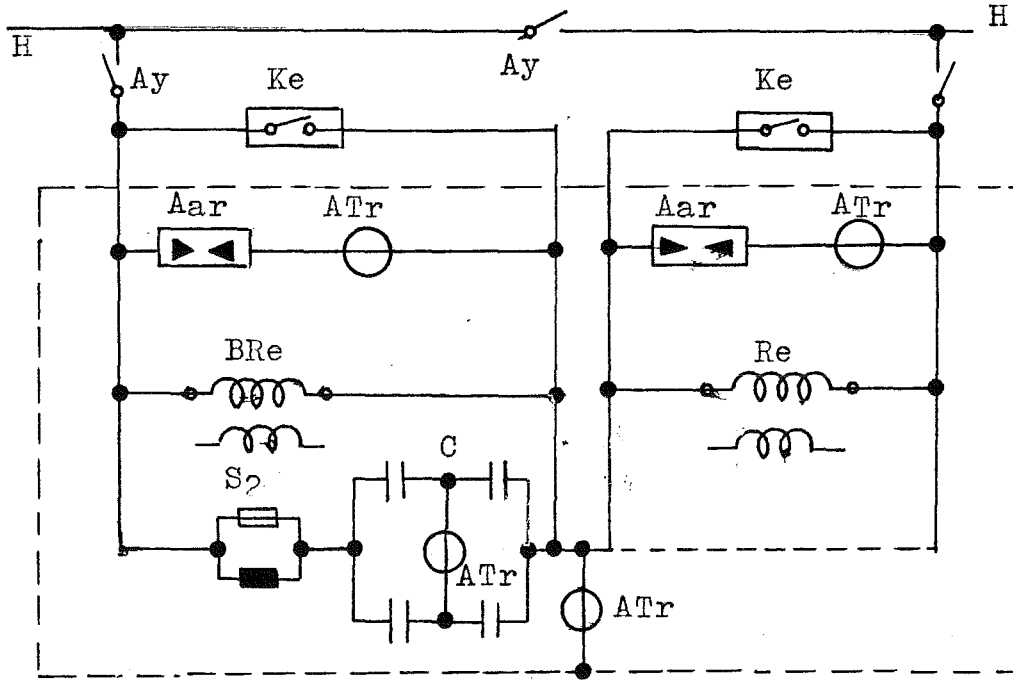
- A,B : Trafo merkezleri,
- H : Hat,
- Ay : Ayırıcılar,
- Ke : Kesici,
- C : Kapasitör,
- M : Kapasitör Merkezi.

3.4.2. Genel Fiziksel Düzenleme:

Seri kapasitörün farklı fazları arasındaki gerilim hat gerilimine karşılıktır, kapasitör üzerindeki gerilim ise genellikle bu değerden çok daha küçüktür. Dolayısıyla seri kapasitörü oluşturan aygıtların genellikle birbirine ve toprağa karşı tam hat geriliminde yalıtılmış platformlar üzerine kurulması uygun olmaktadır. Platform üzerinde daha düşük yalıtım düzeyleri kullanılabilir. Daha yüksek gerilimlerde platformlar alçak temeller üzerindeki mesnet izalatörler üzerine kurulur. Yıldırımdan korunmak amacı ile toprak telleri kapasitör banklarının üzerine asılır ve toprak telleri trafo merkezlerinde yapıldığı biçimde toprağa yerleştirilir. Koruma ve denetleme aygıtları, yerel AA ve DA kaynakları kumanda binasındadır.

3.4.3. Kapasitör Üniteleri:

Kapasitör bankı birbirine seri ve paralel bağlı çok sayıdaki kapasitör ünitesinden oluşur. Kapasitör üniteleri yüksek aşırı gerilimler ve kapasitör boşalma akımı gibi özgün işletme koşullarına göre tasarımlanır, yapılırlar ve denenir. Kapasitör üniteleri aynı kabın içinde bulunan 30-50 kadar kapasitör elemanından oluşur. Kapasitör üniteleri sigorta ile korunur.



Şekil-43 İki kademeli seri kapasitör merkezinin tek hat şeması.

H :Hat,

Ay:Ayırıcılar,

Ke:Köprüleme kesicisi,

AAR:Atlama aralığı,

ATr:Akım trafosu,

BRe:Boşaltma Reaktörü,

SZ :Sönümlenme empedansı,

C :Kapasitör bankı,

P :Platform,

Sigortalar her üniteye ünitenin dışında yada her elemanda ünitenin içinde bulunabilir. Dıştaki sigortaların avantajı sigorta attığında durumun görülmesidir. Diğer taraftan, sigortalar içte olduğunda; dielektriğin delinmesi durumunda kapasitör

ünitesinin ancak küçük bir bölümü devre dışı kalır. Kapasitör ünitelerine boşaltma direnci takılabilir, ancak bunlar çok yavaş bir boşaltma sağlayabildiği gibi, kapasitör kayıplarını da artırır. Dolayısıyla arızadan sonra tekrar devreye girmenin hızla yapılabilmesi için boşaltma reaktörü gerektiğinde boşaltma dirençlerine gereksinim kalmaz.

Gereken sayıda ünite seri ve paralel bağlanarak kapasitör bankı oluşturulur. Sigorta atmasından doğan dengesizliğin duyarlılıkla anlaşılabilmesi için üniteler bir yada daha çok sayıda dengeli köprü biçiminde bağlanır ve sıfır koluna akım yada gerilim transformatörü konur.

3.4.4. Aşırı Gerilime Karşı Koruma:

Seri kapasitörler arıza akımından doğan aşırı gerilimlerle karşılaşır. Kapasitörler kısa süreli olsa aşırı gerilimlere karşı çok duyarlı olduklarından aşırı gerilime karşı koruma aygıtı büyük bir hızla çalışmalıdır. Diğer yandan bu aygıt yüksek kısa devre akımlarını da dayanabilmelidir. Seri kapasitörlerin aşırı gerilimlere karşı korunması atlama aralıkları ile gerçekleştirilir. Atlama aralığı seri kapasitöre paralel bağlıdır. Şekil-43. Aralığın tutuşma gerilimine ulaştığında aralık kapasitörü köprüleyerek kısa devre eder, hat akımı kapasitör yerine tutuşan aralıktan geçer ve kapasitör bu sırada boşalır. Tutuşma gerilimini küçük şartlar altında değişmez tutmak için atlama aralığına bir tetikleme devresi eklenir. Tutuşma gerilimi genellikle kapasitörün anma işletme geriliminin 2,5-3,5 katı olarak seçilir. Tutuşma geriliminin 3,5 birimden büyük seçilmesi ekonomik olmamaktadır.

Seri kapasitörler atlama aralıkları genellikle iki türdür, kesme kapasitesi olmayan basit aralıklar ve kendi kendini söndüren tipteki aralıklar. Basit aralıklarda söndürme işlemi hat kesicilerinin açılması yada seri kapasitör köprüleme (By-pass) kesicisinin kapatılması ile yapılır. Deiyonizasyon için gereken kısa bir süreden sonra kapasitör işletmeye alınmaya hazır duruma gelir. Kendi kendini söndüren aralıklarda tekrar işletmeye girme hat akımının normal değerine indiği anda gerçekleştirilir.

