

Yüksek Gerilimli Enerji Nakil Hatlarını Kuran Portörle Koruma (Carrier-current Protection) Prensipleri

Yazan: Y. Müh. Ragip DAMAR
ETİBANK

Bugün yüksek gerilimli enerji nakil hatlarının muhtelif tip arızalardan korunması için kullanılan yegâne koruma vasıtası, kuranportörle çalışan rölelerdir.

Kuran portörle çalışan röleler muhtelif tiplerde olup biz burada sadece kuzey - batı Anadolu sisteminde kullanılmakta olan Westinghouse HZ rölesinden bahsedeceğiz.

Kuranportörle çalışan röleleri ve bunların çalışma prensiplerini mevzu almış olduğumuz için ilk bakışta akla gelen şu suali hemen cevaplandırmakta fayda vardır. «Bahis konusu röleler kuranportörde vaki bir arıza halinde kuranportörsüz olarak çalışıp hattı koruyabilirler mi?» Şimdilik bu sorunun teferruatını daha sonraya bırakmak üzere «evet» diye cevaplandıracağız.

Kuranportörle korumayı zaruri kılan sebepleri aşağıdaki şekilde hülâsa etmek mümkündür.

Herhangi bir enerji nakil hattının herhangi bir noktasında vuku bulacak fazlar arası veya faz-toprak anzası halinde bu hattın en kısa bir zamanda her iki ucundan açılmak suretiyle sistemden izolesi icap etmektedir. Taşıdığı yük ve sistemin stabilitesine yapacağı tesir gözönünde tutularak bu halin sistemden izole edilmesi zamanı değişebilir. Bugün, sistemin stabilitesine tesir edebilecek derecede önemli enerji nakil hatlarının sistemden ayrılması zamanı (clearing time) yüksek sür'atli devre kes-

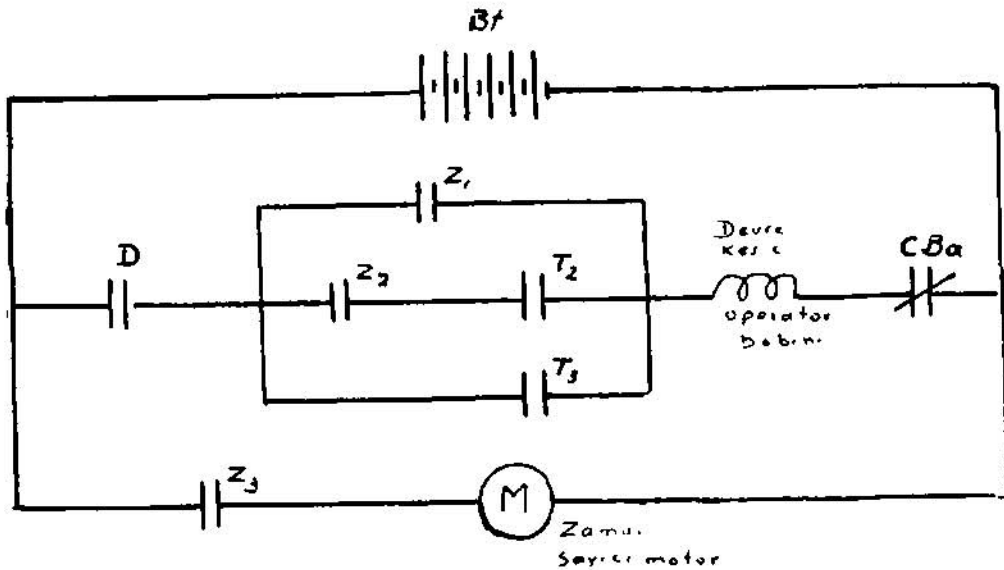
çiler ve yüksek sür'atli röleler sayesinde 4 siki a kadar indirilmiştir. Sistem stabilitesi bakımından bu kadar önemli olan arıza giderme zamanının, hattın her iki ucunda aynı anda realize edilmesi gerekmektedir. Aksi halde bir taraftan tecrit edilse bile arızanın diğer taraftan beslenmesi durumu ile karşılaşılacaktır ki, bu hal sağlanmasına çalışan emniyeti asla temin ettirmeyecektir. O halde arızanın en kısa zamanda ve her iki uçtan izole edilmesi nasıl temin edilecektir?..

