

# Röle koordinasyon prensipleri ve tatbikatı

Yazan : T. Müh. Ragıp DAMAR  
ETİBANK

**Giriş:** Modern sistem koruma prensiplerinde gözönünde tutulacak en önemli hususlardan birisi, şüphesizki o sistemin en son tekâmül neticelerinden faydalanarak korunmasının teminidir. Bu ise iki ana unsurun birleştirilmesi ile tahakkuk ettirilebilir. Bu unsurlardan birincisi sistem koruma cihazlarının modernleştirilmesi, ikincisi ise bu cihazların birbirleriyle koordine bir şekilde çalışmasının teminidir.

Bu unsurlardan birincisini, yani sistemin modern koruma cihazları ile teçhizini temin etmek, ikincisine yani bu cihazların koordine çalışmasını sağlamak unsuruna nazaran nispeten daha basittir. Çünkü, günlük teknik literatürü takip eden bir kimse koruma cihazlarında yapılagelen yeniliklerden elbette haberdar olacak ve sistemin bu cihazlarla teçhizini temin cihetine gidecektir. Fakat esas problem bundan sonra meydana çıkmış olacaktır. Sistemin muhtelif noktalarına yerleştirilen bu koruma cihazları birbirleri ile ahenkli bir şekilde nasıl çalışacaktır?.. Bunun temini, elbetteki bu cihazların seçilmesinden daha mühim olup, seçilen muhtelif koruma cihazlarının teknik vasıflarını çok iyi bilmeyi icap ettirir. Biz burada koruma cihazlarından sadece muhtelif tip röleleri alıp bunlar arasında bir koordinasyon sağlamaya çalışacağız.

**Rölelerin Seçilmesinde Gözönünde Tutulacak Hususlar :** Esas mevzuumuz rölelerin seçilmesi olmadığı halde koordinasyona yardımcı olma bakımından rölelerin seçilmesinde bazı önemli noktaların gözönünde tutulması icap eder. Bu noktalardan en önemlisi; korunacak şeyin (Generatör, Transformatör, Enerji Nakil Hattı vs.) korunmasında kullanılacak muhtelif tipte röle karakteristikleri arasındaki koordinasyondur. Bunu biraz daha açıklamak için şu önemli noktayı da hatırlamak yerinde olacaktır: Bir sistemin muhtelif noktaları üzerindeki muhtelif tip rölelerde bu anızalan izale etmek ve diğer noktalarda hissedilmemelerini sağlamak için,, arızaya en

yakın röleden başlayarak evvelden tâyin edilmiş bir sıra dahilinde muhtelif rölelerin zamanı geldikçe çalışmaları icap eder. Şöyleki; bir enerji nakil hattında meydana gelen arıza hattın başındaki röleler vasıtasıyla; bu rölelerin herhangi bir sebeple çalışmadıkları hallerde ise bu röleleri takviye edenlerin; bunlarda da bir arıza halinde baraları besleyen fiderler üzerindeki rölelerin çalışmaları ve baralardaki enerjinin kesilmesinin temini icap eder. Bu işler muayyen zaman fasılları ile o şekilde koordine edilmelidirki evvelâ çalışması icap eden röle hakikaten arızayı ilk gören ve onu izole eden röle olsun, işte röle seçilirken gözönünde tutulması icap eden en önemli husus, seçilen rölelerin karakteristiklerinin birbirleri ile koordine edilebilecek şekilde olmalıdır. Bu hususu aşağıda gösterilecek bir misal üzerinde daha etraflı olarak izah edeceğiz. Bundan başka röle seçme de gözönünde tutulacak hususlar; muhtemel ve muhtelif tip arızalarda meydana gelecek akımlar, (mevcut akım transformatörleri çevirme nispetleri gözönünde tutularak) görülebilecek kapasitede ve zaman ayar tertibatlarının istenilen gecikmeyi temin edebilecek evsafa olmasıdır.

