

Çok Yüksek Gerilimli Hatların Korunması

M. MÜLLER (P. ET.)

Revue Brown Boveri'den tercüme eden

H. CEYHAN

Elektrik enerjisinin naklinde hergün daha yüksek gerilimlerin kullanılması, şebekenin korunması bahsinde rölelerin ehemmiyetini hiç azaltmamıştır. Bu bakımdan çok yüksek gerilimli ve bilhassa nötrü direkt olarak topraklanmış şebekelerin korunmasının, ortaya koyduğu problemleri ve bunların çözümlerini gözden geçirmeyi faydalı bulduk. Rölelerin vazifeleri, bilhassa otomatik, süratli tekrar kapamanın tatbik edilmesi halinde, faz - faz ve faz - toprak arası arızalarının tesbit edilmesi, ve şebekede stablile bozulmadan en kısa zamanda, selektif olarak arızalı parçanın devreden çıkarılmasıdır. Fakat, koruma rölelerinin süratli çalışmalarının hiçbir surette sahip oldukları emniyeti bozmaması gerektiği aşîkârdır.

Kullanılan ölçü transformatörlerini ihmal edersek, gerilimin yüksek olması, meşgul olduğumuz meselelerde mühim rol oynamamak tadır. Diğer taraftan, bu gibi şebekelerde bilhassa hatların uzunluğuna dikkati çekmek gerektir. Hatlar çok yüklü olduğu takdirde normal rejimle, kısa devrenin mevcut olduğu hal birbirinden normal vasıtalarla ayırt edilemiyebilir- Kısa devre akımları normal rejim empedanşı, kısa devre anında görülen empedanstan küçük olacak tarzda zayıf olabilirler. Ayrıca fazlar arasında ve faz ile toprak arasındaki kapasiteleri de nazarı itibare almalıdır. Bu kapasiteler, bilhassa toprak arızalarında, zaten oldukça büyük olan kısa devre reaktansını arttırıcı ve netice itibariyle arıza akımını azaltıcı tesirde bulunurlar. Böylece, sık sık, arıza akımının ölçü transformatörlerinin nominal akımının bir kesiri kadar olması ve dolayısıyla »röleler için zor çalışma şartlarının doğmasına rastlan^".

Umumiyetle, çok yüklü ve az dalbudaklanmış çok yüksek gerilimli şebekelerde, senkronizmin bozulması halinde otomatik tekrar kapama yapılamaz.

Normal akımdan arıza akımının fark e-

dilmesinin zorlukları gözönüne alınırsa, bir arızada yalnız bir uçtaki röle çalışabileceğinden, bu çeşit şebekelerde, kuran portörle irtibatın kurulmasının ehemmiyeti görülmektedir. Fakat, atmosferik şartlara bağlı olarak değışen, korona hadisesi, bu irtibatın çalışmasını zorlaştırmakta ve bundan doğan zayıflamadan dolayı vericinin takatini arttırmak icap etmektedir.

Sadece otomatik tekrar kapama kullanıldığı takdirde çıtaya çıkan diğer bir ehemmiyetli mesele de, arızalı fazın seçilmesidir. Nihayet, hatların taşıma kapasitelerini arttırmak için kullanılan seri kondansatörler de, kompensasyon nisbeti muayyen bir sının üstünü hususî tedbirler alınmasını icap ettirmektedir.

Mevcut Koruma Sistemleri

Bugün üç cins koruma sistemi mevcuttur :

- 1 — Bir hattın iki ucunda akımın yönüne mukayese eden sistem,
- 2 —, Mukayesenin enerji yönü üzerinde olduğu sistem,
- 3 — Nihayet, distans koruması .