3.4.5. Sönümleme Devresi:

Kapasitörün boşalma akımının genliğini sınırlamak ve atlama aralığı tutuştuğunda yada köprüleme kesicisi kapandığında oluşan salınımları sönümlemek amacı ile kapasitör boşalma devresine bir sönümleme devresi bağlanır. Şekil-43 Sönümleme devresi hava çekirdekli bir reaktör ile buna paralel bir dirençten oluşabilir. İşletme frekansında reaktörün empedansı dirençten küçük olduğundan hat akımının çok küçük bir bölümü dirençten geçer. Dirençteki kayıplar gerilim bağımlı doğrusal olmayan bir direnç kullanılarak dahada düşürülebilir. Bu biçimde kapasitörün boşalması durumunda iyi bir sönümleme ve normal işletme koşullarında düşük bir kayıp elde edilir.

3.4.6. Boşaltma Reaktörü:

Seri kompanzasyonlu hat, önceden yada aynı anda koruyucu aralık yada köprüleme kesicisi çalışmaksızın hat kesicileriyle açıldığında, seri kapasitör bankı dolu kalacaktır. Bu durumda seri kapasitör geriliminin uygun olmayan bir faz açısında işletmeye alındığında bank dahada yüksek bir gerilimle dolabilir ve atlama aralığı tutuşabilir.

Bu tür durumları önlemek için kapasitör banklarına bir doyabilir boşaltma reaktörü konur. Kapasitör bankı dolu olarak bırakıldığında boşaltma reaktörü doyma durumuna geçer ve bankı çok kısa bir zamanda boşaltır. Kapasitörlerde depolanan enerji reaktör sargıları tarafından emilir. Boşaltma reaktörüne bir sargı eklenerek gerilim transformatörü ve yardımcı güç kaynağı olarakta kullanılabilir.

3.4.8. Ayırıcılar:

Seri kapasitör merkezlerinde kullanılan ayırıcılar normal tipteki ayırıcılardır. Ancak, düzenlemeleri değişik, kutup aralıkları normalden daha büyük olabilir ve her faz için ayrı açma kapama düzeni gerekebilir. Şekil-43

3.5. Röle Koruması:

Seri kapasitör merkezlerindeki standart röle korumaları dengesizlik koruması, atlama aralığının sürekli tutuşmasına karşı korunma ve platforma atlama karşı korumadır. Bunlara ek olarak gerektiğinde alt harmonik, aşırı yük ve sürekli aşırı gerilim korumalarında kullanılır.

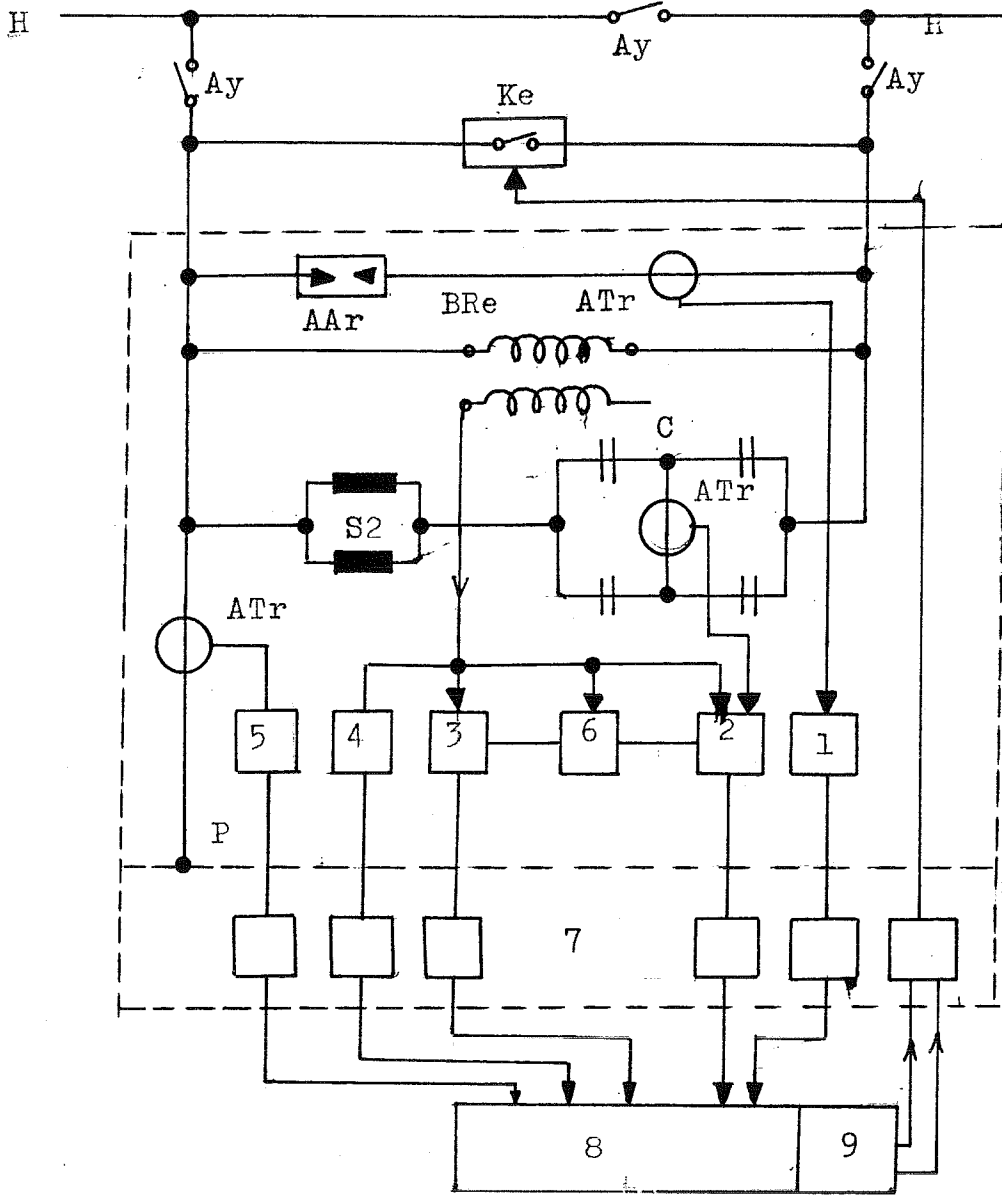
Hat gerilimi 100 kV'a kadar olan seri kapasitörlerde korumaların hat gerilimine yalıtılmış ölçü trafolarından beslenmesi yeğlenir. Daha yüksek gerilimlerde bu yöntem pahalı olmakta ve karışık fiziksel düzenlemeler gerektirmektedir. Bu tür durumlar da arıza saptayan aygıtların platformlarına kurulması ve arıza bilgilerinin çeşitli bilgi iletim aygıtları ile yer düzeyine iletilmesi daha uygun olmaktadır. Röle koruma düzenleri Şekil-44 de gösterilmiştir.

3.5.1. Dengesizlik koruması:

Bu koruma kapasitör bankında; banktaki kısa devrelerden yada kapasitör sigortalarının atmasından doğan dengesizliği saptar. Belirli bir miktardaki kapasitör elemanı sigorta atarak devre dışı kaldığından banktaki akım ve gerilim dağılımları düzensizleşir ve bazı üniteler aşırı akım ve gerilim ile karşılaşacağından ek bazı elemanlarda arıza oluşabilir. Kapasitör bankının her fazının biryada daha çok sayıda dengeli köprü oluşturacak biçimde düzenlenmesi ile duyarlı bir koruma elde edilebilir. Dengesizlik sıfır klundaki bir akım yada gerilim trafosu ile saptanır. Dengesizliğin belirli bir düzeyinde kapasitör bankı devreden çıkarılır.

3.5.2. Atlama aralığının sürekli tutuşmasına karşı koruma:

Koruyucu aralıktaki ark herhangi bir nedenle hat kesicilerinin açmış olmasına karşın söndürülmemiş ise, bu koruma kısa bir zaman gecikmesinden sonra köprüleme kesicisini kapatır. Ek bir zaman gecikmesinden sonra kapasitör yeniden işletmeye alınır, kesici aralığın tekrar tutuşması durumunda tekrar kapayabilmelidir. Atlama aralığından geçen akım kendisine seri bağlı bir akım trafosu ile saptanır.



