

otomatik tekrar kapama

Kemal BAKIRCIOĞLU

UDK: 621.316.57

ÖZET :

Otomatik tekrar kapama yüksek gerilim iletim hatlarındaki geçici arızaların giderilmesinde kullanılır. Sistem koşullarına göre hızlı ya da gecikmeli tekrar kapama seçilebilir. Ayrıca arızaların türüne göre tek ve üç fazlı tekrar kapama seçebiliriz.

SUMMARY

Autoreclosing is used to eliminate the transient faults on the high voltage transmission lines. Rapid or delayed autoreclosing can be selected according to the system conditions. Also we can choose single or three phase autoreclosing according to the types of faults.

Kemal Bakircioğlu, TEK

1. GİRİŞ

Enerji iletim ve dağıtım hatlarında arızaların büyük çoğunluğu geçicidir ve hattın açılıp tekrar kapanmasıyla temizlenmektedir. Örneğin bir kuş konması ya da yıldırım anındaki izolatörler arası atlamalar faz arası kısa devrelere yol açmakta ve koruyucu rölelerle kesiciler açtırılmaktadır, bu tür olaylarda bir açma-kapama işlemi arızayı gidermeye yeterlidir. İşletme raporlarına göre; sistemdeki arızaların % 10'undan azı sürekli ve bu yüzde hatlarda daha düşüktür. Bu yüzden, hatlarda koruyucu rölelerin tekrar kapama aygıtlarıyla bir arada çalıştırılması sistemin üretim-tüketim sürekliliğine sayısız yararlar sağlar. Açmalardan etkilenen radyal dağıtım hatlarındaki üretimin sürekliliği otomatik

tekrar kapamayla artırılabilir. Ara uçlu hatlardaki başarılı hızlı tekrar kapamalar sistem kararlılığının korunmasına da yardım eder.

Genellikle bir hızlı ve iki gecikmeliden oluşan ardışık tekrar kapamalar, tüm geçici arızaların temizlenmesinde yeterlidir. Buzlu ve karlı bölgelerdeki iletim hatlarında, senimin artarak iletkenlerin toprağa yaklaşması ya da izolatörlerde biriken kar ve buzlarla direk ve izolatörler arası atlamalardan gelen arızalar hızlı tekrar kapamadan sonra da sürmekte, ancak birinci ya da ikinci gecikmeli tekrar kapamalarda giderilebilmektedir.

Tekrar kapama, geçici arızaların giderilmesi amacıyla kullanıldığından yalnızca hat koruyucu rölelerin açtırmalarında yararlıdır. Kesici, transformatör, reaktör ve üreteç gibi küçük bir alana yerleşik aygıtlarda doğacak kısa devreler geçici olamaz ve bu birimler üzerine tekrar kapama yaptırılmaz. Kısa aralıklarla da olsa, büyük kısa devre akımlarının bu birimler üzerinden akması yanmalarına neden olabilir. Halbuki arıza kalıcı olsa bile hatlar için böyle bir sorun yoktur.

Tekrar kapama, sistemdeki koruma düzengesinin ve üretim ağındaki otomasyonun bir parçası görünümündedir. Her iki durumdaki acil sorun, kısa devreden doğacak üretim-tüketim kesintilerini elden geldiğince kısa tutmaktır. Tekrar kapamanın başarısı sistemin genel yapısıyla ilgilidir. Ne tür kapamanın yapılacağı aşağıdaki ölçüler gözönünde tutularak kararlaştırılabilir.

- a. Yüksek gerilim sistemlerinde tekrar kapamayı sistemin kararlılık koşulları belirler.
- b. Dağıtım sistemlerinde ise tekrar kapamanın müşteri üzerindeki etkileri önemlidir.

Dağıtım sistemlerinde çoğunlukla 3 fazla gecikmeli ya da hızlı tekrar kapama yapılır. Bu yöntem kendisini yılların uygulama verileriyle kabul ettirmiştir. Diğer yandan yüksek gerilim iletim sistemlerinde ise, tekrar kapama, sistemin yoğun ve sürekli gelişmesiyle yakından ilgilidir.