Bu sistemlerin birincisi, pilot telinin tuzan portör irtibatı ile değıştirilmiş olduğu diferansiyel korumadır. Ekonomik mülâhazalarla her fazın akımını ayrı ayrı değil, fakat her çeşit arızayı tesbit edecek tarzda, sıfır bileşenle doğru veya ters bileşenden biri mukayese edilir. Eâer ölçülen akımlar aynı fazda iseler vaz'yet normaldir. Hattâ bir arızanın meydana gelmesinde, hemen akımlardan biri istikamet değıştirir, iki 'çkttu' ters fazdadırlar ve açma emri verilmiştir. Bu sistemin avantajı, gerilim transformatörüne ihtiyaç göstermeyip yan'z akım transformatörleri ile çalışmasıdır; fakat gerilim transformatörlerine, senkronizasyon veya ölçme gibi maksatlarla zaten ihtiyaç olduğundan bu bahis çok ehemmiyetli değ'idir- Diğer taraftan

hor cins hatta tatbik edilemez. Meselâ, eğer hat bir veya birkaç kolu besliyorsa, bu sistemin, kullanılması pek tatmin edici olmayan neticelere erişebilir. Diğer taraftan, umumiyetle bir distans rölesi ile sağlanan yedek bir koruma sistemini de temin etmek lâzımdır.

İkinci sistemde, açma kumandası, hattın iki ucundan, arıza yönünde enerji geçtiği takdirde verilir.

Bu iki sistem esas itibariyle birbirinden çok farklı değildir. Her ikisi de, her cins arızaya hassas olabilmek için, faz arası ve toprak kısa devrelerinde çalışan ayrı elemanlar ihtiva eden röleler isterler; ayrıca her iki sistemde de yedek bir koruma tertibatı ve selektif olmaları içinde kuran portör irtibatı elzemdir.

Fakat, döner alanlı distans röleleri ile korumada tatmin edici neticeler elde etmiş olduğumuzdan, çok yüksek gerilimli hatlara da kabili tatbik olan bu sistem üzerinde durmak istiyoruz. Distans koruma sistemi, evvelkilerden daha umumî olarak tatbik edilebilir ve sadece korunan hattın arızaları için değil de, bu hattın uçlarındaki postalarda ve bilhassa bağlı hatlarda vuku bulacak arızalarda da, çalışırlar. Distans röleleri sisteminde, kuran portör tesisatı postaların civarındaki arızalarda, hatları her iki uçtan açmak için irtibatla kullanılır. Distans koruma sisteminin en ehemmiyetli diğer bir avantajı olarak da, herhangi bir sebepten yüksek frekanslı irtibat tesisatı servis dışı kalsa dahi her çeşit arızada gene aynı tesir etme ve selektivite kabiliyetini muhafaza etmesi gösterilir. Yukarıda söylenmiş olan birinci sistemin tersine, distans koruma sistemi (ikinci sistem gibi) gerilim ölçme âletlerine ihtiyaç gösterir. Fakat, burada hassasiyet şartlarını sağlaması halinde, oldukça ucuz olan kapasiteli gerilim bölücülerini kullanılabılır.

Yazının başında bahsedilmiş olan meseleler gözönüne alınarak, bir kaç seneden beri, bir period civarında bir çalışma zamanına sahip olduklarından bir periodlu röleler denilen tipler imâl edilmiş ve kullanılmağa başlanmıştır. Bu zamanın, emniyet şartları bozulmadan, daha da kısaltılabileceği zannedilmemektedir.

Bu güne kadar bir periodlu röleler, nötrü izole, veya söndürme bobini üzerinden topraklanmış şebekelerde, stabilite için, en tehlikeli olan iki veya üç fazlı arızaları tesbit etmek için kullanılmışlardır. Fakat istatistikler, kaydedilen arızaların % 90 ını tutan faz toprak arızasına en sak rastlandığını göstermektedir. Tabiatıyla, bir periodlu rölelerin, nötrü topraklanmış şebekelerde bu çeşit arızalar için de kullanılması düşünülmüştür. Bu maksatla, döner alanlı ve her üç gerilimi de kontrol eden üç rölenin her biri faz ile toprak arasına bağlanmaktadır. Bu suretle röle her türlü toprak ve üç fazlı arızalar da çalışabilmektedir. Çok nadir vuku bulan iki faz arası arızası ise yedek koruma tesisatı tarafından tesbit edilmektedir.

Bir periodlu rölelerin tesisi, normal olarak, hattın % 90 ı üzerindedir. Postalar civarında meydana gelen kısa devrelerde, hattı iki ucundan açabilmek için, yüksek frekanslı irtibata ihtiyaç vardır.