**Röle Koordinasyonunun Manası :** Tazımızın başından itibaren rölelerin koordinasyonunun önemi işaret edilmektedir. Bir iki misalle bunu daha vazih bir hale getirebiliriz.

1. Hz empedans röleleri ile korunmakta olan Sanyar - Ankara 154 kv luk enerji nakil hattının orta noktasında bir arıza meydana geldiğini farzedelim. Bu arıza gerek Sanyar, gerekse Ankara röleleri için 1 nci bölge arızası olduğundan her iki baştaki röleler beklemeden faaliyete geçeceklerdir. Rölelerin çalışmasından sonra devre kesici açılacak, yüksek süratli tekrar kapama mevcut olduğundan hat tekrar kapanacak, arıza geçmemiş ise röleler arızayı görmekte devam edeceklerinden devre kesici tekrar açılıp kilitlenecektir. Bu operasyonun devamı röle çalışma zamanı devre kesici açma zamanı ve

devre kesici tekrar kapama zamanına tabi olarak takriben 30-40 cps devam eder. Demek oluyor ki almış olduğumuz misalde 1 nci bölge arızalarının temizlenmesi için 30-40 cps lik bir zamana ihtiyaç vardır.

Şimdi rölenin 1 nci bölge elemanında meydana gelen herhangi bir arıza halinde çalışmadığını kabul edelim. Bu halde 2 nci bölge elemanının çalışması icap eder. Fakat 2 nci bölge elemanı için yukarıda kabul edilen zaman kadar bir fasılaya ihtiyaç vardır. Aksi halde 1 nci bölge normal fonksiyonunu yaparken 2 nci bölgenin lüzumsuz bir operasyonu bahis konusu olacaktır. Bunun için 2 nci bölge zaman ayarını 30 - 40 cps göre ayarlamak icap edecektir.

Bu basit misalde görülüyorki; röle çalışma zamanı, devre kesici açma ve tekrar kapama zamanları nazarı dikkâte alınmak suretiyle Hz rölesi 2 nci bölge zamanının bir koordinasyonu yapılmaktadır. Aynı rölenin 3 ncü bölgesi için de aynı mülâhazalar gözönünde tularak bu bölge zaman ayarının 100/120 cps ayarlanması icap edeceği anlaşılır.

2. Aynı akım transformatörüne bağlı iki benzer röleden birinin zaman ayar mekanizması o şekilde ayar edilirse, biri diğerini devamlı olarak takviye edici durumda çalıştırılır.

3. Aynı akım transformatöründen beslenen iki benzer rölenin akım çıkışları değişik olmak suretiyle biri diğerini takviye edici olarak çalıştırılır.

Bütün bu durumlarda rölelerin ve onların kumanda edecekleri koruma cihazlarının çalışma zamanlarının gayet hassas bir şekilde hesaplanıp koordine edilmesi lâzımdır.

Buraya kadar söylediklerimizi bir misal üzerinde tatbik edersek mevzu daha müşahhas bir şekil alacaktır.