Gelişmeleri, sistemdeki gerilimlerin artması, şebekenin ve kurulu güçlerin büyümesi olarak sayabiliriz. Günümüzün şu andaki gelişim düzeyinde, yüksek gerilim iletim hatlarında kullanılan tekrar kapama türlerini şöyle sıralayabiliriz:

a. Sistemde senkronizasyonun kaybolma tehlikesi varsa; tek ya da üç fazlı tekrarlayıcı olmayan hızlı tekrar kapama yapılır. Senkronizasyon yönünden ilk tekrar kapama kritik olabilir, bu yüzden işlem tekrarlanmamalıdır. Hızlı çalışan otomatik senkronize ediciler, tekrar kapama aygıtlarıyla personelsiz merkezlerde sistemin devreye girmeden önceki senkronizasyon işlemlerini gerçekleştirebilir.

b. Hat devre dışına çıktıktan sonraki ölü sürede sistem, senkronizasyonunu kaybetmiyorsa hızının arkasından bir ya da iki gecikmeli tekrar kapama yaptırılabilir.

c. Ring baralı merkezlerde olduğu gibi, bir hattı birkaç kesici açtırıyorsa, tekrar kapama, açma işlem sırasını aynen izlemelidir. Çok sayıda açma işlemi olsa bile, tekrar kapamayla kullanılacak bir us devresi tekrar kapama sırasını doğru olarak saptayabilir. Merkezî bir kontrol sistemiyle programlanmış açma ve tekrar kapama işlem sıraları denetlenebilir.

Yüksek gerilim hatlarında hızlı ve gecikmeli tekrar kapama sorunları sırasıyla incelenecektir.

2. HIZLI TEKRAR KAPAMA

Ölü zamanın alt sınırı; kesicilerdeki arkın sönme süresiyle; üst sınır ise, sistemin geçici kararlılığıyla sınırlandırılmıştır. Genellikle kararlılık üç faz açmalarından sonra korunamayabilir. Yüksek gerilim iletim hatlarında arızaların çoğunluğunu tek faz toprak kısa devreleri oluşturduğundan (% 80), tek faz tekrar kapama oldukça elverişlidir. Tek faz tekrar kapamalarda sistem kararlılığı korunabilirse de hat gerilim ve uzunluklarının artmasıyla iletkenler arasında doğacak kaçak kapasitif ve endüktif akımlar arkın söndürülmesini güçleştirir, bu da tek faz tekrar kapamayı ya zorlaştırır ya da olanaksızlaştırır.

Arkın söndürülmesi için ölü zamanda hattın her iki ucunun su jetleriyle topraklanması başarılı olmaktadır. Öbür ark söndürme yön-

a, b, c	: Uzaklık rölelerinden alınan faz açtırma imleri	2	: her tür arızada 3-faz nihai açtırma sinyali, bundan sonra tekrar kapama yaptırılmaz.
Aç, K	: Kesici anahtarı üzerinden verilen açma ve kapama imleri	3	: Kesici üç fazın yardımcı kontakları (kesici açıkken)
Açk	: Havalı kesicilerde açma için yeterli basınç yoksa açma kilitlenir.	4	: VE geçidi (AND gate)
Kk	: Kapama-açma için yeterli basınç yoksa kapama kilitlenir	5	: YADA geçidi (OR gate)
Tkk	: Açma-tekrar kapama-açma için yeterli basınç yoksa tekrar kapama kilitlenir.	6	: TERS ÇEVİRİCİ (INVERTER)
		$t_{i> t_3}$: Tek ve üç faz tekrar kapama ölü süreleri (dead times)
		tk	: Tekrar kapamayı kilitleme ölü süresi
		N_1	: Tek ve üç faz tekrar kapama işlem sayıcısı (counter)
KeKB	: Kesici kapatma bobinleri	N_3	: Üç faz tekrar kapama işlem sayıcısı
1	: Her tür arızada 3-faz açtırma imi ve arkasından tekrar kapama	W_1, W_3, W_{kilit}	: Tekrar kapama seçici anahtar konumları (tabloya bakınız)

Tekrar Kapama Türünün Seçimi

Seçici anahtarın konumu				Farklı kısa devrelerdeki tekrar kapama türü	
$w_{1,3}$	w_1	w_3	w_{kilit}	Tek faz kısa devre	2 ve 3 faz kısa devre
4-	-	-	-	Tek faz tekrar kapama	3 faz tekrar kapama
-	+	-	-	Tek faz tekrar kapama	Kilitleme
-	-	+-	-	3 faz tekrar kapama	3 faz tekrar kapama
-	-	-	+	Kilitleme	Kilitleme

Önceden de belirttiğimiz gibi tekrar kapama aygıtları uzaklık koruma röleleriyle bir arada kullanılır ve aralarında açma-kapama işlem dizileri paylaşılır. Uzaklık röleleri ilke olarak; tek faz toprak arızalarında tek faz açma, iki ve üç fazlı

kısa devrelerde (topraklı ya da topraksız) ise üç faz açma yaptırırlar. Günümüz hızlı tekrar kapama aygıtlarında da bu ilke gözönünde tutulmuştur. Hızlı tekrar kapama türü W seçici anahtar üzerinden yapılmaktadır.

