

Enerji Hatlarının Korunması için Transistorlu Bir Karşılaştırıcı

Yazarlar :

Dr. Ayhan TÜRELİ

Sungur PAMİR

OJJ.T.Ü. Öğretim Üyesi

Elek. Y. Müh.

Ö Z E T

Bu makalede enerji nakil hatlarında mesafe korunması için geliştirilen transistorlu karşılaştırıcının çalışma ilkesi ve mho rölesi olarak düzenli rejim altında kullanılması açıklanmaktadır.

Deneyler sonucunda teorik röle karakteristiklerinin elde edilebileceği ortaya çıkmış ve çeşitli çalışma şartları altında karşılaştırıcının duyarlılığı tesbit edilmiştir.

Rölenin tatbikatındaki kullanılışı sadece mho tipi karakteristiğe inhisar etmeyip, karşılaştırıcı devrenin çeşitli kombinasyonları ile diğer bütün klasik röle karakteristikleri elde edilebilir.

G i r i ş :

Bütün mesafe röleleri, enerji sisteminde «röleme noktası» diye adlandırılan noktadaki akım ve gerilime orantılı iki giriş miktanna sahip olmakla belirtilir. İdeal halde röleler, gerilimle akımın hakiki değerine değil de oranına bağlı karakteristiklere sahip olmalıdırlar. Çalışma hududunu tayin eden bu ideal karakteristikler böylece $Z = V/I$ kompleks empedansı tarafından tamamen tanımlanmış olur. Z empedansı, eksenleri rezistans ve reaktans olan kompleks bir diyagramda gösterilebilir. Eğer Z 'nin büyüklüğü $|Z|$, Z 'nin açısı 0 'm bir fonksiyonu olarak çizilirse röle karakteristiklerini tamamen tarif eder.

Rölenin enerji sisteminde gördüğü empedansın geometrik yeri de aynı diyagramda gösterilebilir. Arızaların geometrik yeri orijinden geçen ve hat empedansının açısı kadar eğilimli bir doğrudur. Yük akımları ve voltaj sahnının gibi diğer sistem durumları da aynı diyagramda belirtilir.

Karşılaştırıcıların Esas İlkeleri :

Karşılaştırıcılar iki giriş büyüklüğünün, fazının veyahut genliğinin karşılaştırılmasına göre iki gruba ayrılır :

a. Faz Karşılaştırması: $\pm 90^\circ$ lik faz karşılaştırıcısına giren iki sinyal :

$$\vec{s}_1 = a + jb = s_1 \angle \alpha, \vec{V}_L + Z_{R1} \vec{I}_L \quad (1)$$

ve $\vec{s}_2 = c + jd = s_2 \angle \beta, \vec{V}_L + Z_{R2} \vec{I}_L \quad (2)$ olsun, K_1 ve K_2 skalar miktarlardır.

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{(ac + bd) + j (be - ad)}{c^2 + d^2} = \frac{S_1}{S_2} \left[(\alpha_1 - \alpha_2) \right]$$

Böylece, faz karşılaştırıcının çalışması için gerekli şart :

$$-90^\circ < \alpha_1 - \alpha_2 < +90^\circ$$

olur.

Mesafe korunmasının çeşitli karşılaştırma tiplerine tatbikatı K_1 , K_2 , Z_{R1} , Z_{R2} parametrelerini değiştirmekle kabildir. Bu tipler şunlardır :

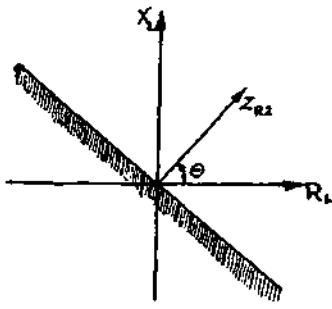
(1) Yönlü röle. Eğer $Z_{R1} = 0$ ve $K_1 = 0$ ise yönlü röle elde edilir. Empedans düzleminde bu rölenin karakteristiği Şekil - 1a da gösterilmiştir. Açma, doğrunun taranmış tarafında olur.

(2) Ohm, Rezistans ve Reaktans röleleri. Eğer $K_1 = -K_2 = K$, $KI = 0$, $Z_{R1} = Z_{R2}$ olursa Ohm rölesi (Şekil - 1b) elde edilir. Eğer bunlara ilâveten $\delta = 0$ olursa rezistans rölesi, fakat

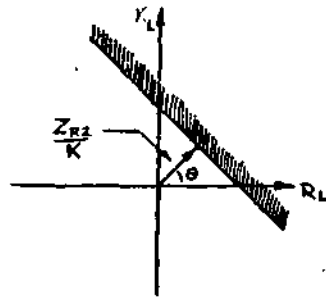
$\theta = \frac{\pi}{2}$ ise reaktans rölesi elde edilir. Karakteristikleri Z düzleminde sırası ile düşey ve yatay doğrulardır.