İşte kuranportörlü koruma bu maksat için kullanılmaktadır.

Kuranportörlü korumada kullanılan röleler env pedans, reaktans ve admittans (mho) röleleri olmak üzere kısımlara ayrılır. Her üç gruba mesafe röleleri de denmektedir. Bu rölelerden en mühimleri; Westinghouse HZ ve HZM empedans, General Electric GCX reaktans, General Electric GCY admittans (mho), Compagnie des Compteurs BXAP reaktans röleleridir.

Kuzey - Batı Anadolu enerji şebekesinde halen HZ, RXAP ve SD-314 röleleri bulunmakta olup biz burada yalnız sistemin büyük bir kısmını korumakta olan HZ rölesinden bahsedeceğiz.

Kuranportörle çalışmasına geçmeden evvel HZ rölesinin basit olarak kuranportörsüz çalışmasını inceleyelim. (Şekil : 1) HZ rölesi basit kontak devrelerini göstermektedir.



Şekil: 1 — Westinghouse HZ empedans rölesi basit kontak devreleri

Şekil : 1 de görüldüğü gibi HZ empedans rölesinin üç ayrı bölge için ayar edilebilecek üç enipadam elemanı, bir direksiyonel elemanı ve birde zaman sayıcı motoru bulunmaktadır. Zaman sayıcı motor T_1 ve $T^$ gibi iki zamana ayar edilebilmekte olup bu zamanların sonunda T_1 ve $T^$, kontaklarını kapatmaktadır.

Şekilden kolayca anlaşıldığı gibi üçüncü bölge içindeki bütün arızalar (yön gözetilmeksizin) Z_1 kontaklarının kapanmasına sebep olur. Bu kontaklar kapanır kapanmaz zaman sayıcı motor çalışmaya başlar. Eğer bahis konusu olan arıza rölenin koruması icap eden yönde ise bu halde D direkshortel eleman kontaklarının kapanacağı tabiidir. Bu durumda, arıza 1 inci, 2 nci veya 3 ncü bölge içinde olduğuna göre röle çalışması şu şekilde cereyan edecektir.

1 nci bölge için : D ile beraber Z_1 kontakları da kapanacak ve devre kesici bobini beslenerek devre kesicinin açılmasını temin edecektir. Burada görülüyor ki zaman kontaklarının bir fonksiyonu yoktur ve açılma enstantane olarak cerevan etmektedir.

2 nci Bölge için : Anza 2 nci bölge içinde olduğu takdirde D kontakları ile beraber Z_2 kontakları da kapanacaktır. Bahis konusu arıza 3 ncü bölgenin de içinde olduğuna göre Z_2 kontakları da kapanmış ve M zaman sayıcı motor çalışmaya başlamıştır. Bu durumda devre kesici bobinin beslenebilmesi için T_1 zaman sonunda $T^$, kontaklarının kapanması kâfidir. Bu halde bobin D, Z_2 ve $T^$, kontaklarını ihtiva eden devre üzerinden ve arızanın vukuundan $T^$, saniye sonra beslenecek demektir. Burada şu Önemli noktaya işaret etmek doğru olacaktır. 1 nci bölge içinde meydana gelen arızalar Z_1 kontaklarını kapattığı gibi Z_2 ve Z_3 kontaklarını da kapatır. Ancak Z_1 kontakları kapanır kapanmaz bobin besleneceği cihetle Z_2 kontaklarının kapanmasının bir fonksiyonu yoktur. Şukadar ki, 1 nci bölge empedans elemanında herhangi bir arıza olupta lüzumlu fonksiyonlu yanlamadığı takdirde arızanın vukuundan itibaren çalışmakta olan zaman motorunun T_2 zaman sonra kon. taklarını kapatması ile 1 nci bölgede meydana gelen ve 1 nci bölge empedans elemanları tarafından enstantane olarak giderilmesi icap eden arıza, ancak T_2 zaman sonunda Z_2 , 2 nci bölge empedans elemanları kontakları ve $T^$ zaman kontakları devresi üzerinden giderilebilmektedir. İşte bu durumda hasıl olan koruma şekline takviye koruma (back - up protection) denmektedir. Yukarıda soy lediklerimizi bir kademe daha ilerleterek 2 nci bölge empedans elemanlarında veya zaman kontaklarında vuku bulacak bir arızadan dolayı hasıl olacak durumlarda T_1 zamanı sonunda T_1 kontaklarının kapanması ile 2 nci bölgenin takviye edildiği aşikârdır.