W1+3 konumu:

Tek faz arızalarda tek faz açma-tekrar kapama, diğer arızalarda ise 3 faz açma-tekrar kapama yaptırılır. Devrede W₁₊₃ konumu gösterilmemiştir. W₁₊₃ konumunda tekrar kapama işlemleri, diğer konumlar açıkken (W₁, W₃ ve V/ki[^],.) gerçekleşmektedir. Tek faz ölü süre t_j, üç faz ölü süre de 13 üzerinde ayarlanır. Tek faz açmalarda ark sönmesi, üç faz açmalara göre daha zor olduğundan ve uzun süreyi gerektirdiğinden

t₁>t₃ alınması yararlıdır. Tek faz kısa devrelerde yalnız t\ zaman rölesi enerjilenir ve ölü sürenin sonunda kapama komutu verilir, tki ve üç faz kısa devrelerde, uzaklık rölesi üç faz açtırma yaptıracığından t_j ve kesici kontakları üzerinden t₃ zaman röleleri enerjilenir, t₁> 13 olduğundan üç faz ölü sürenin bitiminde tekrar kapama yaptırılır. Devreden de görüleceği gibi tek ve üç faz tekrar kapamalarda kesicinin her üç faz kapama bobinleri enerjilenmekte, böylece tek faz tekrar kapamalarda kesicinin her üç faz kapama bobinleri gereksiz gerilim altında kalmaktadır. Bunu önlemek için uzaklık rölesi üzerinden ayrıca faz seçimi gerekir. Tekrar kapamada faz seçimi yanlış kapamalara neden olabileceğinden, uygulamada kapama imlerinin her üç faza verilmesi daha yararlıdır. Bu tür tekrar kapama ülkemizdeki 154 kV iletim hatlarında çok uygulanır.

W1 konumu :

Yalnızca tek faz toprak kısa devrelerdeki tek faz açtırma ve tekrar kapamalarda kullanılır. Diğer kısa devrelerde tekrar kapama yaptırılmamakta, nihai (final, lock-out) açtırmaya gidilmektedir. Bu tür tekrar kapama; sistemin kararlılığı yalnızca tek faz açma ve arıza üzerine tekrar kapamaya elveriyor, üç faz açma ve ölü süre sonundaki tekrar kapamada kararlılık bozuluyorsa uygulanır. Oldukça sınırlı olan ve yaygın olmayan bu durum uzun ve çok yüklü hatlarda yararlı olabilir.

W 3 konumu :

Tüm kısa devrelerde üç faz açma ve tekrar kapama yapılır. Özellikle dağıtım sistemlerindeki müşteri besleyen hatlarda kul-

lanılır. Dağıtım sistemlerindeki kısa devrelerde kararlılığın bozulması söz konusu olmadığı için üç faz açtırma ve tekrar kapamaların sakıncası yoktur. Ayrıca dağıtım sistemlerinde kullanılan kesicilerin üç kutbunun (pole) bir arada açılır ve kapanır olması (her faz kutbu için ayrı açma ve kapama sistemi yoktur) bizi bir yönde üç faz açma-tekrar kapama yapmaya zorlar.

W kilit (lock-out tripping):

Sistemde tekrar kapama istenmiyorsa, tüm kısa devreler ttc zaman rölesi üzerinden 3 faz nihai açmaya götürülür ve tekrar kapama yapılması önlenir. Kesicinin açma ve kapaması kesici anahtarı üzerinden de yaptırılabilir. Kesici anahtarı üzerinden yaptırılan açmalar (Aç) 3 faz ve nihaidir, arkasından tekrar kapama yaptırılmaz, kapamalarda (K) ise, tk üzerinde ayarlanan süre içinde doğacak tüm kısa devreler 3 faz nihai açmaya dönüştürülür.