(3) Mho rölesi. Eğer $Z_{R1} = 0$, $Z_{R2} = Z$ ve $K_1 = -K_2 = K$ olursa mho rölesi elde edilir. Karakteristiği Şekille de görüldüğü gibi yarı çapı R/ZK olan ve orijinden geçen çapı n_L eksenine ile 0 açışım yapan bir dairedir.

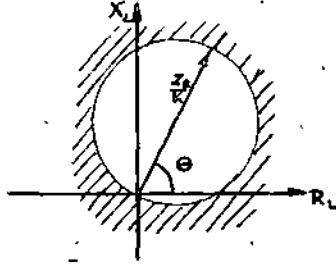
(4) Kayık Empedans rölesi. $KI = K$, $K_1 = -K_2 = K$ ve $\theta = 90^\circ$ yapılırsa, karakteristiği orijini de içine alan bir daire olan kayık empedans rölesi elde edilir, Şekil - 1d.



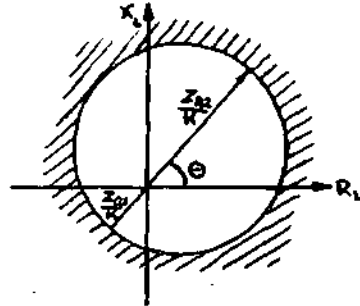
(a) Yonlu Röle



(b) Ohm Rölesi



(c) Mho Rölesi



(d) Kayık-empedans Rölesi

Şekil — i: Röle Karakteristikleri

En yaygın kullanılan ve kullanılmış olan bazı faz karşılaştırıcılar; endüksiyon diski karşılaştırıcı endüksiyon canlı karşılaştırıcı redresör köprü faz karşılaştırıcı ve gerilimle çalışan transdüserlerdir.

b. Genlik Karşılaştırması. İdeal genlik karşılaştırıcısı, iki giriş sinyalinin genliği aynı seviyeye gelince açma işareti verir. Bundan böyle aralarındaki faz farkı ne olursa olsun $|S_1| = |S_2|$ olmalıdır, yani $a^2 + b^2 = c^2 + d^2$ genlik karşılaştırıcısının çalışma şartıdır.

Genlik karşılaştırıcı da önceki paragrafta anlatılan karakteristikleri verir, fakat tatbikatta empedans ve Ohm karakteristikleri için daha uygundur.

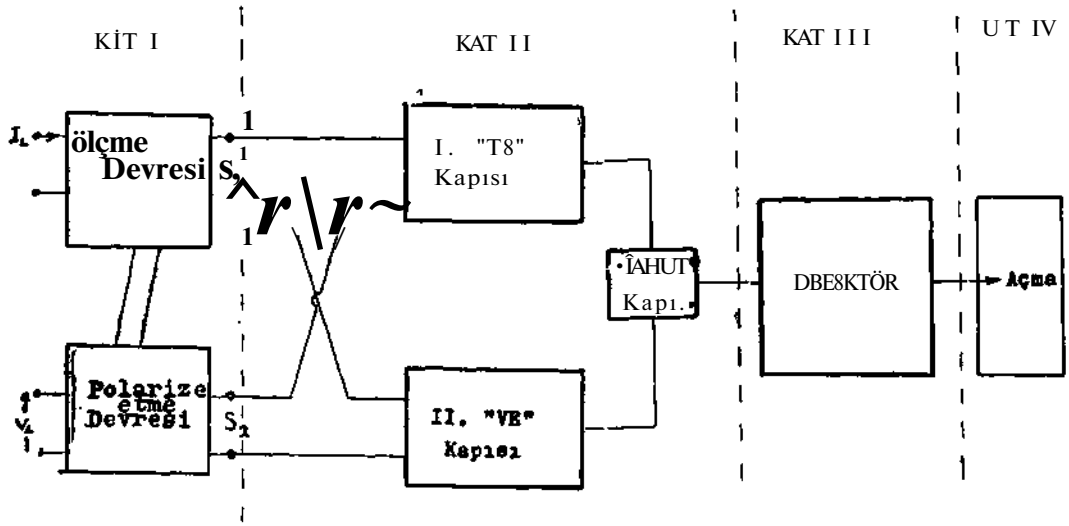
En çok tanınan bazı genlik karşılaştırıcıları; endüksiyon diski karşılaştırıcı, dengeli kaldırma karşılaştırıcı, redresör köprü genlik karşılaştırıcı, akımla çalışan transdüser, göbeği polarize - hareketli olan bobin karşılaştırıcıdır.

Dizayn Edilen Transistorlü Karşılaştırıcısının Çalışma Şartları:

Karşılaştırıcının çalışma ilkesi genişlik modülasyonu usulüne dayanmaktadır. Bu usulde, röleye gelen S_1 ve S_2 sinyallerinden genişlik modülasyonlu bir dalga elde edilmekte ve bu

dalgaın genişliği ölçüldükten sonra esir röleyi açmak için karar verilmektedir.