Şekil-44 Seri kapasitör merkezinin tip röle koruması.

H : Hat,

Ay : Ayırıcılar,

Ke : Köprüleme kesicisi,

AAr: Atlama aralığı,

ATr: Akım trafosu,

BRe: Boşaltma reaktörü,

SZ : Sönümleme Bobini,

C : Kapasitör bankı,

P : Platform,

1 : Atlama aralığı koruması,

2 : Dengesizlik koruması,

3 : Aşırı yük koruması,

4 : Altharmonik koruması,

5 : Platforma atlamaya karşı koruma,

6 : Güç kaynağı,

7 : Bilgi iletim aygıtı,

8 : Röle panosu,

9 : Kumanda panosu.

3.5.3. Platforma atlamaya karşı koruma:

Toprak faz ve kısa devreleri hat korumaları tarafından temizlenir. Platforma atlamaya karşı da ayrı bir koruma düzeni gerekir. Bu koruma, hat ve platform arasındaki eş gerilimli bağlantı üzerine konan bir akım trafosu ile gerçekleştirilir. Platforma bir atlama olduğunda bu akım trafosundan bir akım geçer ve koruma köprüleme kesicisini kapatır. Böylece bankın her fazındaki tüm gerilimler sıfır olur ve hasar sınırlandırılır.

3.5.4. Altharmonik Koruması:

Devrede seri kapasitör bulunduğunda ve yükün az olduğu durumlarda altharmoniklerin oluşma olasılığı artar. Altharmonik özellikle transformatörlerin hasarlanmasına neden olabilir. Altharmonik koruması düşük frekanslar geçiren bir süzgeç ile bir akım yada gerilim trafosunun yada boşaltma reaktörünün sekonderinden beslenen bir röleden oluşur. Altharmonikler saptandığında koruma seri kapasitörü köprüler, bir kaç sn sonra tekrar devreye alır.

3.5.5. Termik Aşırı Yük Koruması:

Bu koruma boşaltma reaktöründen yada akım yada gerilim trafosundan beslenmekte olan bir termik röleden oluşur. Rölenin çalışma eğrisi ters zamanlıdır. Röle çalıştığında köprüleme kesicisi kapanır.

3.5.6. Uzun süreli aşırı gerilime karşı koruma:

Yüksek aşırı gerilimler durumunda atlamaya aralığı tutuşur. Uzun süreli küçük aşırı gerilimler için bir aşırı gerilim koruması gerekebilir. Bu koruma aşırı yük korumasının yerine geçer. Aşırı yük ve aşırı gerilim korumalarının ayarları yapılabilmektedir. Doğuracağı sonuçlar göz önüne alınmalıdır. Yanlış bir ayar durumunda seri kapasitörler en gerekli oldukları yüksek yük durumlarında devre dışı bırakılabilirler.

3.5.7. Röle Dolabı:

Arızaları saptayan röleler kapasitör platformunun üzerindedir. Zaman röleleri bankı tekrar işletmeye almak için gerekli aygıtlar, sinyal göstergeleri ve denetim aygıtları kapasitör merkezi denetim binasındaki panolardadır.

3.5.9. Yardımcı Güç kaynağı:

Korumaların beslenmesi ve röle dolaplarınının ısıtılması için platform üzerinde bir yardımcı güç kaynağına gereksinme vardır. Akım trafosu, gerilim trafosu yada boşaltma reaktörüne eklenen bir sekonder sargı bu amaçla kullanılabilir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ENDÜSTRİ RÖLELERİ ve ELEKTRONİK RÖLELER

4.1. Giriş:

Endüstri rölelerini fonksiyonları bakımından geniş anlamda ölçme röleleri, koruma röleleri ve özel maksatlı röleler veya şalt röleleri olarak sınıflandırabiliriz. Ölçme röleleri, esas itibari ile bir açma kapama rölesine ihbar veren çeşitli ölçü aletleridir ve genellikle otomatik kontrol gayeleri ile kullanılırlar. Çeşitli tip ve çalışma prensipli ölçerlerin oluşturduğu termostatlar, pH metreli ve barometrik rölelerde bu sınıfa dahil edilebilir. Elektronik röleler olarak tanımladığımız röleler ise yarı iletken elemanlarla tasarlanmış hiç bir mekanik parçası olmayan sessiz çalışan hızlı ve hassas rölelerdir. Günümüzde zamanlama (TİMER) röleleri artık mekanik röle olarak ömrünü tamamlamış ve yerini yarıiletken elemanlar ile yapılmış elektronik rölelere terk etmiştir.

4.2. Koruma Röleleri:

Koruma röleleri, cihaz ve tesisleri zarar verebilecek çeşitli etkilirden korur. Bunların Türkiyede kullanılan başlıca çeşitleri kısaca şöyledir;

Primer ve sekonder akım koruma röleleri genellikle orta gerilim kesicilerine monte edilerek kesicinin ve beslenen devrenin aşırı akıma karşı korumasını sağlar. Bunların açma zamanı mekanik bir fren vasıtası ile ayarlanabilir. Böylece geçikmeli açmaları sağlanır. Açma süresi akımla üstel bir şekilde ters orantılı olduğundan kısa süreli hafif aşırı akım geçtiğinde devre açılmaz. Gecikme süreleri 0,5-15 sn arasında olup akım sahaları röle tipine göre birkaç amperden bir kaç yüz ampere kadar değişmektedir. Kontrol edilen akım, doğrudan doğruya veya bir akım trafosu vasıtasıyla, röleden geçirilmekte ve buna göre röle sekonder ve primer adımı almaktadır. Bu rölelerin hemen hepsi elektromekanik tiptedir.

Doğru akım kontrol röleleri, doğru akım ile çalışan devrelerde redresör-akümülatör grubunun gerilimini kontrol eder. Gerilimin kesilmesi veya düşmesiyle kısa devre halinde, 220 V 50 Hz devresi üzerinden optik ve akustik ihbar verir. Bu tip röleler özellikle elektrik santralleri, büyük trafo merkezleri büyük otomatik kontrol merkezleri gibi yerlerde röle ve diğer cihazları besleyen doğru akım devrelerinde kullanılır.

Faz kontrol ve sigorta bekleme röleleri, trifaze devrelerde şebekeden gelen gerilimin bir fazının kesilmesi veya üç sigortadan herhangi birinin atması halinde kontaktörü derhal derhal devre dışı bırakarak tesisin iki fazda kalmasını ve motorların yanmasını önleyen rölelerdir.

Gerilim ve akım kontrol röleleri bir elektrik devresindeki bir veya üç fazda gerilim veya akımın önceden ayarlanabilen belli sınırlar dışına çıkması halinde ihbar verir veya bir kontaktörü açar. Böylece gerilim veya akımın düşmesi veya yükselmelerinden zarar görülen yerlerde kontrol otomatik olarak sağlanmış olur. Ani darbelerden etkilenmemeleri istendiği takdirde bu rölelerin açması gecikmeli olarak yaptırılabilir. Kontrol edilen değerlerin sınır değere çok yakın olması halinde röleye histerisiz eklenebilir. Bu durumda rölenin çekme ve bırakma gerilim veya akım eşik değerleri arasında yüzde 2-3 kadar bir fark olur.