Hızlı açma ve kapamanın istendiği 154 kV ve daha üst gerilimli sistemlerde kullanılan kesiciler çoğunlukla açma-kapama işlemlerini basınç altında gerçekleştirir ve havalı kesiciler (air-blast circuit breakers) diye anılırlar. Açma ve kapamanın güvenlik içinde yapılabilmesi kesme hücreindeki basınçla ilgilidir. Yetersiz basınçta açma, kapama ya da tekrar kapama yaptırılmasına çalışılması kesiciyi patlatabilir. Bu yüzden havalı kesicilerde basıncın ne tür işleme yeterli olduğu üç göstergeyle verilir.

- Açmayı kilitleme basıncı Açk, bu değer altındaki basınçta kesici açtıramaz.
- Kapamayı kilitleme basıncı Kk, Açk basıncından büyüktür kapama ve açma işlemleri için yetersizdir.
- Tekrar kapamayı kilitleme basıncı Tkk, Kk basıncından daha büyüktür, fakat açma, tekrar kapama ve açma işlem dizisini başaramaz.

4. GECİKMELİ TEKRAR KAPAMA

Çok yüksek gerilimli iletim hatlarındaki açma ve tekrar kapamalarda sistem kararlılığı bozulmuyorsa, gecikmeli tekrar kapama (delayed reclosing) yararlı ola -

bilir. Gecikmeli tekrar kapama ya başarısız hızlı tekrar kapamadan sonra ya da doğrudan uygulanır. Hızlı tekrar kapama ölü süresinin kısalığından hattın tekrar devreye alınması güçlükleri, gecikmeli tekrar kapamayla giderilebilir. Ayrıca başarısız bir hızlı tekrar kapamadan sonra yaptırılan gecikmeli tekrar kapamanın başarı olasılığı fazladır. Özellikle karlı ve buzlu bölgelerde hızlı tekrar kapama gerçekleşemediği halde, gecikmelisi başarılı olmaktadır. Kablolarda gecikmeli yerine hızlı tekrar kapama arzu edilir

Sistemin kalıcı arızalarında, hızlı tekrar kapamayla üreteç uyarıları normale dönemeden tekrar bozulmakta ve Dazı sakıncalar doğurmaktadır, gecikmelisinde ise uyarılar normale ulaştıktan sonra bozulduğundan fazlaca sorun yaratmaz.

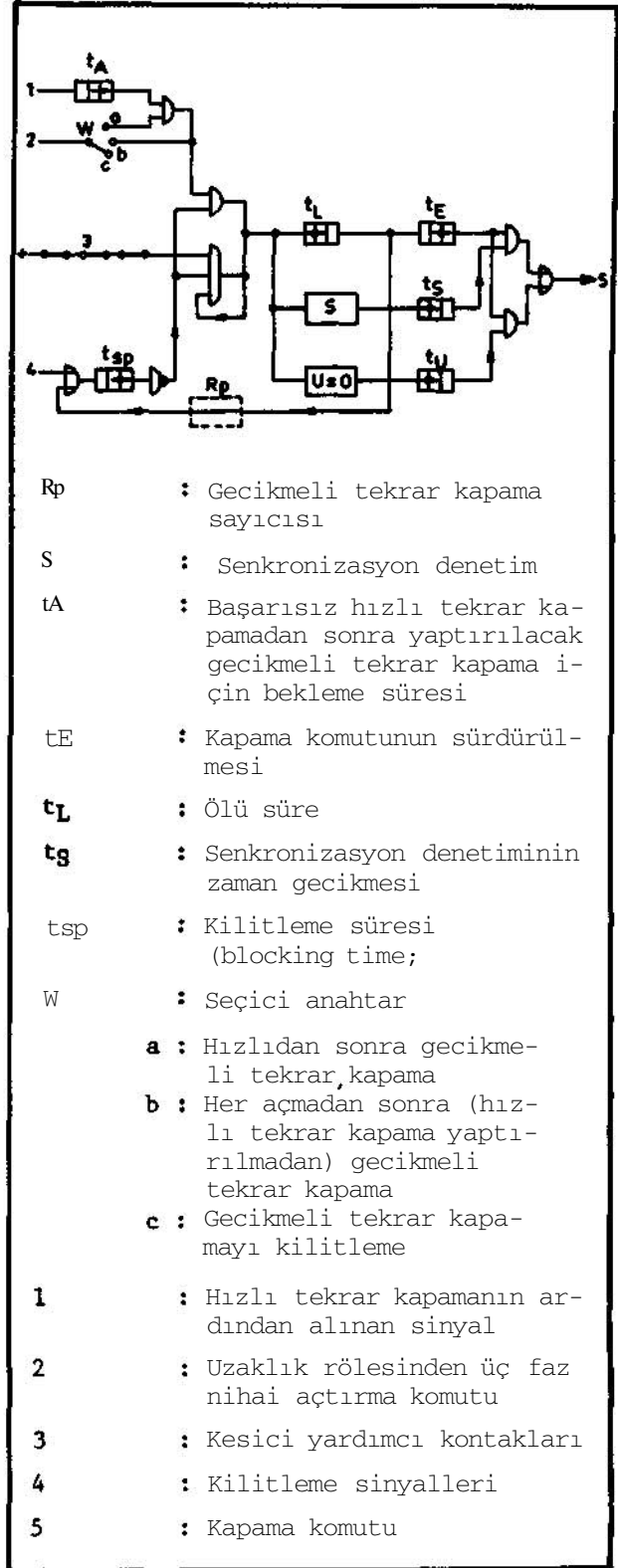
Tekrar kapamanın başarı şansı ölü sürenin azaltılmasıyla artmaktadır. Önceden de belirtildiği gibi, ölü süre sistemin kararlılık koşullarıyla sınırlıdır. Ölü sürenin uzun olmasının bir başka sakıncası, bu sürede diğer bir hatta kısa devrenin olması ve sistem senkronizasyonunun kaybolmasıdır.