3 ncü Bölge için : Şekilde görüldüğü gibi 3 ncü bölge arızaları için yön bahis konusu değildir. Koruma bölgesi her İki yön içinde aynidir. A zaman süresi o şekilde ayar edilir ki, her iki taraftaki HZ röleleri $T^$ kontaklarının kapanması için kâfi klerans verilebilsin. Bu vaziyette 3 ncü bölge her- iki yön için sadece takviye koruma fonksiyonunda bulunuyor demektir. Biraz sonra görüleceği gibi kurappoTtöclül çalışmada bu eleman kontaklarının en önemli vazifesi arıza olur olmaz kuranportörü faaliyete getirmek olacaktır. (Carrier Starting).

Kuranportörle çalışma :

AVX	: Kuranportörün başka maksatlar için kullanılmasını kontrol eden kontaklar.
CSC	: Toprak rölesi ile ilgili yardımcı röle kontakları
CSP	: Fa/, rölesi ile ilgili yardımcı röle VOH-takları
D	: Faz rölesi direksiyonel elemanı kontakları
D,,	: Toprak rölesi direksiyonel eleman kontakları
D _M	: Toprak rölesi direksiyonel eleman kontakları
I _{o1}	: Toprak takviye rölesi aşırı akım elemanı kontakları
I _{o2}	: Toprak rölesi ani aşırı akım elemanı kontakları
I _{o3}	: Toprak rölesi ikinci ani aşırı akım elemanı kontakları (kuranportörü faaliyete koyar)
K ₁	: Kuranportörün koruma maksadı için kullanılmayınca başka maksatlair için kullanılmasına mani olucu kontaklar
MA	: Miliampermetre
MO	: Master asilâçör
PB	: Push button
RRG	: Alıcı rölenin toprak TÖlesi ile ilgili kontakları
RRH	: Alıcı röle tutucu bobini. Bu bobin, alınan sinyalle enerjilenirse, RRT nin kontaklarını kapamasına mani olur.
RRP	: Alıcı rölenin faz rölesi ile ilgili kontakları
RRT	: Alıcı rölenin çalıştırma bobini
S	: Kuranportörle çalışan röleleri kuranportörden ayıran anahtar.

Şekildeki diğer kontaklar şekil : 1 in avni olduğu için tekrar edilmeyecektir.