Bu röleler koruma gayeleri yanında kontrol gayeleriyle de kullanılabilir. Örneğin, hassasiyeti bir kaç yüz miliamperden başlayan bir akım kontrol rölesi bir konveyör bandının yüklendiğini ihbar edebilir, çünkü bandı hareket ettiren motorun akımı yükleme sonucu artacaktır. Ayrıca bandın kopması halinde, motor akımı birden bire çok düşeceğinden, bir akım kontrol rölesi bunu algılayarak motoru durdurabilir.

Güç faktörü düzelticileri, adından anlaşılacağı gibi, bir devrenin güç faktörünü devamlı kontrol ederek, belli bir değer altına düşmesi halinde, verdikleri ihbar ile gerekli sayıda güç kondansatörünü devreye sokup çıkarmak sayesinde güç faktörünün istenen sınırlar arasında kalmasını sağlar.

Yangın çıkmasına karşı kullanılan yangın ihbar röleleri, sıcaklık ve dumandan etkilenererek ihbar verir.Bu rölelere benzer bir şekilde,çeşitli algılayıcıların oluşturduğu alarm kombinasyonlarında oldukça sık kullanılan rölelerdir.

4.3. Açma Kapama Röleleri:

Özel maksatlı röleler arasında,değişik maksatlı zaman röleleri,çeşitli boyda açma kapama röleleri,merdiven otomatikleri,program şalterleri,fotoselli röleler gösterilebilir.

Açma kapama röleleri,bir selenoid bobin,yaylı bir kontak taşıyıcı ve kontaklardan ibarettir.Bütün bunlar değişik malzemelerden ve çok farklı şekillerde tasarlanmıştır.Bir kullanıcı açısından önemli olan hususlardan birisi,rölenin kontak sayısı ve enversörlü yani normalde açık ve normalde kapalı kontaklarının olup olmadığıdır.Bu husus,röle çektiği zaman kaç ayrı devrenin aynı anda kapanıp kaçının açılması gerektiğine bağlıdır.Süpüren kontaklı rölelerde kontakların biri,rölenin çekmesinden hemen sonra bir anlık kapanıp sonra tekrar açılarak bazı ihbar devreleri için gerekli bir darbe sinyali vermektedir.Açma kapama rölelerinde diğer bir husus kontakın akım kesme kapasitesidir.Genellikle bir röle kontakının en çok zorlandığı zaman, açmaya başlamadan hemen sonraki andır.Bu sırada meydana gelen ark,kontak yüzeyinin eriyerek pürüzlenmesine,oksitlenmesine veya ayrılmakta olan iki kontak alanının birbirine kaynamasına, hatta kopmasına yol açar.Kontak yüzeylerindeki pürüz ve oksit gibi yalıtkan maddeler elektrik direncini artırarak akım geçtiği zaman ısınmaya yol açarlar.Ayrıca yüzeydeki pürüzler,yerel elektrik alanını yükselterek daha sonraki kontak açmalarında dahada büyük ark oluşmasına sebep olurlar.

Röle kontaklarının akım kesme kapasitesi gerilim arttıkça düştüğü gibi,beslemekte oldukları yükün güç faktörü azaldıkça da düşer.Ayrıca doğru akım kesildiğinde oluşan ark alternatif akımdakinden oldukça daha büyük olduğundan kontakların doğru akım kesme kapasiteleri daha azdır.Örneğin piyasadaki bir rölenin kontak akım kesme kapasitesi şöyle verilmektedir.

220 V AC rezistif yük : 10 A.

120 V AC endüktif yük : 5 A.

24 V DC : 10 A.

Bu değerler belli bir açma kapama sayısı için geçerli olup kontak ömrünü kısaltmayı göze alarak akım kesme kapasitesini artırmak mümkündür. Ayrıca bazı rölelerde kontak civarına birer mıknatıs ekleyerek ark oluşma yönünde dik bir magnetik alan yaratmak ve iyonlaşmış hava moleküllerinin oluşturduğu arkı saptırarak söndürmek, bylecede kontağın kesme kapasitesini artırmakta mümkündür. Kullanıcıyı ilgilendiren nc bir husus rölenin çalışma gerilimi ve akımıdır. Bazı rölelerde akım yerine g verilir. Bundan başka normalde kapalı ve açık kontak basınçları, kontak açma ve kapama süreleri gibi özelliklerde kullanma alanına göre önem taşıyabilir.

4.4. Zaman Röleleri:

Zaman rleleride çeşitli tiplerde mevcut olmakla beraber fonksiyon bakımından başlıca tipleri, çekmede gecikmeli ve bırakmada gecikmelidir. Bunlardan birincisi imal edilmekte ve kullanılmakta olan zaman rölelerinin büyük çoğunluğunu teşkil eder. Çekmede gecikmeli bir röle, ihbar aldıktan veya cereyan verildikten bir süre sonra eker. Orta veya büyük boy endüksiyon motorlarına yol verilmesi sırasında stator bağlantısını yıldızdan gene çevirmek için bu tip röleler kullanılır. Motorun bağlantı değiştirme işlemi cereyan verdikten sonra 5-10 sn içinde olduğundan burada 30 veya 60 sn kadar ayarlanabilen oldukça basit zaman röleleri kullanılabilir. Aynı röleler iş tezgahlarının, plastik enjeksiyon makinelerinde, konveyörlerde ve genellikle hareketlerin kısa aralıklarla birbirini otomatik olarak takip etmesi istenen sistemlerde kullanılır.

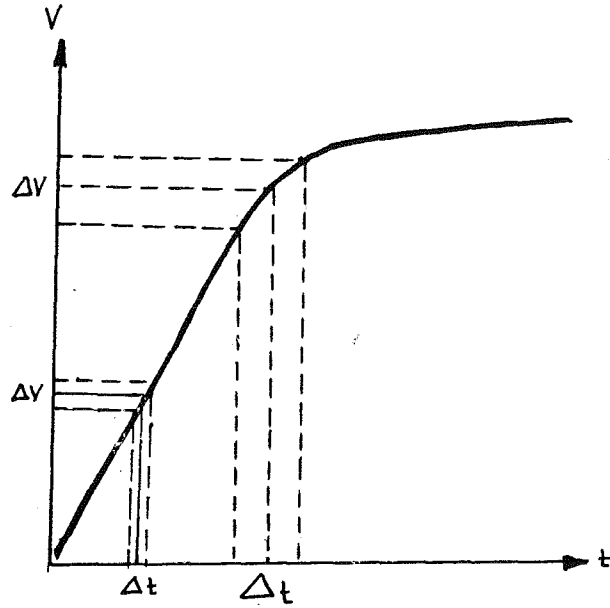
Bırakmada gecikmeli röleler ise bir süre sonra bir alet veya cihazın kapanması istenen yerlerde kullanılır. Zaman rölelerinde maksada uygun seçim yapmak kullanıcılar için bir sorun olabilmektedir. Çünkü uygulama alanlarının geniş olması büyük sayıda değişik tiplerin piyasaya çıkmasına yol açmıştır. Hassasiyet derecesi ve srenin yanında bağlantı şekilleri bakımından da sabit bağlantılı, soketli, raylı, pano tipi gibi tipler mevcuttur.