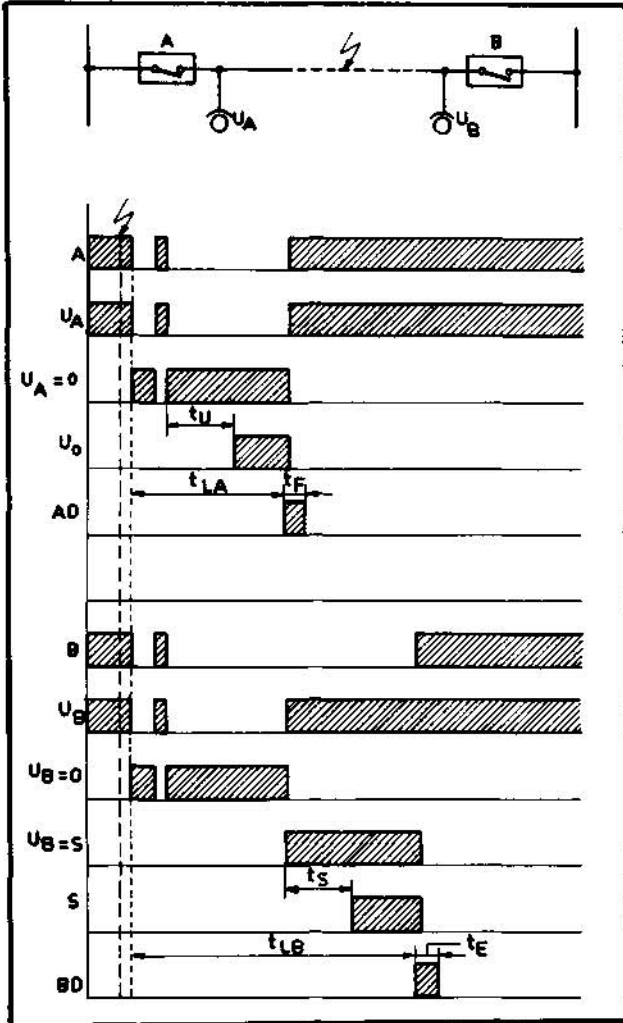
Hızlı tekrar kapamanın temel ilkesi, gerilim denetimi (senkronizasyon) yapılmadan hattın her iki ucunun aynı anda; gecikmelisinde ise her iki ucun farklı ölü sürelerde, gerilim ve senkronizasyon denetiminden sonra kapatılmasıdır.