Karşılaştırıcıda, bu ilkeden nasıl istifade edildiği Şekil - 2 de blok şemada gösterilmiştir, ilk katta, nakil hattına irtibatlı akün ve gerilim transformatörlerinden elde edilen sistem sekonder büyüklükleri karşılaştırıcı transformatörlerde karşılaştırılmaktadır. Çeşitli röle karakteristikleri bu transformatörlerin primerlerini münasip tarzda bağlayarak elde edilmektedir. Karşılaştırma transformatörlerinin sekonderlerinde de gerekli röleleme sinyalleri S_1 ve S_2 elde edilir. İkinci katta, S_1 ve S_2 sinyallerine üd «VE» ve bir «YAHUT» kapısı ile genişlik modülasyonu yapılır. VE kapısı puspuş durumda çalışır ve çıkış sinyalinin genişliğinin müddeti iki girişin aynı anda pozitif kaldığı zaman kadardır, modülasyonun tekerrür miktar her 20 milisaniyede bir defadır. YAHUT kapısının iki görevi vardır: Birincisi, VE kapısının çıkışını kombine ederek modülasyonun tekerrürünü iki misli arttırmak ve ikincisi de dedektörün ölçme işlerine başlaması için bir nevi anahtar vazifesini görmektedir. Üçüncü katta modüle edilmiş sinyalin genişliği dedekte edilir, ölçülür ve eğer genişlik evvelce tesbit edilmiş bir değeri aşarsa açma impulsu doğurur. Yani çalışmanın eşik değeri bu katta tâyin edilir. Eğer genişlik 5 milisaniye

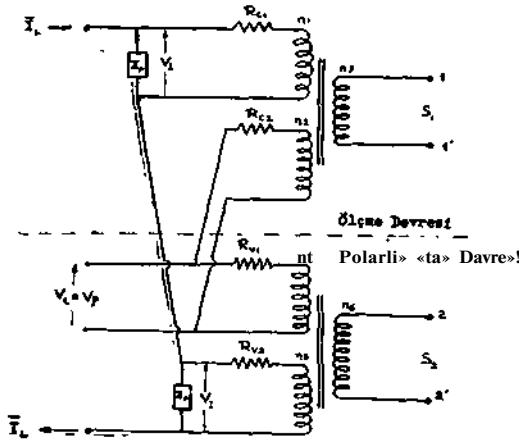


Şekil-2 Karıştırmacının Blok Şeması

veya daha fazla ise bir impuls doğurulur. S_1 ve S_2 sinyallerinin faz açılan cinsinden çalışma şartı şöyledir:

$$-90^\circ \leq \alpha_1 - \alpha_2 \leq +90^\circ$$

ki bu da faz karıştırıcılar için çalışma şartıdır. Son katta ise doğurulan impuls esir rölesini açmak için muhafaza edilir, bu ise iki kararlı multivibratörde kilitleme tarzında yapılır ki impuls geldiği takdirde röle uyarılmış durumda kilitlenir kalır.



Şekil - 3. Karıştırma Devresinin Genel Hali

Karıştırmacının Yapısı:

1. Karıştırma devresi. Şekil - 3 de görüldüğü gibi röleme sinyalleri S_1 ve S_2 , sistemin sekonder değerlerinden alınmaktadır. Bu sekonder değerler nakil hattına bağlı gerilim ve akım trafolarından elde edilen numune hat gerilimi ve hat akımıdır. Bu büyüklükler evvelki bölümde anlatılan röle karakteristiklerini ve

recik röleme sinyallerini elde etmek için karıştırılır. 1 nci trafo «ölçme devresi», 2 nci trafo «polarize etme devresi» diye adlandırılır. Genellikle S_1 ve S_2 , 1 ve 2 denklemlerindeki gibi ifade edilir, bu denklemlerdeki K 'lar ve Z/j 'lar, R_c ve R^c seri dirençleri ile trafoların sarım sayısından tayin edilir. Karıştırma devresinin parametreleri Şekil - 3 den istifade edilerek yazılabilir:

$$K = \frac{n_3}{n_2 R_{c2}}, Z_{R1} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{Z_r}{R_{c1}}$$

$$K_2 = \frac{n_4}{n_5 R_{c1}}, Z_{R2} = \frac{n_6}{n_5} \cdot \frac{Z_r}{R_{c2}}$$

Burada Z_r «sekonder empedansı» veya «taklit empedansı» diye anılır ve akım trafosunun çıkışına şöntlenir, geçici rejim sinyallerini gidermek için büyüklüğü ve açısı umumi yetle hat empedansıninkine eşit yapılır, ve böylece primer gerilimin skalar bir oranı olur, bunun neticesinde $R - X$ düzleminde karakteristik tik dairelerin orijinden geçen çapı hat açısının eğimi ile çıkarılır.

R_{c1} ve R_{c2} seri dirençleri, iki gerilim akım girişine transfer eder ve ölçme trafosunun sekonderindeki çıkış çalışma ve denge büyüklüklerinin cebrik bir toplamıdır. R_{c1} 'm değeri, arıza anında n_1 sarımından geçecek azami akıma ve R_{c2} de arızasız durumda tatbik edilecek azami gerilime göre hesaplanır. Aynı şartlar sırası ile polarize etme devresi dirençleri R_{c1} ve R_{c2} için d' varittir.