Burada fazla olarak kuranportör alıcı ve verici lâmbaları ve bu sistemde yer alan toprak röleleri görülmektedir. Yukarıda izah etmiş olduğumuz gibi HZ röleleri kuranportörsüz olarak çalışabilmektedirler. Bu röleler faz arızalarına karşı kullanılmakta oldukları cihetle; toprak arızaları için de kuran-

mühim üstünlüğü, bu 2. nci bölge arızalarının dahi 1. acı bölge arızaları gibi enstantane olarak temizlenmesi oluyor demektir. Burada çok önemli bir noktayı not etmek lazımdır. RRT bobininin RRP kontaktlarını kapatabilmesi bir şarta bağlıdır. O şart şudur: Hattın karşı ucundaki kuranportörden, alıcı lâmbaya bir sinyal (blocking signal) gelmemesi lazımdır. Böyle bir sinyal gelince alıcı lâmba firdinc kumanda edecek ve bu lâmbanın anot devresi üzerinde bulunan RRH alıcı röle tutucu bobini enerjilenecek RRT bobininin tesirini ifna edecek ve binaenaleyh RRP kontaktları kapanmayacak ve enstantane operasyon olmayacaktır. Bu durum, arızanın rölelerin koruma yönünde ve 2. nci bölgesi içinde olduğu halde, aynı arızanın diğer komşu bir istasyonun 1. nci bölgesine girmiş olduğu /aman meydana gelecektir. Bunu ileride daha tafsilatlı olarak izah edeceğiz.

Toprak arızalarının giderilmesi:

Şekilde görüldüğü gibi, HRK ve >u HRP toprak rölesinin Do direksiyonel ve I_{01} , I_{02} ani aşırı akım elemanları kontaktları toprak arızalarında faaliyet göstereceklerdir. Herhangi bir toprak arızasında I_{01} kontaktları kapanarak kuranportör sinyal göndermeye başlayacak ve bundan sonraki faaliyet sırası yukarıda Z³ 3. nci bölge faz elemanı kontağının kapanmasından sonra meydana gelen faaliyetlerin aynı olacaktır. Yalnız bu sefer CSP bobini yerine CSG bobini enerjilenir ve CSG kontaktlarını açar. RRT bobini aynı şekilde çalışır ve RRG kontaktlarını kapatır ve devre kesici bobini Do, I_{02} , S, RRG, CBA üzerinden enerjilenecek devre kesicinin açılmasını sağlar. Kuranportör kullanılmadığı zaman aynı iş CWC veya CWP rölesinin D_{11} , I_{11} kontaktları vasıtasıyla ve fakat biraz gecikmeli olarak yapılır.

Buraya kadar anlatılanları müşahhas bir misali tatbik etmeden evvel en önemli noktaları birer madde halinde sıralamak faydalı olacaktır.

1 — Kuranportör sinyali yalnız bir arıza vukuunda gönderilir ve bu sinyal yalnız ve yalnız, arıza, koruma bölgesi dışına düştüğü zamanlarda rölelerin çalışmasına mani olmak için (blocking) kullanılır. Bu sebepten koruma bölgesi içinde vuku bulacak bir arıza neticesinde kuranportör devresinin kısa devre olması hiçbir kıymet ifade etmez. Çünkü bu hallerde zaten sin>ale lüzum yoktur.

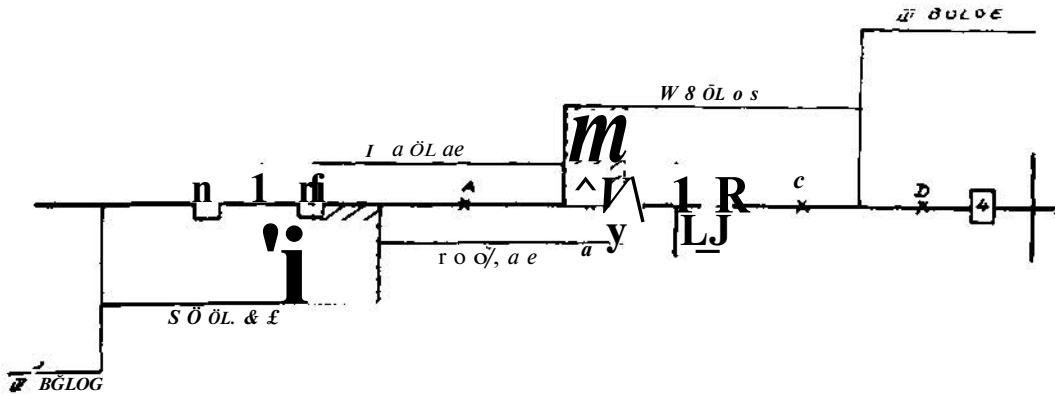
2 — Kuranportör sin>ali, faz arızalarında HZ röleleri 3. nci bölge empedans elemanı kontağı Z₁ ve toprak arızalarında HRK ve >a HRP röleleri aşırı akım kontaktlarından biri olan I_{01} kontağı tarafından faaliyete getirilir. Bu kontaktlardan her ikisi de direksiyonel olmadığı için, arıza, koruma yönünde veya aksi yönde de olsa kuranportör sinyali gönderilmeye bağlanacaktır.