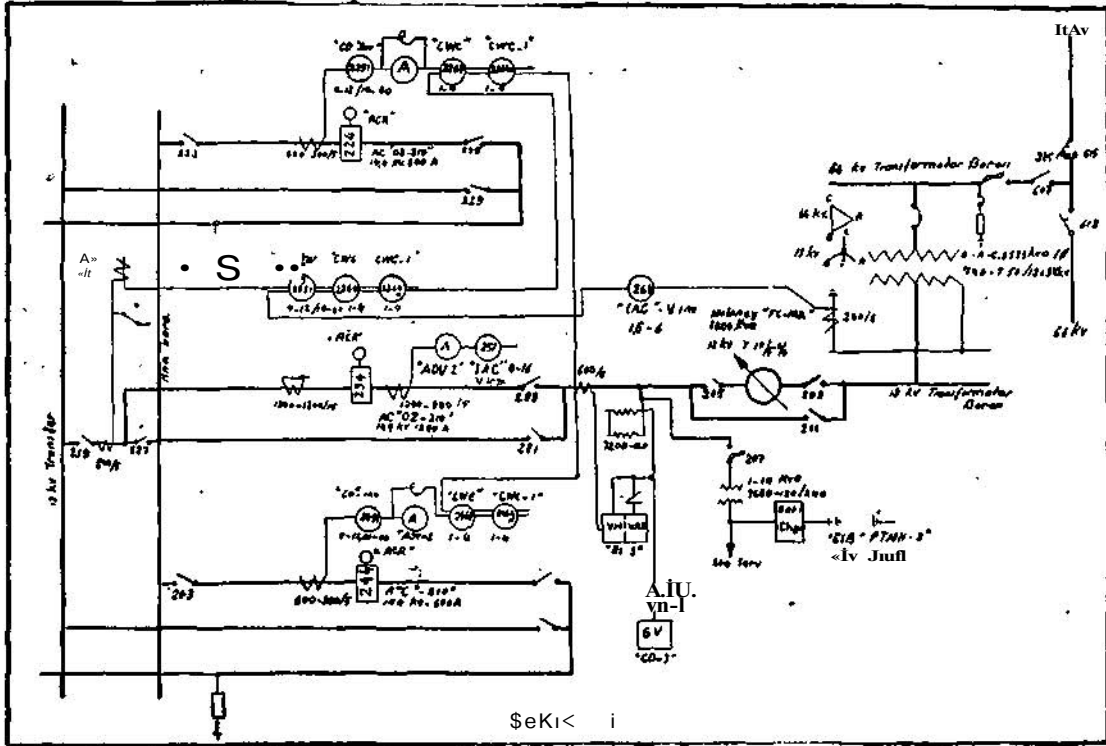
Şekil: 1 de gayet iyi bir şekilde korunmuş küçük bir transformatör merkezi gösterilmektedir. Kullanılan rölelerden bütün tipler bugün Etibank sisteminde mevcut bulunmaktadır.

Şekil: 2 ise şekil: 1 de kullanılan rölelerin muhtelif arıza hallerinden en tehlikeli olanına göre ayarlarını ve birbirleri ile koordinasyonunu göstermektedir.

Şekil 1 in tetkikinden görüleceği üzere 13 kv. luk çıkış fiderleri CO aşın akım röleleri ile ve CWC, CWC-I toprak röleleri ile korunmaktadır. Rölelerin yanında gösterilmiş olan (Inv.) rölenin bağımlı karakteristiğini (Inverse time); (V. Inv.) ise çok bağımlı karakteristikte (Very inverse time) olduğunu göstermektedir. Rölelerin altındaki 4 - 12/10 - 40 rakamları ise rölelerin akım ayar kademelerini göstermektedir. Bu akım ayarlan meselâ

4-12 için 4, 5, 6, 8, 10, 12 amper olarak gitmektedir 8 Amper ucuna bağlı 300/5 A lik bir akım transformatöründen beslenen bir CO rölesinin asgarî çalışma akımı  $8 \times 60 = 480$  A olacağı aşikârdır. Fiderin yük durumuna ve arıza akımının muhtemel değerine göre röle üzerinde münasip bir akım ucu seçilmelidir. Şekil 2 de bu röle için 5 Amper ucu seçilmiş olduğu görülmektedir. Aynı rölenin zaman ayar kolu 1 taksimatı üzerinde tutulmuştur.