Gecikmeli tekrar kapama biriminde doğrudan ya da başarısız hızlı tekrar kapamadan sonra yapılacak gecikmeli tekrar kapama W anahtarı üzerinde seçilir. Ayrıca W seçici anahtarında, gecikmeli tekrar kapamayı kilitleyen bir üçüncü konum vardır- Gecikmeli tekrar kapamanın t^{\wedge} ölü süresi dolunca kapama komutu verilir ve tekrar kapamayı kilitleyecek sayıcı (R_p) devreye girer.

Şekil 2.

Gecikmeli tekrar kapama biriminin us devresi



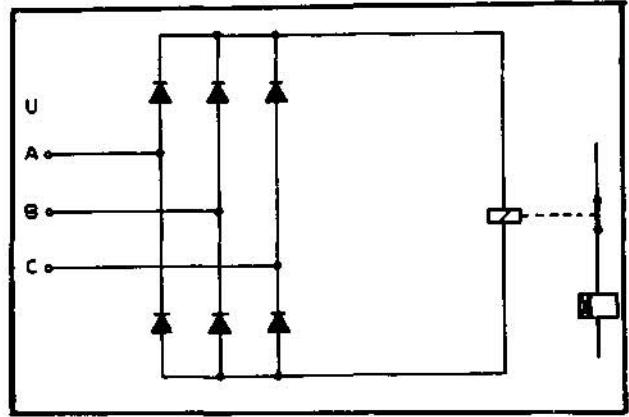


Şekil 3. Gecikmeli tekrar kapama işlem dizisi

- A, B : Kesiciler
D : Kapama komutu (AD, BD)
S : Gecikmeli senkronizasyon denetiminin kapanan kontağı
 t_E : Kapama komutunun sürdürülmesi
 t_L : Ölme süresi
 t_S : Senkronizasyon denetiminin zaman gecikmesi
 t_U : Düşük gerilim rölesinin kapanma zaman gecikmesi
 U_A, U_B : Hat gerilim trafoları
 U_0 : Gecikmeli düşük gerilim rölesinin kapanan kontağı

Hattın her iki ucundaki A ve B merkezleri için tekrar kapama zaman çizelgeleri Şekil 3'te verilmiştir. Koruyucu rölelerle kesicilerin

ilk açtırılmasından sonra hattın her iki ucunda başarısız tekrar kapama yapılmış ve gecikmeli tekrar kapama başlatılmıştır. Hat henüz gerilimli değilken A merkezinin t_{LA} ölme süresi dolar, A kesicisi kapatılarak hat enerjilenir. A kesicisi kapatılarak hat enerjilenir. Her iki merkezdeki düşük gerilim röleleri reset olur. Senkronizasyon denetleyicisi B merkezinde senkronizasyonu gerçekleştirdikten birkaç saniye sonra kontaklarını kapar ve B kesicisinin t_{LB} ölme süresi dolduğunda kapanmasını sağlar. Ölme süresi t_j , 5-15 sn, iki merkezin ölme süreleri arasındaki fark A-5 sn, kilitleme süresi 5 sn ve



Şekil 4. Düşük gerilim rölesi

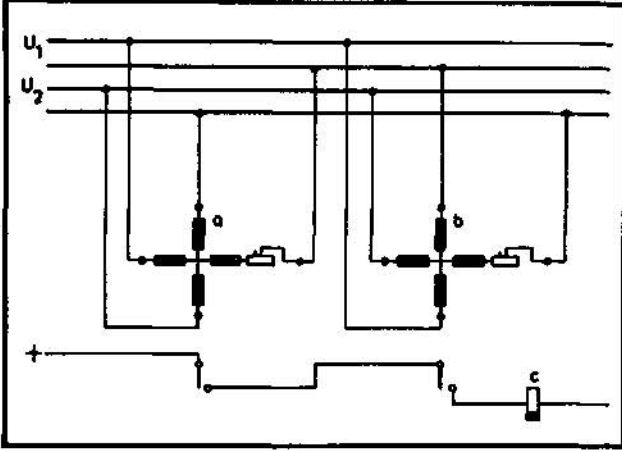
A, B, C : Fazlar U : Hat gerilimi

senkronizasyon denetim süresi 4-5 sn arasında seçilebilir. Kapama komutunun da 0,1 sn sürdürülmesi yararlıdır

Hattın ilk kapatılan ucu (Şekil 3'te A) hatta gerilimsiz, olarak bağlanır. Düşük gerilim rölesi hat gerilimini ölçerek hattın gerçekten enerjisiz olup olmadığını saptar. Gerilim üçgenine 3 fazlı köprü üzerinden bağlı (Şekil 4) düşük gerilim rölesinin çalışması için geciktirilir.