3 — Kuranportörle çalışan röleler devre kesici bobininin enerjülenmesini, faz ve >a toprak arızası olfunda siki da temin ederler. Yüksek süratli bir devre kesicinin operasyon zamanını da 3 siki kabul edersek, arızanın vukuu anından itibaren 4 — 6 siki sonra temizlenmesi mümkün olur demektir.

4 — Hattın iki ucundan birisinde kuranportör sinyali gönderildiği müddetçe o hattın her iki ucundaki devre kesicilerden hiçbirisi açılmaz. Çünkü kuranportör sinyali alındığı müddetçe, alıcı rölenin RRH tutucu bobini enerjili bulunacak ve RRP veya RRG kontaktlarının kapanmasına mani olacaktır. Şu kadar ki bu sinyal sonsuz olarak devam etse bile arızayı temizlemesi icap eden rölenin bu vazhe sapamadığı takdirde kendisine verilen zaman limiti sona erer ermez faz arızası halinde T₁ kontaktları kapanarak takviye, toprak arızası halinde ise CWC veya CWP rölesi kontaktları kapanarak ta'<vi>e açılacaktır.

5 — Kuranportör sinyali, hattaki faz arızalarında HZ rölesi direksiyonel ve ikinci bölge elemanları kontaktlarının D ve Z₁ toprak arızalarında HRK veya HRP röleleri direksiyonel ve aşırı akım kontaktlarının D_{11} , I_{11} kapanmasıyla durur.

6 — Kuranportör sinyali daima onu durduracak devre elemanları faaliyete geçmeden evvel başlar. Bunun böyle oluşu, master osilâtör katodunun normal olarak CSP ve CSG kontaktları üzerinden netratif olarak tutulmasıdır. Bundan dolayı Z₁ veya I_{01} kontaktları kapanır kapanmaz kuranportör sinyali başlamaktadır. Hernekadar koruma bölgesi içindeki arızalar da D ve Z₁ veya D_{11} , I_{11} ; Z₁ veya I_{01} ile aynı anda kapanıyorlarsa, osilâtör lâmbası katoduna pozitif polarizleme ancak CSP ve >a CSG bobinlerinin enerjilenip CSP ve >a CSG kontaktlarını açmaları ile mümkün olmaktadır ki bu iş bir veya birkaç siki almaktadır. Su halde kuranportör sinyali başladıktan bir veya birkaç siki sonra durabiliyor demektir.



Şekül: 3 HZ empedans röleleri muhtelif koruma bölgelerine göre saman grafiği.

Buraya kadar anlattıklarımızı bir misalle daha iyi canlandırabileceğimiz dişüneesivle aşğıdaki misali vermiş bulunuyoruz.

(1) No.lu devre kesici tarafından rölelerin I. bölgeleri hattın 80% ni korumak üzere ayarlanmış olduklarından (ekseri hallerde) bu kısımda vuku bulacak herhangi bir faz arızası (meselâ A noktasında) (1) No.lu devre kesicinin enstantane olarak açılması ile giderilecektir. Aynı arıza (2) No.lu devre kesici tarafındaki röleler için de I. bölge içinde olduğu cihetle bu devre kesicinin de enstantane ola-ak açılacağı tabiidir.