Karıştırma transformatörlerindeki dirençlerin değerini değiştirerek ve değişken sarım

oranı sağlayarak K ve Z_s in böylece de S_1 ve S_2 'nin genliği ve fazı değiştirilmiştir olur.

VE kapısı transistörlerini faal hale getirmek için muayyen bir asgari sinyal gerektiğinden trafonun çekirdeğinin malzemesi orijin etrafında çok doğrusal B - H eğrisi verebilecek kalitede olmalıdır. Böyle kaliteli karıştırıcı trafolar daha hassas sinyaller çıkarabilirler. Rölenin tam menziline arızalarda S_1 sinyali sıfıra çok yakın olduğundan böyle hassas trafo gereklidir.

2. Giriş VE kapısı ve anahtar YAHUT kapısı. Bu katta karıştırıcıya gelen röleleme sinyallerine puşpul durumda çalışan İM VE kapısı ile genişlik modülasyonu yapılır. İki VE kapısının müstakil çıkışları YAHUT kapısında kombine olur, böylece S_1 ve S_2 'nin her yarım alternansında modülasyon temin edilmiş olur, yani bir tam alternans içinde modüle edilmiş dalganın tekerrür miktarı iki defa arttırılmış olur.

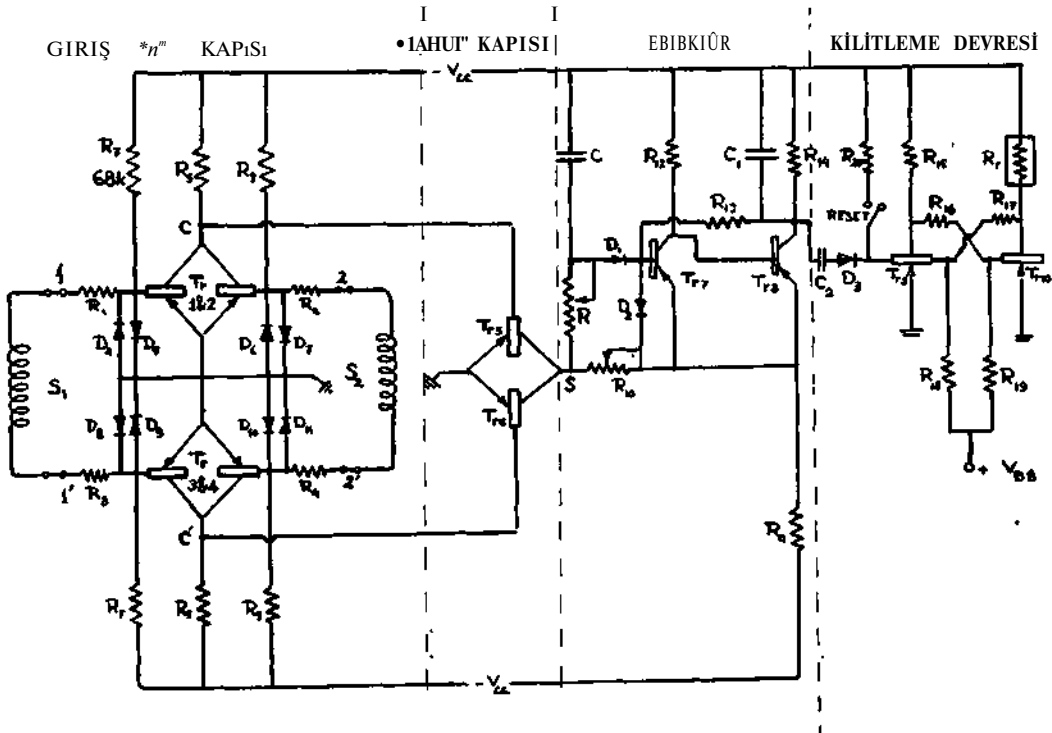
Her bir VE kapısının topraklanmış emetör konumunda çalışan ve kolektörleri müşterek bağlanmış iki transistoru vardır. Bir VE kapısının İki girişini aynı karıştırıcı trafo'nun sekonderine bağlayacak yerde, biri ölçme trafosunun bir ucuna diğeri de polarize eden trafonun bir ucuna bağlanır (Şekil - 4). Diğeri iki giriş de geri kalan uçlara sırası ile bağlanmıştır. Böylece aynı trafo'nun sekonderinin iki

ucundaki bazlarda aynı genlikte fakat zıt polaritede iki sinyal bulunur.