Uzun senelerden beri kullanılmakta olan zaman röleleri ya tamamen mekanik veya elektromekanik tipler olmuştur. Mekanik röleler yaylı, zemberemli bir mekanizmaya sahip olup kurularak çalıştırılmaktadırlar. Otomatik olarak duran bazı çamaşır makine-lerinde bu tip röleler vardır. Elektromekanik röleler ise zamanlamayı bir senkron motoru ile gerçekleştirir. Senkron motorunun hızı şebeke frekansına kilitli olduğundan yük veya gerilim değişmesi gibi faktörlerden etkilenmez. Bu hız dişliler vasıtası ile değiştirilerek istenen düzeye indirilir. ve bu hızla dönen bir kontak bir devir tamamladığı zaman röleyi çektirir veya bırakır. Senkron motorlu röleler genellikle saat mertebesinde gecikmeler elde etmek için kullanılmaktadır. Uzun süreli yapılabilmelerinin yanısıra, bu röleler program şalteri olarak bilinen bir aleti bir periyot zarfında bir kaç kere devreye sokup çıkarabilecek şekilde imal edilebilirler. Öte yandan senkron motorlu röleler oldukça pahalı olmaktan başka doğru akımla çalışmamakta alternatif akım ise 220 V dışındaki gerilimlerde pek bulunmamaktadır. Hata miktarları şebeke frekansının kararlılığına bağlı olup İstanbulda 24 saatte 5 dakika civarındadır.

4.5. Elektronik Zaman Röleleri:

Elektronik zaman rölelerinin en yaygın tipleri bir kondansatörün bir direnç üzerinden dolması sayesinde gecikmeyi elde etmektedir. Bilindiği gibi seri bir RC devresinde kondansatör üzerindeki gerilim, zamanla Şekil 4-1 'de görülen üstel bir şekilde artmaktadır. Gerilim artışı ilk başta doğrusala yakın olmakla beraber bir müddet sonra yavaşlamakta ve nihayet durmaktadır. Çok kabaca gerilimin zamana göre doğrusal olduğu süre, $t:RC$ ile verilir. Bu tip zaman rölelerinin çalışması, kondansatör üzerindeki gerilimin bir karşılaştırıcı (komparatör) devresine beslenerek belli bir referans gerilimini aştığı anda karşılaştırıcının vereceği çıkışın bir röleyi çektirmesi esasına dayanır. Şekil 4-1 'de görüldüğü gibi kondansatör geriliminin algılanmasındaki belli bir hatanın sebep olacağı zamanlama hatası $t:RC$ 'den küçük zamanlar için küçük, daha uzun süreler için ise büyüktür. Bu sebepten R direncini sağlayan potansiyometrenin ayarlanması ile elde edilen gecikme sürelerinin

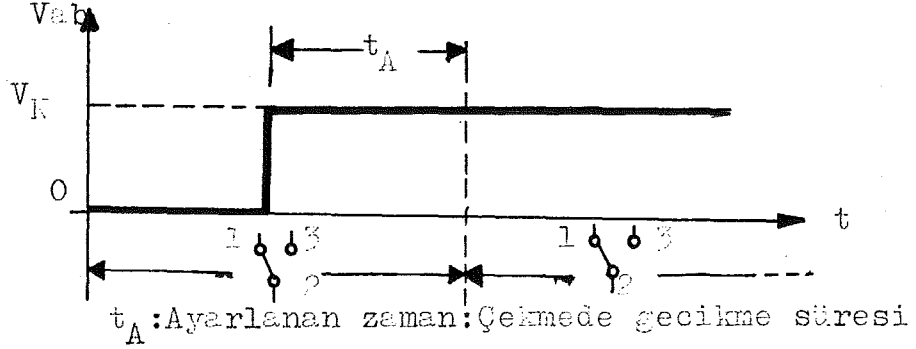
en uzun RC civarında olacak şekilde, eşik gerilimi ayarlanır. Bu şekilde elde edilen en uzun gecikme süreleri, 1 MOhm potansiyometre ve 1000 mikroyarad kondansatör kullanıldığında 1000 saniye civarındadır. Bundan dolayı bu tip röleler en çok 15 dakikalık gecikmeler için kullanılmaktadır. Daha uzun süreler için kullanılması gereken kondansatörlerin kaçak dirençleri potansiyometre direnci mertebesinde olacağından kondansatör, gerilimi bir türlü eşik değerine erişecek kadar dolamayacak ve röle hiç çekmeyecektir.



Şekil 4-1. Seri bir RC devresinde gerilimin zamanla artması.

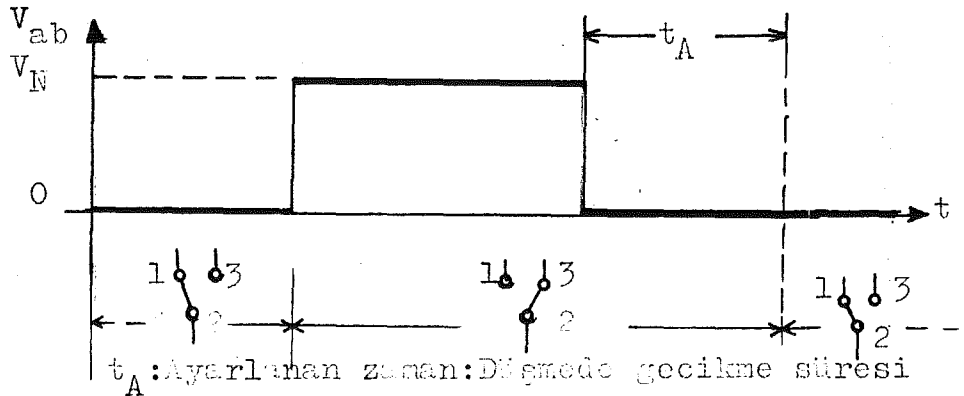
Elektrolitik kondansatör ve büyük direnç değerleri atmosferik nem ve sıcaklığa göre değiştiğinden, aynı sürelerle ayarlanmış bir zaman rölesi, değişik zamanlarda farklı gecikmeler yapar. Buradaki hata, kullanılan malzemenin kalitesine göre % 1 ile % 5 arasında değişebilir. Ayrıca, aynı değerlerdeki R ve C için devreye uygulanan gerilimin değişmesi halinde örneğin şebeke gerilimi değiştiği için kondansatör geriliminin eşik değerine varma süresi, yani gecikmede değişir. Yukarıdaki sorunlara rağmen bu tip zaman röleleri, basit ve ucuz olması ve kolayca arızalanmaması yüzünden en yaygın kullanımı olan zaman

röleleridir.Çekmede gecikmeli tip zaman röleleri 24-220 V arası AC ve DC gerilimle çalışacak şekilde yapılmaktadırlar. Bu tip rölelerde hassasiyet nominal işletme geriliminin % 30 altında ve % 15 üzerindeki sınırlar içinde rölelerin zaman hatası % 1 den daha azdır.Bu özelliği sayesinde zaman programlı otomatik kumanda devrelerinde tercihen kullanılırlar.Şekil4-2'de çekmede gecikmeli tip zaman rölesi çalışma diagramı görülmektedir.



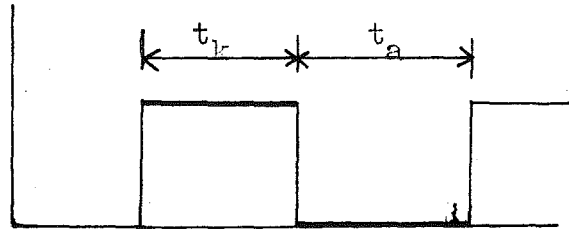
Şekil 4-2 : Çekmede gecikmeli tip zaman rölesi çalışma diagramı.

Düşmede gecikmeli elektronik zaman rölesi motor sayısı fazla olan tesislerde büyük gerilim düşmelerinde veya çok kısa süreli gerilim kesilmelerinde kontaktörler ve bütün motorlar devre dışı olur.Gerilimin kısa süre sonra tekrar gelmesi halinde bütün motorların tekrar devreye alınması ve böylece işletmenin yeniden kurulması gerekir.Bu tip röleler ile gerilimin kısa zaman kesilmesi ve röle üzerinde ayarlanan zaman esnasında gerilimin tekrar gelmesi halinde,müdahale etmeksizin motorların otomatik olarak devreye girmeleri ve tesisin normal çalışmaya devam etmesi sağlanır.Şekil 4-3'de bu tip röle ile ilgili çalışma diagramı görülmektedir.