Otomatik Tekrar Kapama Yapmak Üzer® Tek Fazlı Açmalarda Faz Seleksiyonu Problemi:

Bir şebekenin stabilitesi, senkronizmayı arızasız fazlarla muhafaza ederek, disjonktörler tarafından sadece arızalı fazın ayrılması ile, iyileştirilebilir. Fakat, bir tek faz senkronlayan çiftin yalnız % 25 ini nakledebildiği ve üç fazın birden açılması, açık kalma ölü zamanını, iki fazın açılması halinden çok daha azalttığı (kapasitif atakların tesiri) için, bugün disjonktörlerin müsaade ettiği miktarda- ve topraklanmış şebekelerde sadece tek veya üç fazlı açma ve otomatik tekrar kapama yapmayı kullanmaya doğru bir meyil vardır.

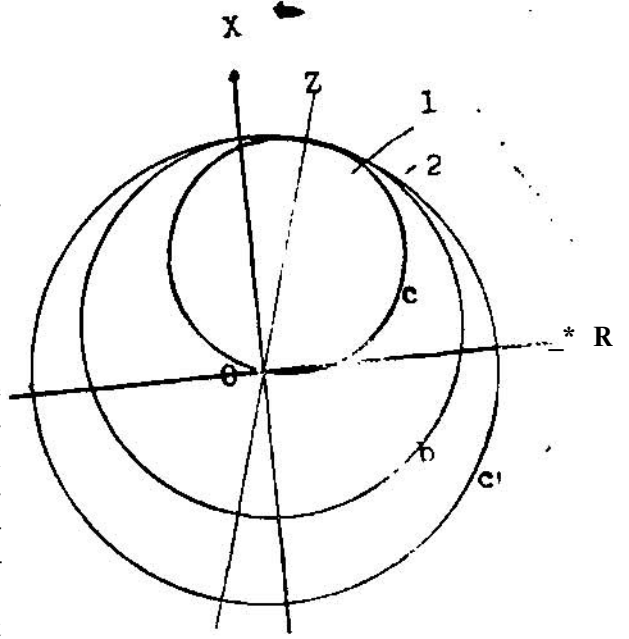
Çok yüksek şebekeler nadiren ağ şeklinde oldukları ve arızaların büyük kısmı da faz-toprak arasında meydana geldikleri için, buralarda stabiliteyi de kuvvetlendiren tek fazlı açma ve otomatik tekrar kapama sisteminin ehemmiyet kazanmasının sebepleri anlaşılmaktadır. Tek fazlı açmadan sonra, kapasitif akımların devam ettirdiği arkın tam olarak sönmesini sağlamak üzere, devrenin açık kalma zamanının, uzatılmasının, stabilite- nin muhafazası üzerinde az bir tesiri vardır. Fakat tek fazlı otomatik tekrar kapamanın

tatbikatı hatlar uzun olduğu takdirde zorluklarla karşılaşır-

Hatlar muayyen bir uzunluğu aştıkları zaman,, kapasitif akımların devam ettirdiği ark söndürülemez. Biz burada bu noktadan ziyade rölelerin çalışması bakımından karşılaşılan zorluklarla meşgul olacağız.

Tek periodlu distans rölesi ve faz selektörleri ile mücehhez bir AB hattını gözönüne alalım. Uçlardan toplam uzunluğun onda biri mesafelerin de, yani hattın onda sekizinde meydana gelen büyük faz toprak arızalarında bu fazın A ve B deki rölelerinin her ikisi de çalışır. Dolayısıyla, kuran, portör irtibatından müstakil olarak arızalı fazın iki ucundaki disjonktörler aynı anda açarlar. Fakat, meselâ arıza sadece A postası civarında meydana gelirse yalnız bu postadaki röle çalışır. Hat Un diğer ucundaki disjonktörün aynı kutbuna açma kumandasının iletilmesi lâzımdır. Fakat, ekonomik sebeplerden dolayı, elde her üç faza ait kumandaları nakletmek üzere bir kuran portör kanalı vardır. Bundan dolayı B potasında istenilen disjonktör kutbuna kumandayı götürecektir bir ayırıcı tertibat lâzımdır (ters olarak B civarındaki arızalar için de A da böyle bir tertibata ihtiyaç vardır).