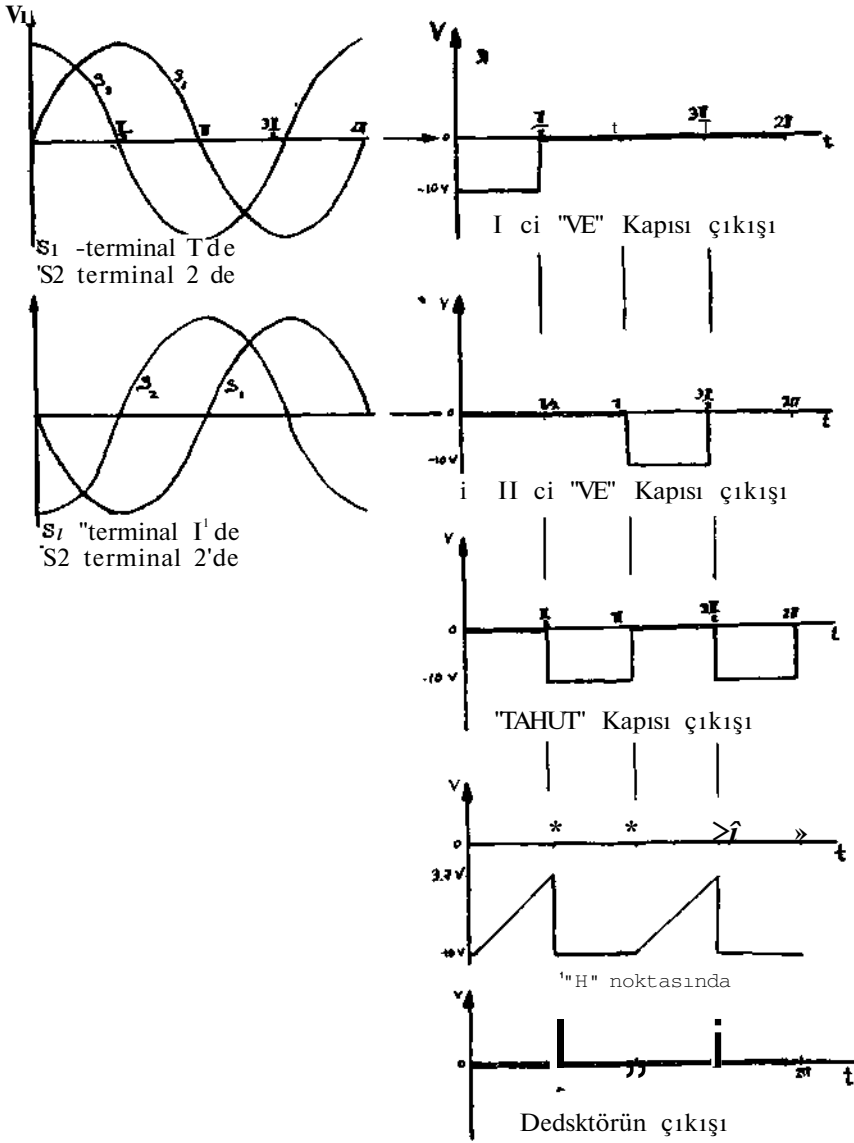
Devrenin çalışması en iyi şekil - 5 de görüldüğü gibi röleleme sinyallerinin kapılamasını ani durumda inceleyerek anlaşılabilir. Görülüyor ki röleleme sinyalleri aynı anda aynı polariteye sahip olduklarında, yani çakışık iken, YAHUT kapısı doymuş hale gelir, ve sıfır voltluk çıkışın genişliği S_1 ve S_2 sinyalleri arasındaki çakışma müddeti ile direkt olarak değişir ve dedektör için gerekli sinyali sağlar.

3. Genişlik Dedektörü. Bu katta, genliği sıfır olan sinyalin genişliği dedekte edilir, ölçülür ve eğer evvelce tayin edilmiş bir değeri aşarsa impuls doğurur. Dedektör, şekil - 4 de görüldüğü gibi, sıfır seviyesini sadece YAHUT kapısı aktif hale gelince yani doyunca temin eder ve ölçme işlemine bağlar. Sıfır seviyesi temin edilince C kondansatörü R potansiyometresi üzerinden CR zaman sabitesi ile şarj etmeye başlar. Muayyen bir zaman sonra kondansatörde teşekkül eden gerilim Tr7 ve Tr8 transistörlerinin durumunu değiştirebilecek bir seviyeye ulaşır ve impuls doğar. Eğer YAHUT kapısı bu muayyen zaman geçmeden kesilirse, kondansatördeki gerilim Tr7 nin durumunu değiştirecek seviyeye ulaşamaz ve Tr8 in kolektöründe bir impuls görülmez.

Başlangıçta Di diyodu ters polarmalanmıştır, ve Tr7 ile zaman devresini izole eder. Tr7 ise Tr8 in kolektöründen yapılan pozitif geri