Şekil 4-3 : Düşmede gecikmeli tip zaman rölesi çalışma diagramı

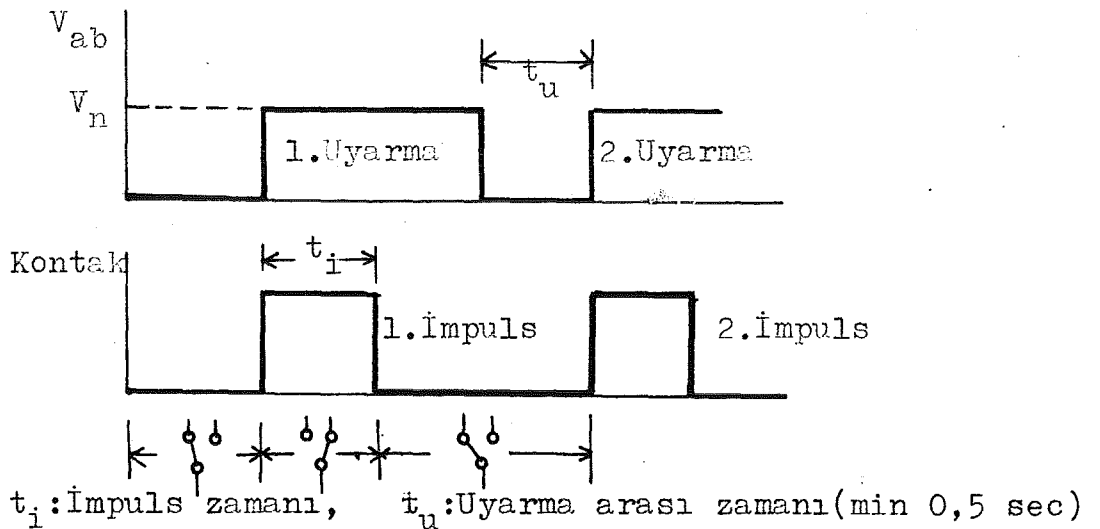
Flaş veya Blink röleleri ihbar tesislerinde flaş gerilimi elde etmek için kullanılır. Röle üzerinde bulunan iki ayar potansiyometresi yardımı ile flaş zamanlarındaki süreyi ayarlamak mümkündür. Şekil 4-4'de flaş rölesinin kapama zamanı t_k ve açma zamanı t_a 'nın çalışma diagramı görülmektedir.



t_k, t_a : Ayarlanabilir Flaş zamanı

Şekil 4-4 Flaş röle çalışma diagramı.

İmpuls verici Elektronik zaman röleleri genellikle ihbar ve kumanda devrelerinde kullanılırlar. Röle uyarıldığı anda kontak pozisyon değiştirir. İmpuls zamanı sonunda (min 0,5 sn) kontak tekrar uyarmadan önceki pozisyona geri gelir. İkinci bir impuls için uyarmanın kaldırılması ve tekrar tatbik edilmesi gerekir. Şekil 4-5'de impuls rölenin çalışma diagramı görülmektedir.



Şekil 4-5 : İmpuls röle çalışma diagramı.

4.5.1. Dijital Zaman Röleleri:

Daha uzun gecikme süresi veya daha az hatalı zamanlama elde edebilmek için dijital zaman rölesi kullanılır. Esas olarak periyodik bir darbe üreticisinden çıkan darbeler sayıcılar tarafından sayılmakta, belli bir sayıya erişince de bir röleye çek komutu verilmektedir. Periyodik darbeler ya şebeke frekansında olup gelen sinüs dalgasının şekillendirilmesi ile veya darbe üreticisinin içindeki bir osilatörden elde edilebilmektedir. Gecikme süresi darbe periyodu ile darbe sayısının çarpımına eşit olduğundan ve dijital bir işlem olan sayımda bir hata olmayacağından zamanlayıcı, osilatör kadar dakik olur. Yani zamanlama süresi ile osilatör periyodundaki yüzde hata aynıdır. Günde milisaniye mertebesinde hata istendiğinde kuarzt kristalli osilatör kullanılabilir. Şebeke frekansını ölçmek yerine osilatör kullanmanın bir avantajı zaman rölesinin alternatif yanında doğru akımla da çalıştırılabilmesidir. Buna karşı, şebeke frekansı kararlılığında bir osilatör kullanılması rölenin maliyetini bir miktar yükseltir.

Dijital zaman rölesine bir bellek eklendiği zaman istenen zamanlarda çekip bırakan ve bu işlemi defalarca tekrarlayan bir program rölesi elde edilir. Bellek maliyeti daha da yükselttiği halde bu röle yinede senkron motorlu program rölesinin yaklaşık yarı değerinde satılabilmektedir. Bir program rölesinin bir mikrö işlemci ilavesi ile bir işlem yöneticisi meydana getirilebilir. İşlem yöneticisi bir kaç program rölesinin paralel çalışarak gördüğü işi yapar. Yani bir kaç röleyi programa göre ayrı zamanlarda çektirir ve bıraktırır. Ancak bununda ötesinde işlem yöneticisi, ona bağlı algılayıcılar veya belleğinden aldığı verilere ve verilen komutlara göre aritmetik ve mantık işlemleri yapabilmekte ve bunların sonuçlarına göre rölelerini çektirip bıraktırmaktadır.

4.6. Elektronik Koruma Röleleri:

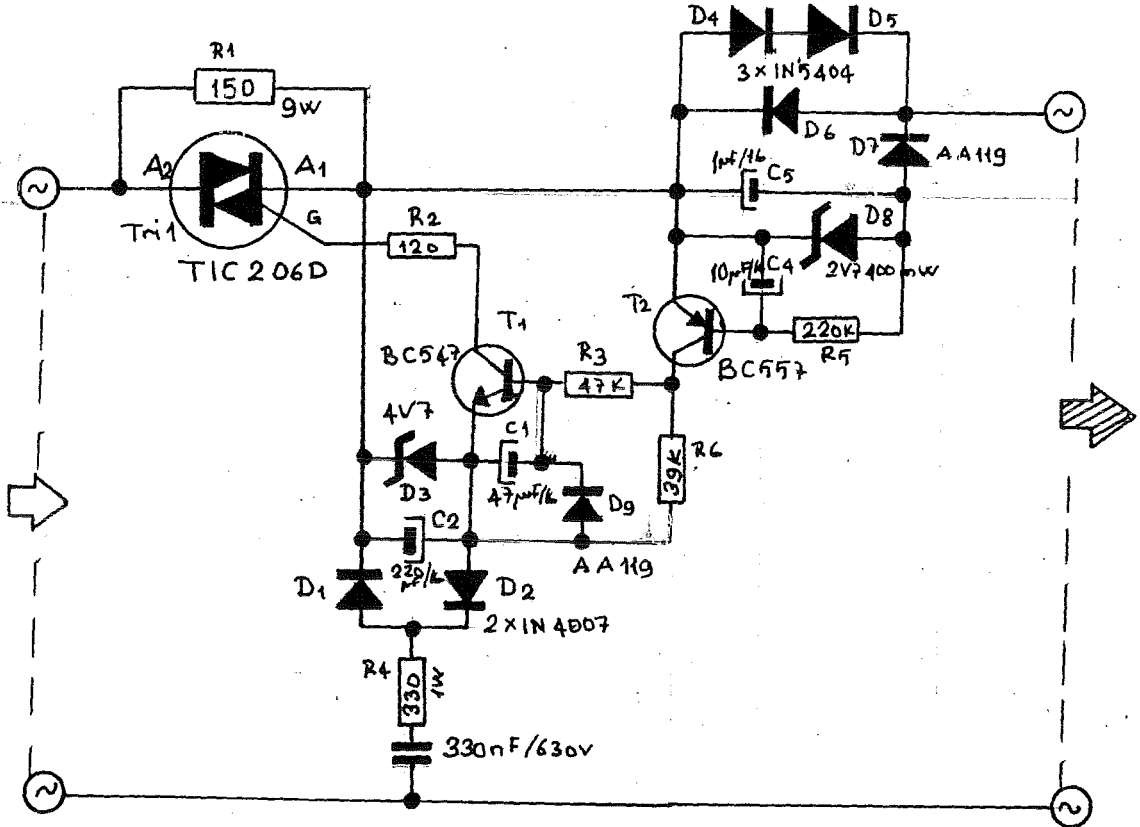
Burada Elektronik Röleler diye adlandırılan röleler sınıfına Elektronik sigorta koruyucuları, Elektronik devre kesicileri ve buna benzer koruma işlemlerinde kullanılan diğer röleler girerler. Bu tip röleler yalnız yarıiletken devre elemanları ile tasarlanmış ve yapılmışlardır.