Fazların ayrılması için. birinci metod her an faz nötr gerilimini ve her fasdaki akımı ölçen empedans rölesi kullanılmasıdır. Fakat, evvelce de işaret edilmiş olduğu gibi uzun ve çok yüklü bir hat mevzuu bahisse, normal rejimdeki empedans kısa devre halinden daha küçük olabilir ve hususî tertibat alınmamış ise zamansız açmalar meydana gelebilir. Bu tertipler arasında meselâ hattın yerine göre seçilmiş bir noktasındaki gerilim'n "image" ını teşkil edecek bir gerilimle besleyecek tarzda röleyi konipundlamaktan bahsedilebilir. Böylece normal ve kısa devre rejimleri empedansları pek âlâ birbirinden fark ettirilebilir, çünkü kısa devrede hattaki gerilim oldukça zayıf bir değere düşer (zaten aynı problem yedek olarak vazife gören, normal distans rölelerinde de mevzuu bahistir). Bu kompundaj şekil 1 deki röle diyagramında dairenin merkezinin kaydırılmasını sağlar. Kompundlama ile yönlülük hassasını kazanan rölenin çalışma sınırları, empedansın azaltıl-



Şekli: 1 — Empedans Rölesinin çalışma diyagramı

R = hat rezistansı

X = reaktans

a = Kompundlanmamış röle için daire rölenin çalışmasını sağlayan empedans faz açısında* müstakildir

b = Kompundlanmış röle için daire

c = Rölenin mas. olarak kompundlanması hali Her halde dairenin içinde kalan 1 bölgesi rölenin çalışma sahasıdır. Röle kompundlanarak bu alan küçültülmüştür.

ması sebebiyle, arızada empedansın aldığı değerler sahasına tekabül eder-

Bu röle ayrıca sarkaç tarzı titreşimlere de daha az hassastır. Böylece, kompundaj sayesinde empedans röles', uzun ve çok yüklü hatlar için dahi, faz selektörü vazifesi görür.

Yalnız, empedans rölelerinin, ya besleme takatlarının küçüklüğünden veya arızanın hattın ucunda bulunmasından, kısa devre akımı çok küçük olursa çalışmamaları, onlar için bir dezavantajdır.

Bu gibi hallerde fazların ayrılması yıldız gerilimlerini kontrol edici üç minimum gerilim rölesi ile yapılır. Fakat, İsveç'te, Stadsforsen ile Hallsberg'i bağlayan 220 kv. ve 480 Km. lik hattın, ortasında meydana gelen toprak arızasında gerilimin yalnız % 7 düştüğü görülmüştür, ki bu da normal bir gerilim rölesini çalıştıracak miktardan çok azdır.

Besleme takatının az veya çok (bu son **halde** eğer hat çok uzun ise, hattın, ucundaki bir arıza küçük bir gerilim düşümü doğurur ve diğer taraftan, empedans ölçme tertibatı akımların küçüklüğünden dolayı çalışmaz) olduğu hallerde daha iyi bir ayırma yapılabilmesi için iki vektörün çarpımına hassas olan röle kullanılması iyi neticeler verir. Bu röle tesis edilmiş olduğunda noktadaki bir fazın, faz-toprak gerilimi ile, kompundaj sayesinde elde edilen, hattın ortasının veya münas'p olarak seçilen, herhangi bir noktanın ona tekabül eden geriliminin image'ının vektörel çarpımını ölçer ve bu çarpım muayyen bir değerden aşağı düştüğü veya negatif olduğu zaman hemen çalışır. Kompundaj derecesi, rölenin bulunduğu ucun aksi uçtaki bir arızada, bu iki gerilimin çarpımı, faz farklarını da gözönüne alınarak, servis yıldız geriliminin karesinden küçük olacağı tarzda seçilir. Kompundaj için seçilen nokta ile hattın başı arasındaki arızalar için bu çarpım negatif, diğer kısım arızalarında rölenin ayarlanmış olduğu değer altındadır. Rölenin hemen civarındaki arızalarda yüksek gerilimlere maruz kalmaması için, kompundlama için kullanılan bobinin demiri, akım muayyen bir değeri aştığı takdirde doyan cinsten olmalıdır. Böylece üç faza bağlanmış üç röle ile, her zaman, her cins arıza için ve her türlü işletme şartında normal rejimle arızalı hal birbirinden tam olarak ayınlabilir-

Hatların Seri Kondansatörlerle

Korunması :

Bir kaç seneden beri, çok yüksek gerilimli hatlarda, nakledilebilen takati arttırmak için hat ile seri bağlanmış kondansatörler kullanılmaktadır. Bu kuplaj hattın endüktif reaktansını kompanse etmek gayesini gütmektedir.