Şekil - 4: Karşılaştırmalı



Şekil — 5- Açma sinyalinin doğuşu

besleme ile doymuş halde ve Tr8 ise Tr7 nin kolektörüne direkt küple olduğu için kesimdedir. Muayyen bir zaman aralığından sonra C kondansatörü üzerindeki gerilim değiştirme seviyesine ulaşır. Tr7 nin baz gerilimi potansiyel bölücünün orta ucundaki gerilimden daha pozitif olur. Tr7 kesilerek değiştirme gerilimini Tr8 in bazına tatbik eder ve Tr8 i aktif duruma sokar. Bu, Tr8'in kolektöründeki pozitif giden bir impuls doğurur ki B13 pozitif geri besleme direnci üzerinden Tr7 yi daha kesik halde tutmağa yarar. YAHUT kapısının iletkenliği azalıp kesime gelince sıfır seviyesi kaybolur ve kondansatörü şarj eden akımın

devresi açılır. Bunun ardından kondansatör çabucak D_1 , D_2 diyodları ve R11 direnci üzerinden deşarj olur ve diğer bir ölçme periyodu için hazırdır. Fakat, eğer sıfır seviyeli sinyal muayyen saniyeden daha az durursa transistörler durum değiştiremez ve Tr8 in kolektörü aynı gerilim seviyesinde kalır. Bundan dolayı, muayyen zaman 5 milisaniye olarak seçilirse -90° (ç) $-a_2$; $+90^\circ$ olduğunda pozitif giden bir impuls elde edilir. Bunu takiben, impuls iki kararlı multivibratörün bazına, esir röleyi uyararak üzere, transfer olur.

4. İki kararlı multivibratör kilitleme ünitesi. Bu katta, yukarıda meydana gelen ve te-

tikleme impulsu denilen impuls esir röleyi açmak için muhafaza edilir. **Bir defa impuls** geldiğinde esir rölenin açması ve bu duruma kilitlenmiş kalması zaruridir.

İki kararlı mulbivibratör esasında karşılıklı d.c. kuplajlı bir çift transistor amplifikatörüdür. Şekil - 4'e bakarak çalışması şöyle izah edilebilir; herhangi bir anda Tr1O'nun kesimde olduğunu farz edersek, kolektörü yaklaşık olarak V_{cc} gerilimindedir, bu voltajın bir miktarı Tr9'un bazına transfer olur ve onu doymuş hale sokar, aynı anda V_{BB} gerilimi Tr1O'a tatbik ettiği polarıma ile onu iyice kesimde tutar. Eğer Tr9'un bazına pozitif bir impuls gelirse aktif halden uzaklaşır ve kolektörü V_{cc} 'ye düşer. Bu düşme R16 ve R19 potansiyel bölücüsü üzerinden Tr1O'un bazına transfer olur ve Tr1O doyar, kolektörü de yaklaşık olarak sıfır volta çıkar ve R17, R18 potansiyel bölücüsü Tr9'a ters polarıma tatbik eder ve onu keser. İlk duruma dönüş bir reset düğmesine basıp Tr9'u doymuş hale getirecek sinyali onun bazına tatbik etmekle olur.

Tatbikatta Tr1O transistorunun kolektöründeki R, direnci rezistif empedansı 18 kiloohm olan bir röle bobini ile yer değiştirecektir. Bu röle bobini, 50 milivat tatbik edildiğinde kontaktlarını kapatabilecek bir esir röle olmalıdır.

Röleleme sinyalleri tam arızanın eşliğinde iken şekil - 5 de gösterilmiştir.

Karşılaştıncının Mho Rölesi Olarak Kullanılması :

& ve S, röleleme sinyalleri için genel ifadeler 1 ve 2 denklemleri ile verilmiştir. Mho karakteristiği $Z^1 = 0$, $Z_{R3} = Z_R$ ve $Kt = -K$, $= K$ yaparak elde edilir. Böylece röleleme sinyalleri:

$$s_1 = KV_L$$

$$s_3 = KV_L + Z_R I_L$$

olur. Eğer her bir trafonun sargısının sarım sayıları eşitse devre sabiteleri şuna indirgenir:

$$K = \frac{1}{R_{e2}} = \frac{1}{R_{r1}} \quad \text{ve} \quad Z_R = \frac{1}{R_{e1}}$$

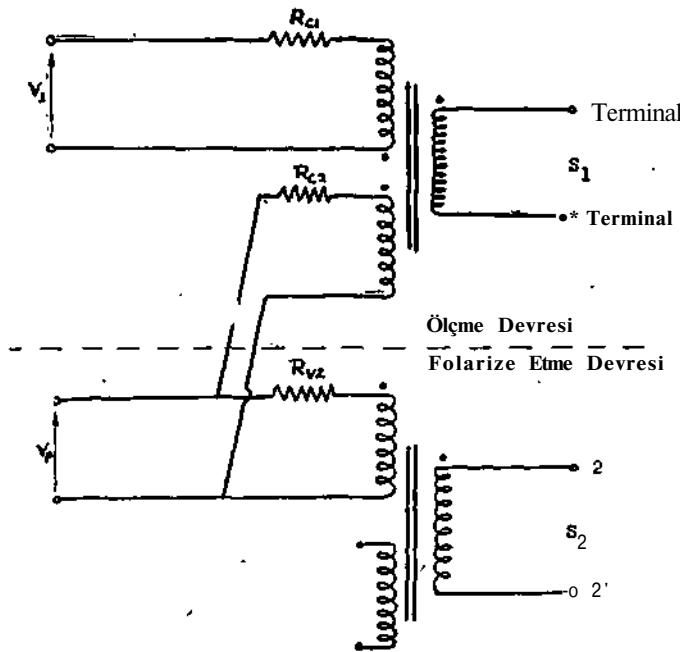
ve rölenin menzili

$$\frac{Z_R}{K} = \frac{Z_{C2}}{R_{e1}}$$

olur.