Bahis konusu arıza B noktasında olduğu hakle ise bu nokta (1) No.lu devre kesici röleleri için II. bölge, halbuki (2) No.lu devre kesici röleleri için I bölgedir. Şu kaide (2) No.lu devre kesici enstantane olarak açılacak fakat (1) No.lu devre kesici T_c zamanı süresince bu arızayı beslemekte devam edecektir. Bu hal modern sistem koruma ve sistem stabilitesi prensiplerine aykırıdır. Modern koruma temülû, hattın herhangi bir noktasında vuku bitilen bir arızanın o hattın her iki tarafındaki devre kesicilerin enstantane olarak ve aynı anda açılmasını amirdir. Bu takdirde hat istenilen şekilde korunmu olacak ve azami şekilde yüklenmesi mümkün olacaktır. O halde hattın 20 % sini teşkil eden bu kısmın da enstantane korunmasını sağlamak lâzımdır. İşte kuranportörle koruma bunu temin etmektedir. Şimdi Şekil : 3 deki muhtelif anza noktaları için şekil : 2 deki kuranportör sisteminin nasd çalıştığını inceleyelim :

1 — Arıza A noktasındadır. Bu halde, A noktası her iki devre kesici için de I. bölge olduğundan D ve Z, kontakları kapanacak ve devre kesici bobini enerjilenecektir. Bu nokta için kuranportörün bir rolü yoktur

2 — Anza B noktasındadır. Bu halde, B noktası (2) No.lu devre kesici için I. bölge fakat (1) No.lu devre kesici için II. bölge içindedir. (2) No.lu devre kesici tarafındaki empedans röleleri Z, ve D kontakları hemen kapanacağı için bu devre kesici enstantane olarak açılacaktır.

(1) No.lu devre kesici tarafındaki hâdiseler şu sıra ile cereyan edecektir :

a — İlk anda : Z_1 , D ve Z kontakları kapanır ve Z_1 osilâtör anodunu (+) tansiyona bağlayarak sinyal generasyonu başlar. Aynı anda D ve Z kontakları üzerinden CSP bobini enerjilenir. Gene bu anda zaman sayıcı motor faaliyete geçmiş bulunmaktadır.

b — İkinci anda : CSP bobini beslenir beslenmez osilâtör katod devresi üzerindeki CSP kontaklarını açar. Bu kontakların açılması ile katod voltajı yükselir ve osilasyon durur. RRT bobinini kısa devre eden bu kontakların açılması aynı anda RRT bobininin beslenmesine sebep olur.

c — Üçüncü anda : RRT bobini enerjilenince RRP kontaklarını kapatmaya çalışır. Şayet karşı taraftan bir sinyal gelipte alıcı lâmbayı faaliyette bulundurmuyor ve dolayısıyla bu lâmba anod devresi üzerindeki RRH tutma bobini enerjisiz bulunuyorsa (ki bu durumda (2) No.lu devre kesici tarafındaki osilâtör böyle bir sinyal göndermemektedir) RRP kontakları kapanır ve bunların kapanması ile T_2 zaman kontakları kısa devre edilmiş olur. Bu jekilde D, Z, S, RRP ve GB a üzerinden devre kesici bobini beslenmiş olur. Bütün bu olaylar 1-3 siki gibi kısa bir zamanda cereyan etmektedir. Eğer kuranportör kullandırmayıpta rölelerin T_1 /aman ayarlarına göre korunma tertibi yapılmış olsaydı, T_1 zaman süresince (genel olarak 40-60 siki) arızanın bir uçtan beslenmesine devam edilmi olacaktı.