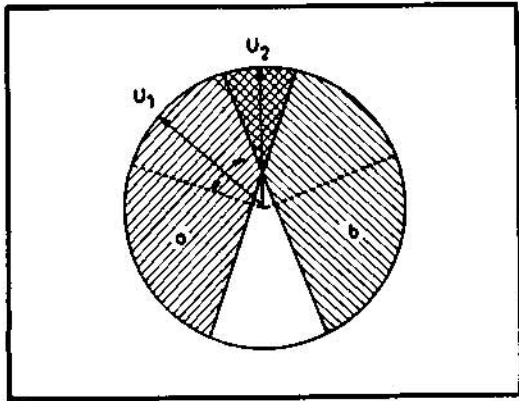
Şekil 5 te görülen senkronize edici, Ferraris ilkesiyle çalışan iki faz-açılı röleden oluşur. Faz-açılı rölenin iki bobini faz arası gerilimlere bağlıdır ve maksimum moment açısı 60°-90° arasında değişir. Gerilim vektörü U_2 referans alınmıştır, U_j gerilim vektörü, kayma frekansında (Slip frequency) U_2 'nin etrafında döner (Şekil 6). U_j vektörü, iki taraflı alanın üst üste bindiği bölgede kontaklarını kapar. Bu bölgede

ya fazlar çakışmış ya da faz açıları çok az fark kalmıştır. Bu ise senkronizasyonun gerçekleştirilebileceği andır. Çıkış imi gecikmeli olduğundan, kayma çok fazla ise, çıkış komutu alınmaz.



Şekil 5. Senkronizasyon denetim devresi

UI : Bara gerilimi
 U₂ : Hat gerilimi
 a, b : Faz-açı röleleri
 c : Gecikmeli kontaktör



Şekil 6. Senkronizasyon denetim devresinin işlem dizisi

U_j gerilim vektörü U₂ etrafında döner, U_j gerilimi hangi taralı alandaysa a ya da b faz-açı rölesi çalışır. U_j gerilimi her iki alanın çakışan bölgesindeyse kapama komutu verilir.

Senkronizasyon için ayrıca bir ek gerilim genlik denetim rölesine gerek yoktur. Çünkü genlikler arasında büyük farklılaşma varsa faz açısı röleleri bağlantıyı yapmaz.

5. SONUÇ

Geçici arızaların giderilmesinde kullanılan tekrar kapamanın sistemdeki yerini şöyle özetleyebiliriz:

1. Tekrar kapama yalnızca hat, özellikle uzaklık korumasıyla bir arada kullanılır.
2. Dağıtım hatlarında (34,5 kV ve alt gerilimler) ayrımsız 3 faz hızlı tekrar kapama yaptırılır.
3. Daha üst gerilimli hatlarda (154 kV) 1+3 faz hızlı tekrar kapama yaygındır.
4. Çok yüksek gerilimli uzun ve yüklü hatlarda tekrar kapama türünü, sistemin koşulları saptar.
5. Kablolarda gecikmeli yerine 3 faz hızlı kapama yaptırılır.
6. Transformatör, üretici, reaktör, kesici arıza (breaker failure) ve bara korumalarının açtırmalarında tekrar kapama yaptırılmaz.
7. Saplamalı ve paralel hatlarda faz seçimi güçleşeceğinden tek faz yerine 3 faz tekrar kapama yaptırılması daha uygundur.
8. Gecikmeli tekrar kapama karlı ve buzlu bölgelerdeki hatlarda hızlıdan daha başarılı olmaktadır. En çok iki gecikmeli tekrar kapamayla tüm geçici arızalar giderilebilmektedir.
9. Arıza ve başarısız hızlı tekrar kapama tek fazlı da olsa, tüm gecikmeli tekrar kapamalar 3 faz olarak yaptırılır.

KAYNAKLAR:

- (1) *Applied Protective Relaying*, Westinghouse Electric Corporation Relay Instrument Division, Newark, New Jersey, 1964.
- (2) *Brown Boveri CW6 otomatik tekrar kapama rölesi*
- (3) *Brown Boveri "Autoreclosing"*, Röle ve koruma bölümü, CH-E540-2E