R_{c1} ve R_{c2} nin değerlerini değiştirerek menzili yani mho dairesinin çapını değiştirmek kabildir. Hattın korunması gereken seksiyonu esas olarak Z^1/K oranı, yani rölenin menzili ile tayin edilir.

4.5 lik bir menzil için şu direnç değerleri hesaplanmıştır: $R_{c2} = R^1 = 970 \text{ Ohm}$, $\sim R_p = 215 \text{ Ohm}$. S_1 ve S_3 sinyallerini elde etmek için 1000 sanmlık karıştırıcı trafolar Şekil - 6 da görüldüğü gibi bağlanmıştır.



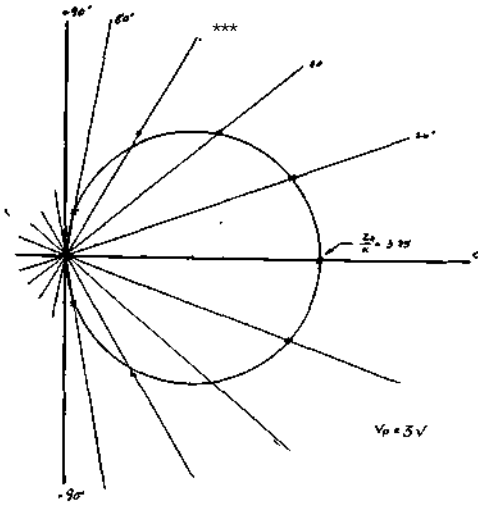
Şekil — 6: Mho karakteristiği için karıştırma devresi

Karakteristik mho dairesini elde etmek için polarize gerilimini sabit tutup, ölçme gerilimi esir röleyi ancak açınca kadar yavaş yavaş arttırılır. Bu işlem ölçme geriliminin değişik faz açılan için tekrarlanır ve

$$\frac{\text{ölçme gerilimi}}{\text{Polarize gerilimi}} = \frac{V_p}{V}$$

oram o faz açısındaki röle menzili verir. V_p / V , 'nin 0 'nın fonksiyonu olarak polar koordinatlardaki grafiği karakteristik daireyi verir. Aynı işlem farklı polarize gerilim değerleri için tekrarlandığında ideal olarak her defasında aynı daire elde edilmelidir.

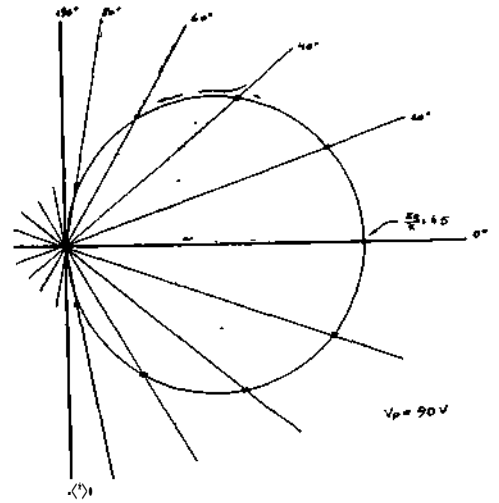
Tatbikatta ölçme gerilimi taklit empedansı üzerinde teşekkül eden gerilim olacaktır, böylece mho dairesinin orijinden geçen çapı E eksenine ile korunması gereken hattın empedans açısı kadar, takriben 80°, bir açı yapması sağlanmış olacaktır.



Şekil — 7a: 3 V_{rms} de mho karakteristiği

Düzenli Rejimde Mho Dairesi: Şekil - 7a ve b de elde edilen mho karakteristikleri gösterilmiştir, ölçmeler $V_p = 3 V_{rms}$ 'den $V_p = 90 V_{ms}$ e kadar yedi farklı polarize gerilimde yapılmıştır. Polarize geriliminin bu kadar büyük değişikliğine rağmen mho karakteristiği oldukça dairesel ve rölenin menzili de istendiği gibi hemen daima 45 de sabit kalmıştır. Çok alçak polarize gerilimlerde mho dairesinin deforme olması ve menzilin düşmesi beklenmekte idi. Buna rağmen $V_p = 5 V_{ms}$ de rölenin menzili halâ 4.5 ve karakteristik oldukça daireseldir. Fakat $V_p = 3 V_{rms}$ menzile 3.85 e düşmektedir, ama dairede belirli bir deformasyon görülmektedir.