Yüksek akımlı cihazlara yumuşak başlatma için Elektronik sigorta koruyucu devre takılabilir. Bu tip devreler Alçak gerilim şebekelerinde çalışan fakat şebekeden yüksek akım çeken yerlerde kullanılabilir. Şebeke sigortalarının yerine devre kesicilerin kullanıldığı, yüksek güçlü elektrik aygıtlarına elektrik verilirken sık sık devre kesicileri açarlar. Sigortaların bile beklenmedik şekilde attıkları görülmüştür. Sigorta koruyucu (Fuse Protector), elektrikselsel olarak, devre kesici ile yük arasına yerleştirilir ve bir ara kat olarak çalışır.

Bir transformatöre elektrik verildiği zaman, şebeke gerilimi primer sargısından akar. Primer sargısı büyük değerlerde bir endüktans gösterir. Bu endüktansın başlangıç akımı taşmasını önleyebileceğini düşünebiliriz. Ama bu yalnızca elimizdeki bobin ideal bir bobin olsaydı doğru olacaktı. Transformatörün primer sargısı karakteristiği ise idealden çok uzaktır. Saç levhalardan bir göbeği vardır. Bu göbek aslında olduğundan çok küçüktür. Ayrıca güç kaynağındaki elektrolitik kondansatörlerde boşalmış durumdadır. Buradan şu anlaşılmaktadır, şebeke transformatörü şebeke geriliminin sıfır olduğu noktada değil en yüksek noktada açılmalıdır. Yalnızca bu süre içinde primer sargısında manyetik alan oluşabilir. Böylece manyetik alan demir göbeği doyuma ulaştıracak büyüklüğe ulaşamaz. Bundan sonraki periyotlarda gerilim 10 msn süre ile vardır. Bu gerilime karşı duran ve ilk önce azalması gereken bir manyetik alan oluşur. Manyetik alan ve akımın fazı gerilimin fazından 90° geridedir. Şimdi transformatör nüvesinin aslında küçük olduğunu düşünelim. Doğal olarak bu durumda transformatör başlangıç akımının taşmasını önleyecek şekilde yapılışaydı, nüvesi % 50 daha büyük olurdu

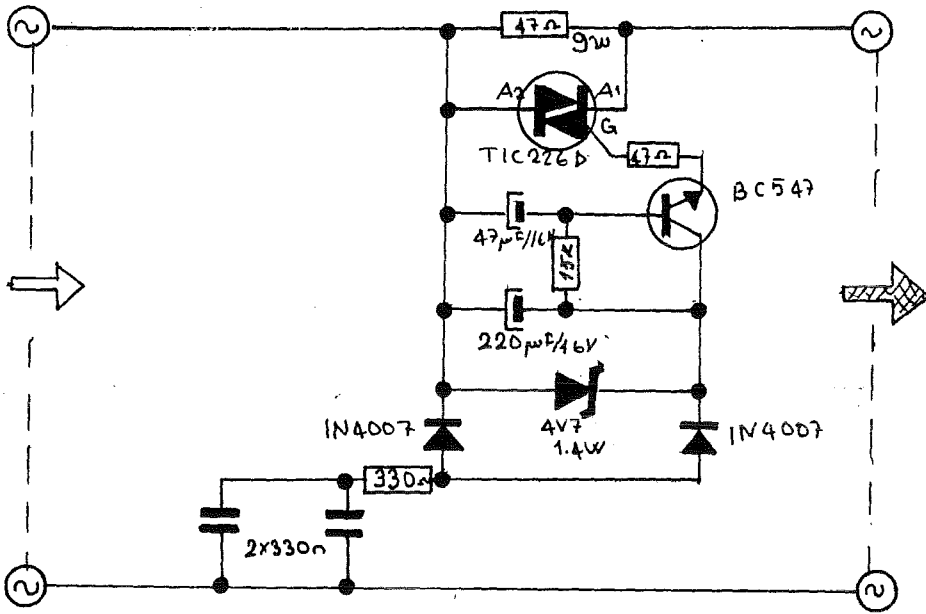
Başlama akımı taşması, transformatöre zarar vermez. Bu sorunu çözümlenmenin idel yolu, lambalar şebeke geriliminin sıfır anında açılmalı, transformatörler gerilimin en yüksek olduğu, motorlar ise elektrik verilmeden önce elle döndürülmelidir. Ancak bu şartlar sağlanır ise cihazlarda ilk açma anında demaraj akımından dolayı sigorta atmaz veya kesici açmaz.

Bu soruna Elektronik Sigorta Koruyucu devresi ile bir çözüm bulunmuştur. Bu devre şebeke gerilimini yüke seri bir direnç yardımı ile verir. Seri direnç bütün başlama akımlarını devreye ve devre kesiciye zararsız bir düzeye indirir. İlk iki saniyeden sonra lambalar iyice ısınmış, motorlar yeteri kadar hız kazanmış ve transformatörler ise yeteri kadar ters manyetik alan oluşturmuşlardır, böylece şebeke gerilimi tam olarak uygulandığı zaman devre kesici etkilenmez. Örnek bir sigorta koruyucu devre elektronik şeması Şekil 4-6'da dır.