Çıkış fiderleri üzerindeki CO aşın akım rölelerini (2451 ve 2251) normal işletmede yani ana bara faaliyette iken kullanacağımız; buna karşılık transfer barayı kullandığımız zaman bu iki rölenin yerine yeni bir röle koymamız ve bu röleyi de devre harici bırakılan iki röle karakteristiğine uygun olarak seçmemiz icap edecektir. Şekil: 1 e bakınca ona bara yerine transfer bara kulanıldığı zaman yukarıda bahsedilen iki CO rölesi (2451 ve 2251) yerine (2351) rölesinin ikame edileceği açıkça görülmektedir. Ancak burada dikkat edilmesi icap eden çok önemli bir husus bulunmaktadır. 2351 rölesi koordinasyon eğrisinin 2451 ve 2251 röleleri eğrileri ile mümkün olduğu kadar üstüste gelmesi icap eder. Çünkü bu röle devreden çıkarılmış bulunan o iki rölenin koordine edilmiş olduğu bütün koruma cihazları ile aynı şekilde koordine edilmek icabeder. Fakat şekilde görülüyor ki akım trafo nispetleri değişiktir. 2251 ve 2451 röle akımı trafoları 300/5 nispetinde olduğu halde 2351 rölesi 800/5 nispetinde bir akım trafosundan ve 10/5 nispetinde bir yardımcı (auxiliary) trafodan beslenmektedir. Transfer bara kullanıldığı zaman her iki fider bara bağlayıcı üzerinden besleneceğinden akım trafo nispetinin büyük tutulması icap edeceği aşikârdır. İki değişik akım trafosundan beslenen aynı karakteristikteki rölelerin koordinasyon eğrilerinin birbirinin tamamen aynı olmasına imkân yoktur. Fakat röle koordinasyonu yapacak olanın vazifesi bu şartlar altında bu iki grup rölenin koordinasyon eğrilerinin mümkün olduğu kadar birbirine yakın ve paralel olmasını temindir. Şekil 2 de (I) işaretli eğri (II) işaretli eğriye bütün imkânlardan istifade edilerek ancak şekildeki kadar yaklaşılabilmiştir. Bu durumu temin etmek maksadı ile 2251 ve 2451 röleleri 5 Amper ayar kademesine ve (I) zaman ayar kademesine göre ayar edilmişlerdir. Bu rölelerin 300/5 veya 60/1 çevirme nispetli akım trafolarından beslendiği unutulmamalıdır. 2351 rölesi ise 6 Amper ayar kademesine ve 1/2 zaman ayar kademesine ayar edilmiştir. Bu röle 800/5 ve 10/5 lik iki akım trafosu üzerinden beslenmekte olup bu iki trafonun çevirme nispeti 80/1 dir. (I) ve (II) eğrilerinin tetkikinden anlaşılacağı üzere 600 Amperlik



bir arıza aüimında 2251 ve 2451 röleleri 2351 rölesine nazaran 200 cps gibi bir zaman fası-lası kadar geç harekete geçmektedir. Fakat an-za akımı büyüdükçe bu fark azalmakta ve 1150 Amper de sifıra inmektedir. İki grup röle ara-sındaki bu zaman farkı kaçınılmazı mümkün olmayan bir neticedir.

Hat rölelerinin koordinasyonunu tetkik ettiktikten so'ra, şimdî toprak röleleri koordinasyonunu gözden geçirelim. Fiderler üzerinde OWC ve CWC-1 röleleri mevcuttur. 2264, 2264 H ve 2464, 2464 H işaretlerini taşıyan rö-leler hatların toprak arızalarından korunma-sı içindir. CWC röleleri normal sür'atli (stan-dard speed); CWC-1 röleleri ise yüksek sür'atli (High speed) rölelerdir. Her iki tip röle iki akım kaynağından beslenmektedir. (1) Fiderler üzerindeki akım trafoları ve 2 ana transformator nötr noktasını topraklayan iletken üzerindeki akım trafosu. Bu rölelerin akım trafo nispetlerini bulmak için, fiderlerin üzerinde olan-lar da 300/5 ve 200/5 çevirme nispetleri alınarak  $V 60 \times 40 = 49/1$  bulunur.