Hattın karakteristik empedansını düşürme ile bir nevi, natürel takatında ve dolayısıyla taşıyabileceği takat da bir arttırma, aynı stab'lite şartlarını muhafaza etmek şartı ile, yapılmaktadır. Seri kondansatörlerin kullanılması üzerinde *bısr* çok çalışmalar yapılmış ve bunlar neşredilmiştir. Biz burada sadece koruma sistemlerinin ve bilhassa dis-

tan's rölesinin çalışma tarzlarını gözden geçireceğiz.

Hatları koruma tekniği bakımından, kapasitelerin hat boyunca yayılı olmaları faydalı olurdu. Kademe kademe konransatör bataryalarının tesisi ise pahalı olacaktır.

Bugüne kadar yapılmış bütün tesislerde, kondansatörlerin bir veya iki noktada toplanması ile iktifa edilmiştir. Bu bataryalar sürtansiyonlara karşı kutuplarına paralel bağlanmış ve gerilim normal değerinin üstüne çıktı mı hemen atlamayı temin eden eklâtörlerle korunmuştur. Teknik sebeplerle ve kompensasyon miktarının % 50 yi geçmemesi için, bu kondansatörlerin hattın orta yerine tesis edilmeleri umumileşmiştir.

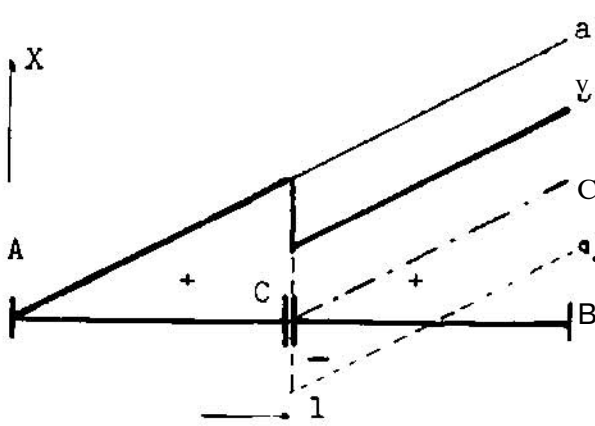
Hat üzerinde bir arıza yokken kondansatörlerin faydalarından istifade edebilmek için, kutuplar arasına konulmuş olan eklâtörler bu hatta bağlı kollarda meydana gelecek arızalardan doğan gerilim artmalarına çalışmayacak tarzda ayarlanırlar. Eğer hattın üzerinde bir arıza olursa hat her iki ucundan da açılır ve disjonktörler, eklâtörlerdeki arkın sönmeseine müsaade edecek kadar bir müddet durduktan sonra tekrar kaparlar.

Eğer kâfi olmıyan bir dejonizasyon sebebi ile eklâtörler tekrar çalışırlarsa her üç fazda da kondansatörler, tekrar kapama manevrasına mâni olmamak için küçük bir gecikme ile kısa devre edilirler.

Makalenin başında işaret edilmiş olan üç cins koruma sistemini seri kondansatörlerle kompanse edilmiş hatlara tatbik edebilmek için şu hususların gözönüne alınması lâzımdır-

Kondansatörlerin tesis edildiği noktadan ilerde meydana gelen arızalardan rölelerin ölçtüğü akım bataryaların reaktif takatından dolayı şebeke geriliminden ileridir, yani hattın reaktansı kondansatörlerinkinden küçük olduğu andan itibaren röleler çalışmazlar.