Birim Başına Menzile Grafiği : Birim başına menzile şöyle tarif edilir:



Şekil — 7b: $V_p = 90 V_{rms}$ de mho karakteristiği

$$\text{Birim başına menzile} = \frac{\text{Esir röleyi ancak açacak } V_p / N}{\text{Karşılaştırıcının ayar edildiği } V_p / V}$$

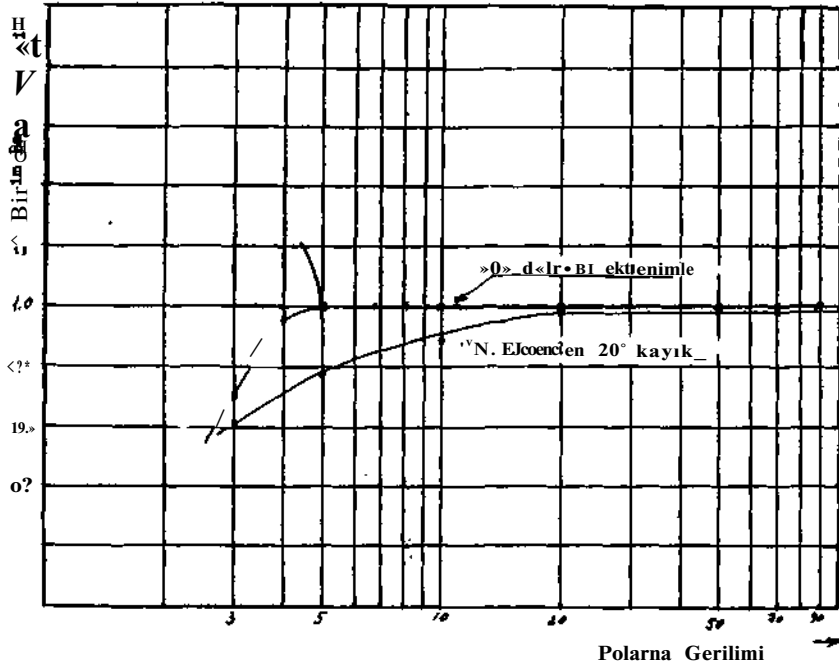
Bu oranın polarize gerilime karşı grafiği çizildiğinde rölenin duyarlılığı hakkında iyi bir fikir verir. Deneysel, mho dairesinin eksenine paralel bir açıda, ve S_1 ile S_2 sinyalleri tam çakışık olmadığı halde, açmanın doğrulukla olup olmadığı göstermek için, mho dairesi ekseninden 20° kayık iken yapılmıştır.

Kaynak empedansı
Sistem empedansı oranı, $\frac{\text{Kaynak empedansı}}{\text{Sistem empedansı}}$,
Hat empedansı
arttıkça polarize geriliminin genliği azalmaktadır, çünkü rölenin bulunduğu yerdeki gerilim:

$$V_{ro} = V_{ht} \cdot \frac{Z_L}{Z_S + Z_L}$$

ile ifade edilir. Z_a kaynak empedansı ve Z_L hat empedansıdır. Bu gerilim çok büyük sistem empedansı oranlarında çok küçülmekte, dolayısıyla rölenin göreceği gerilim çok ufalmakta ve VE kapısı transistörlerine ön gerilim verebilmek için de muayyen asgari gerilime ihtiyaç olduğundan hatalara sebep olmaktadır.

Şekil — 8 deki «birim başına menzile» eğrileri, V_p gerilimi azaldıkça karşılaştırıcının tep* kişini göstermektedir. Polarize gerilim $3 V_{ms}$ ye kadar düşüğünde mho dairesi eksenine paralel çalışmada hata % 13 ve ekseninden 20° kayık çalışmada ise $V_p = 4 V_{ms}$ de hata % 13 dür.



ŞeçciZ — 8: Birim başına menzıl grafiği

Sonuç:

Genişlik modülasyonu ile S_1 ve S_2 nin çakışma müddetini ölçme ilkesine dayanan transistorlu karşılaştıncı düzenli rejimde tatminkâr sonuçlar vermiştir. Bu karşılaştıncı ile arızanın tesbiti ve esir rölenin açması çok basit ve direkt bir yolla sağlanmıştır.

Karşılaştıncının gerçek kullanışlılığı «test bench» denen deney cihazı üzerinde dinamik rejim altında denendikten sonra ortaya çıkacaktır. Böyle bir cihaz Türkiyede ilk defa Orta Doğu Teknik Üniversitesi Elektrik Fakültesi lâboratuvarında kurulmaktadır. • Hazırlanınca dinamik rejim deneyleri yapılacaktır.

Referanslar

1. ADAMSON, C and WEDEFHOI[^] L. M.: «Power system protection with particular reference to the application of junction transistors to distance relays», Proc. IJSJ3., 103, Part A, 1956, P. 379.
2. GUERTIN, M.B.: «Static comparators for distance protection», thesis for M. Sc., Victoria University of Manchester, 1965.
3. SUNGUR PAMİB «Transistorized comparator for distance protection», thesis for M. M.E.T.U, 1966.
4. TUNCAY DOĞRUÖZ: «A Bridge comparator for distance protection», thesis for M. Sc, M.E.T.U. 1966.

İLAN

4 Ocak 1968 tarihinde ilân edilecek Kötâ çalışmaları ile ilgili olan üyelerimizin gerek Ticaret Bakanlığında Odamızı temsil etmek ve gerekse komisyonlarda çalışmak üzere Odamıza müracaatlarını rica ederiz.