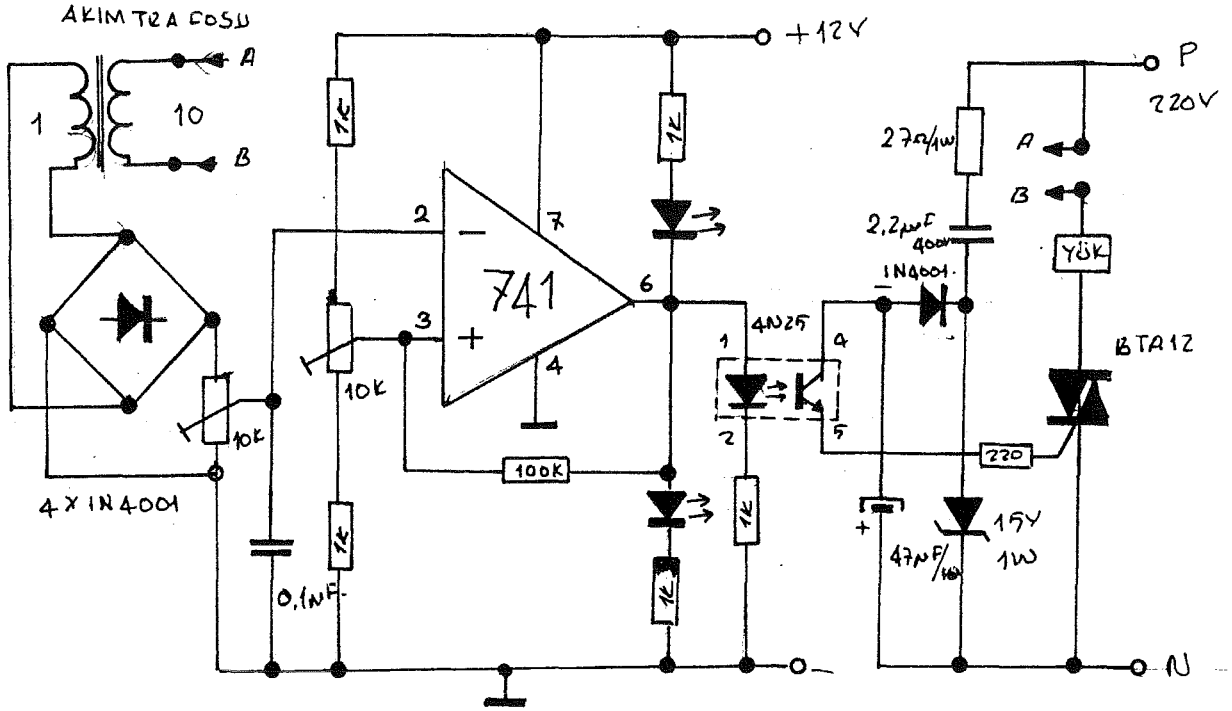


Sigorta koruma devresi priz ile yük arasında bağlanmaktadır. Devre kendi çalışma akımını C3 kondansatörü ve R4 akım sınırlayıcı direnç üzerinden alır. Çektiği sürekli akım 22,5 mA'dir

Ancak yük hemen hemen kapasitif olduğu için sarfiyat değeri sadece 170 mW civarındadır. Bu akımdan D1, D2, D3 ve C2 4,7 V'luk stabil bir gerilim kaynağı oluşturur. Eğer devreye hiç bir aygıt bağlanmadıysa D4, D5, D6 diyodları üzerinde gerilim yoktur. Bunun sonucunda, T2 ve T1 transistörleri kesimdedir. Tri 1 triyağında gerekli tetikleme akımı sağlanmadığı için, buda kesimdedir. Devreye bir aygıt bağlandığında başlama akımı R1 üzerinden akar, R1 aynı zamanda bu akımı sınırlar, böylece daha önce sözü edilmiş olan taşma akımı önlenmiş olur. Ancak aynı zamanda bu akım D4, D5, D6 üzerinde bir gerilim oluşturur. Bu gerilim bir D7 germanyum diyodu tarafından doğrultulup C5 ile süzülür. T2, R5 ve C4'ün belirlediği bir gecikmeden sonra T1 çalışmaya başlar. En sonunda triyak tetiklenir. Bütün bu gecikmelerden sonra şebeke gerilimi tümüyle devreye bağlanan aygıta uygulanır. Şekil 4-7'dede aynı çalışma prensibine göre vazife yapan değişik bir Sigorta koruyucu devre görülmektedir.



Şekil 4-7 : Sigorta koruyucu devre.



Şekil 4-10: Otomatik ayarlanabilir aşırı yük koruma devresi.

Yukarıda görülen devre akım transformatörünün aşırı yük ve kısa devre durumlarında operasyonel amplifikatörüne uyarma akımı vermesi ile çalışmaktadır. Akım trafosundan alınan gerilim değeri doğrultularak bir trimpot yardımı ile operansiyel amplifikatörün girişine uygulanmaktadır. Diğer giriş ise belli bir değere set edilmiştir. Akım trafosundan alınan gerilim değeri diğer girişteki gerilim değerine eşit olduğu anda çıkış 0 olacak ve triyak iletimden çıkacaktır. Bu durumda yüke gerilim gitmeyecektir çünkü Triyak devreye seri bağlı olduğu için bir açık anahtar görevi görecektir. Bu devre yarı iletken devre elemanları ile tasarlanmış prensip bir koruma rölesidir.

SONUÇ

Koruma, Röleler, Röle koordinasyonu adlı bu tez çalışmasında Elektrik sistemlerinde kullanılan Koruma tekniği ve bunu gerçekleştiren Koruma Röleleri incelenmiştir. Bu incelemede ağırlığı Elektromekanik röleler ile yapılan korumalar almıştır. Çünkü elektronik koruma röleleri daha tam manası ile bu sistemlerde yerini almamıştır. Nedenine gelince sistemlerdeki çalışma hassasiyetinin çok üzerinde bir kontrol hassasiyetinin olmasının röleleri yanlış açtırmalara sebep olacağı kanısındır.

Aksine bugün bu hassasiyet ve çalışma stabilitesinden dolayı bilhassa orta ve yüksek gerilim şebekelerinde, diğer koruma düzenlerine göre daha üstün vasıflara sahip olduğu için ana koruma görevini üstlenmiş olan mesafe röleleri bugün elektronik sayesinde dahada geliştirilmiş ve şebeke korumasının vazgeçilmez bir elemanı olmuştur. Elektronik röleler sayesinde mesafe rölelerinin hızları ve güvenilirlikleri artırılmış, en önemlisi açma karakteristikleri ideale en yakın şekle uydurulmuştur. Mikro kompüter tekniği ile dahada geliştirilmesi üzerinde çalışılan mesafe röleleri bugün bir çok şebekede deneme safhasına başlamış olup yakın gelecekte bütün koruma sistemlerinin yerini alacağına şimdiden olabilecek gözü ile bakılabilir.

FAYDALANILAN KAYNAKLAR

- "1" - Elektrik Mühendisliği El Kitabı.
Elk. Müh.Odası Yayınları. - 1978
- "2" - Doç.Dr. Nesrin TARKAN
Elektrik iletim şebekelerinin işleme
ve korunması. - 2
İTÜ Elektrik Fakültesi Yayını - 1982
- "3" - Dr. Ali MANSURİ
Koruma Yöntemleri ve Röleler.
Kaynak Dergisi. Sayı-20, Ocak 1984
- "4" - Y.Doç. Dr. Tuncay ÇAYLI
Mesafe Koruması.
Kaynak Dergisi. Sayı-20, Ocak 1984
- "5" - Doç. Dr. Yani ISKARLATOS
Kaynak Dergisi.Sayı-20,Ocak 1984
- "6" - Elektor Dergisi. Haziran 1983
- "7" - Elektor 301 Circuit -1984
- "8" - Basic Principls and Projects -1978
- "9" - Koruma Röleleri Kataloğu -DEMA A.Ş-1984

ÖZ GEÇMİŞ

1959'da Adanada doğdu. Adana Endüstri Meslek Lisesini bitirdikten sonra, 1976 yılında İstanbul Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Elektrik-Elektronik eğitimi bölümüne girdi. Eylül 1980 yılında Elektronik eğitimi bölümünden mezun oldu. Aynı yıl vazifesi gereği Maçka Teknik ve Endüstri meslek lisesi Elektronik bölümünde öğretmen olarak çalışmaya başladı. Daha sonra girdiği imtihan sonucu 1982 yılında Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Elektronik bölümüne asistan olarak girdi. 1983 yılında yeni YÖK yasası gereğince Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik-Elektronik eğitimi Elektronik ana bilim dalı Araştırma Görevlisi olarak vazifesine devam etti.