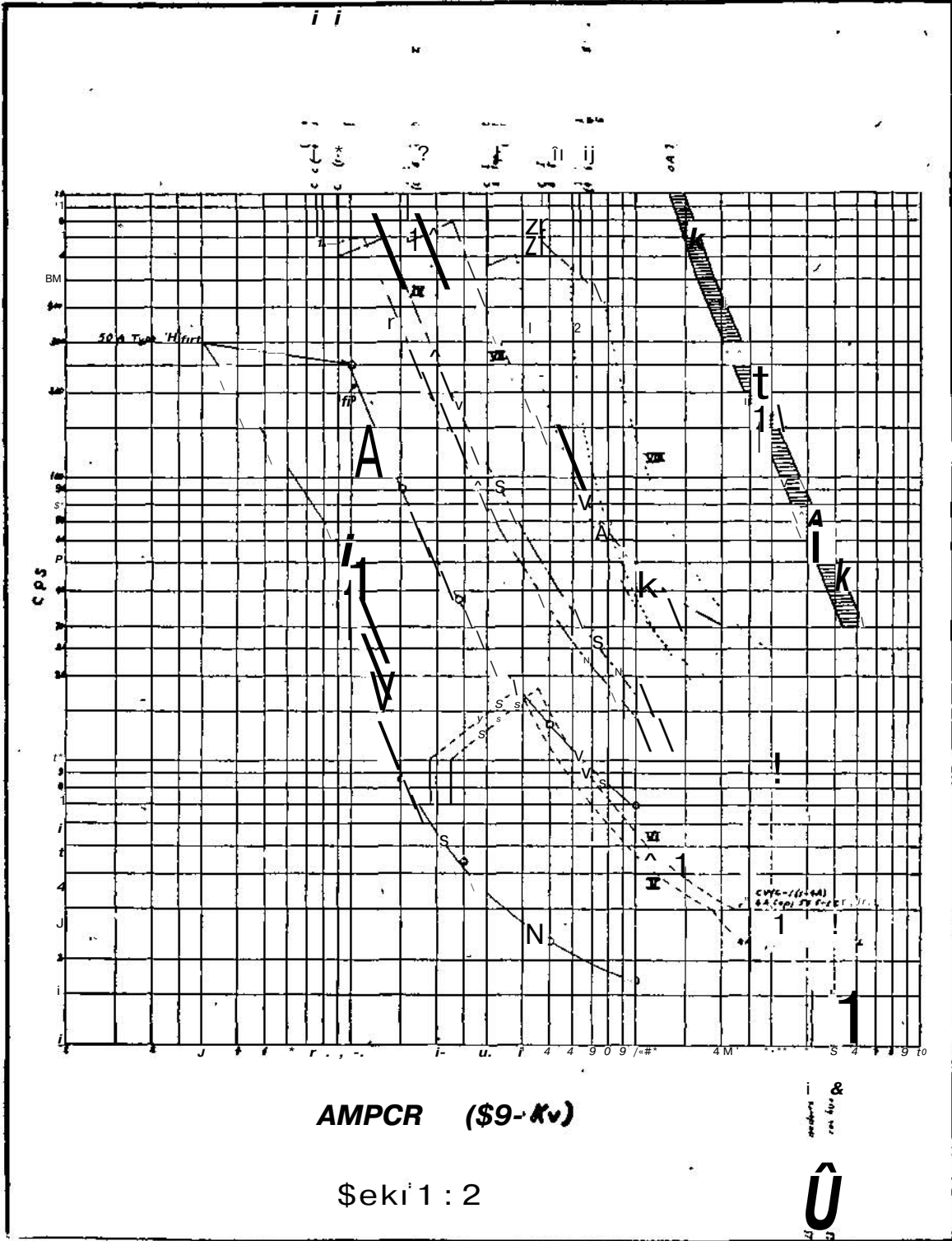
Transfer bara kullanıldığı halde ise 2364 ve 2364 H röleleri kullanılacağından bunlara ait akım trafoları çevirme nispeti  $800/5, 10/5, 200/5$  alınarak  $V 160 \times 1/2 \times 40 = 565/1$  bulunur. -Bu şekilde her iki akım kaynağından beslenen rölelere (product type) röle denmektedir.