3 — Arıza C noktasındadır : Bu nokta için (3) ve (4) No.lu devre kesicilerin enstantane olarak açılıp arızayı tecrit edecekleri tabiidir (A noktası için (1) ve (2) No.lu devre kesicilerde olduğu gibi) 'akut mühim olan nokta (1) No.lu devre kesicinin bu şart altında hemen açılmayıp (3) No.lu devre kesicinin açılmasını beklemesi meselesidir. Bu hâdisenin cereyan şekli şöyledir :

a — İlk anda : (1) No.lu devre kesici tarafında : Z_1 , D ve Z, kontakları kapanır. Kuranportör sinyali başlar. Aynı anda zaman sayıcı motor da faaliyete geçmiştir. CSP bobini enerjilenir.

b — İkinci anda : CSP bobininin enerjilenmesi osilâtör katod devresi üzerindeki CSP kontaklarının açılmasını sağlar ve osilasyonu durdurur. RRT bobini enerjilenir.

c — Üçüncü anda : RRT enerjilenince RRP kontaklarını kapatmaya çalışır. Fakat, biraz aşğıda görüleceği üzere, alıcı lâmba (2) No.lu devre kesici tarafından sinval (blocking signal) aldığı için RRH bobini de enerjilenecek ve RRP bobini kontaklarının kapanmasına mani olacaktır. Sinyal geldiği müddetçe (T_1 zamanı süresince) devre kesici açılmıyacaktır. Şayet (3) No.lu devre kesici veya buna kumanda eden rölede bir anza olursa ve bu kesici açılmazsa, zaman sayıcı motorun çalışması devam etmekte olduğundan, 40.60 siki sonra T_2 kontakları, (2) No.lu devre kesici tarafından gelen sinyale rağmen kapanır ve (1) No.lu devre kesici açılarak (3) No. lu devre kesiciyi destekleme (takviye) vazifesini yapmış olur.

Şimdi de C noktasındaki aynı arıza için (2) No.lu devre kesici tarafındaki rölelerin faaliyetlerini gözden geçirelim :

a — İlk anda : Yalnız Z_1 kontakları kapanır. Osilâtör sinyal göndermeye başlar. Arıza rölelerin koruma yönünde olmadığı için D kontakları kapanmaz ve sinyal devam eder.

b — İkinci anda : Osilatör çalıştığı müddetçe (ki bu müddet arızanın i/ole edilip empedans rölesinin kendi kendini başlangıç durumuna getirmesi (*resetting) ve Zj kontaklarının açılması ile niba>ct bulur) (I) No.lu devre kesiti tarafına sinyal gönderecek ve bu kesici\i operas\ondan alıkoyacaktır. Yükarıda da işaret etmiş olduğumuz gibi ancak (3) No lu kesici tarafında bir ırriia vukuunda (I) No.lu kesici T., zammı sonra T₂ kontakların kapatarak bu arı/ayı izole edecektir.

4 — Arı/J D noktasındadır : C noklası için anlatı'an hâdiseler a\ncn cereyan eder. Yalnız D noktası (I) \o.lu kesici empedans röleleri için III.

bölge olduğundan, bu amaçla i/ole etmesi icap eden (3) No.'u kesici veya bu kesici rölelerinde bir arıza vukuu İmlinde fakat T₂ zamanı sonunda (I) No.lu kesici olarak takvive vazifesi yapılacaktır. Burada muhtelif yerlerdeki rölelerin birbirlerine nazaran /aman koordinasyonlarının ne kadar mühiin olduğuna bilhassa nazarı dikkati çekmek fa> dalı olacaktır. Fakat bu mevzu her duruma göre ayrı bir özellik taşıdığından burada daha fa/la i/ah edilmeyecektir. Gerek zaman koordinasyonu ve gerek muhtelif tip empedrans röleleri özelliklerine göre seçilen bölge empedansları o rölelerin u/un /aman kullanılmasında elde edilen iletme tecrübelerine çok yakından bağlı bulunmaktadır.

Kristal Elemanlar ve Transistorlar Teorisi

I

Derleyen :
Şükrü Nail KURMA
Y. Müh.