Eklâtörlerin çalışmasından evvel kapasitif olan hat reaktansı çalışmadan sonra endüktif mahiyet alır. Bu değişikliğe akım ile gerilim arasında faz açısının fark etmesi tekabül eder ki bu fark 160° ilâ 170° ye erişebilir. Fakat her üç korunma sisteminde de



Şekil : 2 — Seri kondansatörle kompanse edilmiş bir hat üzerinde reaktans değişimi
o, b, c, d eğrileri % 0,25, 50 ve 75 kompanasyon miktarlarına tekabül eder.
+ = pozitif reaktans bölgesi
- = negatif reaktans bölgesi

ölçme organları çok daha dar bir faz farkı sahasında çalışabilirler. Dolayısıyla her üç sistemde de eğer kompanasyon miktarı yüksekte arızanın hat 'üstünde bulunup bulunmadığını anlıyabilmek için eklâtörlerin çalışması lâzımdır.

Ayrıca, röle seçilirken, kondansatörlü hatlarda transient hadiselerin, normal hatlardakinden, biraz farklı olduğu gözönüne alınmalıdır, burada ayrıca alçak frekanslı bir titreşim de vardır.

Distans koruma sisteminin diğer ikisinden farkı, ölçülen büyüklüğün reaktans olmasıdır. Fakat, hatta seri kapasitenin bulunmasa yeni bir problem meydana çıkarmaktadır. Hattın A ucuna konulmuş bir röleyi ele alalım. A noktası ile her hangi bir nokta arasında ölçülen reaktans şekil 2 de gösterildiği gibi değişir. Eğer kompanasyon miktarı %25 ise (b eğrisi), hattın toplam reaktansı kondansatörler bulunmadığı haldekinin hemen hemen % 75 i civarındadır. Bir arızanın vukuunda, eklâtörler çalışmakta ve kondansatörler kısa devre olmaktadır ve testleri ortadan kalkmıştır. Kondansatörler mevcut iken hattın % 90 mı korumak üzere ayarlanmış olan bir rölenin çalışma sahası aniden % 67 ye düşmektedir. Açmanın âni olarak yapıldığı hat parçasının boyu, kompanasyon derecesi arttıkça kısalmaktadır. Dolayısıyla burada normal hatlara nisbeten kuran portör irtibatının daha ehemmiyetli bir yer tuttuğu

görülmektedir. Şekil 2 de, kompanasyonun % 50 olması halinde, eklâtörlerin çalışmasından sonra, bir hat parçasının rölelerin âni tesirinden hariç kaldığı görülmektedir. Bu şartlar altında, hattın bütün noktaları için, kuran-portör irtibatı olsa dahi, rölelerin süratli çalışmalarından istifade edilememektedir. Dolayısıyla, distans koruma sisteminin tam değerini her yerde koruması için, eğer hususî tertibat alınmamış ise ve bir grup kondansatör bataryasının kullanılması halinde, kompanasyon miktarının % 50 den az olması lâzımdır. Kondansatörleri iki postaya yerleştirmekle bu miktar %66 ya çıkarılabilir.

Hattın kollarında meydana gelen arızalarda çalışmayacak tarzda eklâtörleri ayarladığımızdan, bunların çalışmasını arızanın hatta meydana gelmiş olmasına bir işaret sayabiliriz. Böylece atlama sırasında, bir kuran portör irtibatıyla, uçlardaki distans rölelerinin çalışma sahaslarını büyütecek bir tertibata veya doğrudan* doğruya, bir faz seçici tertibatından geçip disjonktörlere kumanda edecek işaretleri nakledebiliriz. Böyle bir tertiple, kompanasyon miktarı % 50 yi geçen hallere dahi distans koruma sistemi bütün avantajları ile tatbik edilebilir.

Netice :

Yukardaki mülâhazalar, uzun mesafelere, büyük takatlar taşıyan çok yüksek gerilimli hatların, koruma sistemlerinin zar şartlar sağlaması gerektiğini göstermiştir. Zorlukların biri, normal ve arızalı rejimler reaktansları arasında çok cüz'î fark olmasıdır. Seri kondansatörlerin kullanılması zorluklar doğurmaktadır.

Meydana gelen, arızaların hemen hepsi faz toprak arasında olduğuna göre, nötrü topraklanmış şebekelerde tek fadî açma ve otomatik, çabuk tekrar kapama yapılabilmesi b'lhissa mühimdir; böylece nakil stabilitesinin korunabildiği bilinmektedir. Bu halde röleler arızalı fazı emin, olarak tayin etmeli ve çok kısa bir çalışma zamanları olmalıdır. Bu şartları ise yukarda sayılan sistemler tñükemmeden yerine getirmektedirler.