Şekil: 2 nin tetkikinden anlaşılacağı gibi (III) ve (IV) eğrileri birbirlerine tamamen "paralel bulunmaktadır. (III) eğrisi 2264 ve

2464 rölelerini; (IV) eğrisi ise 2364 rölesini temsil etmektedir. Muhtelif arıza akımlarında eğriler arasındaki zaman fasılları ise 150 cps ile 2 cps arasında değişmekte ve yüksek arıza akımlarında 10 - 30 cps gibi değerler almaktadır. Bu eğrilerin elde edilebilmesi için 2264, 2464 röleleri 1.61 Amper kademesine ve 10 zaman ayar kademesine göre ayarlanmıştır. Akım trafo nispetlerinin 49/1 olduğu yukarıda işaret edilmiş bulunmaktadır. 2364 rölesi ise 1.61 Amper kademesi ve 10 zaman ayar kademesine ayarlanmış olup akım trafo nispetinin 56,1 olduğu daha evvel işaret edilmiştir

Toprak korumasının normal sür'atli ve yüksek sür'atli iki tip röle (CWC ve CWC-1) yapılmış olduğunu söylemiştik. Şekil: 2 de CWC rölelerinin koordinasyon eğrileri ile beraber CWC-1 röleleri koordinasyon eğrileri de gösterilmiştir. Burada dikkat edilecek ilk önemli husus şudur: 400 Amper arıza akımı üstündeki akımlarda yüksek sür'atli CWC -1 röleleri CWC normal sür'atli rölelerinden daha evvel arızayı görmektedir. 400 Ampere kadar olan arıza akımlarında ise CWC normal sür'atli röleleri faaliyete geçmektedir. İkinci önemli husus ise; 400 -1500 Amper arıza akımında CWC - I yüksek sür'atli röleleri faaliyet gösteremediği hallerde CWC normal sür'atli röleleri' bunları takviye edecektir. (III), (IV) eğrilerinin gerek kendi aralarında gerekse (V), (VI) eğrileri ile gayet iyi koordine edilmiş olduklarını işaret etmek lazımdır.

CWC toprak rölelerini takviye gayesiyle



264 işaretli IAC toprak rölesi kullanılmış bulunmaktadır. eŞki1: 2 den bu röle koordinasyon eğrisine bakılacak olursa (VII eğrisi), gerek (III), gerekse (IV) eğrisi üç muhtemel arıza akımları bölgesinde hemen hemen para-

lel olarak gitmektedir. Bu rölenin CWC röleleri ile koordinasyonu 4 Amper **kedemesi** ve 4 zaman ayar kpd<sup>m</sup>mesi krlanılarak rağlanabilmıştır. Akım trafo nispeti **200/5** dir.

Toprak rölelerinin birbirlerini takviye

etmiş olduklarını söyledikten sonra şimdi de gerek fiderler üzerindeki 2251 ve 2451,, gerekse bara bağlayıcı üzerindeki 2351 CO aşın akım rölelerinin hasıl takviye edildiklerini görelim : Adı geçen bu röleleri takviye için 251 işaretli IAC aşın akım rölesi kullanılmıştır. Bu röle 800/5 nispetli bir akım trafosundan beslenmektedir. Şekil :2 de görüldüğü gibi bu röleye ait koordinasyon eğrisi (VII eğrisi) gerek (I), gerekse (II) eğrileri ile ve bilhassa fiderler üzerinde bulunan CO rölelerine ait (I) eğrisi ile iyi bir koordinasyon sağlamış bulunmaktadır. 20 - 250 cps arasında değişen zaman farkı muhtemel arıza akımlarında istenilen işletme şartlarına uyacak farkı temin edecektir.