Kristal elemanların elctyonik sahasındaki önemi ve yeri yarım asırdan biraz fa/la bir zamandanberi ilgiyi çekmekteyse de, endüstrideki önemini ancak son zamanlarda kazanmaya bağlamıştır. Bugün endüstride elektron tüplerinin kullanıldığı birçok yerlerde, transistorlar bazı bakımlardan tercihe şayan tutulmakta ve tüplerin yerine kullanılmaktadır. Transistorlar tüplere; küçük olmaları, ısıtma güçlerinin az olması, çalışmaları esnasında gürültü ve ışıklar meydana gelmemesi, u/un ömürleri, mekanik dayanıklılıklar ve basit yapıları gibi özelliklerinden dolayı tercih edilmektedir.

Bir transistorun yaklaşık olarak bir kibrit çöpü babından bira/ hiHükçe o'ması ve bunlarla gerçekleştirilebilecek cihazlarda kullanılacak elemanların da mümkün olduğu kadar küçük yapılabilmeleri ve ayni zamanda mekanik dayanışıklarından ötürü: sağlıklar için ısıtma cihazları gibi küçük, taşınma i kolay cihazlar imalinde kullanıldığından başka; puşpul amplifikatörler, geniş band amplifikatörleri, akım ölçü aletleri, impuls sayıcıları, osilatörler, ses generatörleri, odeon alıcılar \e süperheterodin alıcılar imalinde kullanılmaları mümkün olmaktadır.

Transistor iki kelimeden bileşik olup «trans» kelimesi sistemin taşıyıcı özelliğinden ileri gelmektedir, «istor» ise rezistor varisto - kelimelerinde olduğu gibi sadece bir ektir. Transistorlar prensibi /. *Bardeen, W.II, Braüain \eW. Shockley* tarafından bulunmuştur. Bunlara kadar; üst yüzey tabakaya nüfuz edecek kadar kuvvetli elektriksel alanlar yar-

duruyla ince «yırı-iletken» tabakalarının direncinin ölçülmesine çalışılmaktaydı. *Bardeen* ve *Bratlain* varı . iletkenin üst yüzüne oturtulan sıvı - uç kontak bir devrenin, yine böyle bir ikinci devre yardımıyla, değişen akım - gerilim bağıntısını buldular. Her iki uç hemen birbirleri yanında bulunuyorlarsa, bir devreye verilen işaret, diğerinde kuvvetlenmiş olarak teessüs etmektedir. Bu suretle evveldenben kullanılmakta olan kristal dedektör, bir ikincisiyle beraber amplifikatör olarak kombine edilmiş oldu ve böylece sonraları A - *transistoru* olarak isimlendirilen çift dedektör bulundu. Müteakip ilerlemeler hızla gelmiştir.

Şimdi bu mecmuada yayınlıyacağımı/. bir seri makale ile kristal elemanlar ve transistorlar teorisini/crinde ba/ı bilgiler vermeye çalışacağız.

Kristal elemanlar teorisinde ve tekniğinde en /iyade ilgi çekici eleman olması bakımından; önce penrcanyum atomu ve kristalinden bahsetmek, her halde faydalı olacaktır.

I, 1 — GERMANYUM ATOMU : 4 değerli elemanlar (G, Si, Ge, Zn Pb) grubunun ortasında yer almakta ve karbondan metallere doğru bir geçiş teşkil etmektedir. Bu grubun her iki yanında 3 değerli elemanlar (B⁺, Al, In, Th) grubu ile 5 değerli elemanlar (N, Ph, Ar, An, Wi) grubu yer almaktadır. 3 değerli elemanlar germanyumla birlikte bulunabilirler ve bu elemanın elektriksel özelliğini, nötrülüğünü değiştirip, (+) yaparlar. Bu sebeple saf olmayan germanyum doğrultum tesirinden tanınabi-