Şekil: 1 de görülmediği halde Şekil: 2 de koordinasyon karakteristikleri gösterilen ve (A 50), (B50) eğrileri verilen yağla tekrar kapayıcılardan (Oü circuit recloser) bahsetmek lüzumu aşıkârdır. Çünkü fiderlerin sonunda bu koruma cihazlarından bulunmakta olup röle koordinasyonları bu kapayıcı karakteristiklerine uydurulmaktadır. Şekil: 2 de  $A_n$  ile gösterilen eğri bu koruma cihazının sür'atli (fast) kapamadaki karakteristiğini;  $B_n$  ise gecikmeli (retarded) kapamadaki karakteristiğini göstermektedir. Adı geçen tekrar kapayıcıların mühim bir hususiyetini söylemeden geçemeyeceğiz. Bu cihazların en çok kullanılan tipleri 4, kapamalı (four shot) olup bu kapamalardan 1 inci ve 2 ncisi hızlı; 3 üncü ve 4 üncüsü ise beklemelidir. Yani arıza vukuunda evvelâ sür'atli tekrar kapama yapılır. Eğer ilk iki sür'atli tekrar kapamada arıza giderilememiş ise 3 üncü ve 4 üncü tekrar kapamalar yavaş olarak yapılır. Bu yavaş kapamalardan sonra arıza hâlâ mevcut ise cihaz kendi kendini kilitleyerek operasyona son verir. Bundan sonra cihaz elle fâaliyete konur.  $A_n$  50 Amperlik (H) tipinde bir yağlı tek-

rar kapayıcının sür'atli çalışmasındaki karakteristiğini;  $B_n$  ise aynı cihazın yavaş çalışma karakteristiğini göstermektedir. Burada her iki eğrinin yekdiğeri ile ve aşın akım röle karakteristikleri ile nasıl koordine edilmiş olduklarına bilhassa dikkat edilmesi icabeder.

Bu küçük transformatör istasyonunda koruma koordinasyonu bakımından son ve en önemli bir yere gelmiş bulunuyoruz. Fiderleri sonundaki tekrar kapayıcı koruma cihazlarından itibaren fiderler üzerindeki ve bara bağlayıcı üzerindeki bütün rölelerin çalışma şekil' ve koordinasyon karakteristiklerini görmüş bulunuyoruz. Şimdi akla gelen şu soruyu cevaplıyım: «Bütün bu koruma cihazları herhangi bir sebepten dolayı istenilen şekilde çalışmazsa tranfosmatör nasıl korunur?» Çok uzak bir ihtimal olmakla beraber gerek bu maksat ve gerekse transformatörün sargılarında meydana gelecek bir arıza ya karşı transformatör ayrıca bir sigorta üe korunmuş bulunmaktadır. Küçük kapasitede olan bu gibi transformatörlerin korunması için devre kesici yerine sigorta kullanılması iktisadî bakımdan tercih edilmektedir. Şurasını hemen ilâve etmek lâzımdır ki; kullanılacak sigortanın normal yük akımı ve kesme kapasitesi gibi özellikleri yanında, fiderler üzerinde kullanılan röleler ile çok iyi koordine edilebilmesi özelliğini de haiz olması şarttır. Şekil: 2 de gösterilen sigorta karakteristiğine dikkat edilecek olursa bütün rölelerden sonra faaliyete geçeceği kolayca görülmektedir.

Gerek şekil: 1 deki koruma cihazları, gerekse şekil: 2 deki koordinasyon eğrilerinin hey'eti umumiyesinin tetkikinden bu küçük transformatör merkezindeki koruma tertiplerinin ve bu tertip koordinasyonlarının modern esaslara göre nasıl yapılmış oldukları hakkında tatmin edici neticelerin kolayca çıkarılabileceği şüphesizdir.

## Prof. Johann Grabscheid'm vefatı

İ. T. Ü. Elektrik Fakültesi sabık Enerji Nakli Profesörü Dr. Johann Grabscheid 10 Eylül 1958 tarihinde İsviçrenin Genevre şehrinde anı olarak vefat etmiştir. Türk Elektrik Mühendislerine emeği geçmiş bir ilim adamı olan Prof. Johann Grabscheid'ı hürmetle **ananz**.

Mütevvefa profesörün akademik çalışmalarında, Türkçeye de tercüme edilerek neşredilen «Enerji Nakline Dair Temel Bilgiler, fasikül 1-3» ile İstanbul Yüksek Mühendis Okulu dergisinin 1943, 1944 ve İstanbul Teknik Üniversitesi dergisinin 1944 yılı sayılarında neşredilmiş muhtelif makaleleri mevcuttur.