

Enerji Sistemlerinde Yeni Kısa Devre Bulma Yöntemleri

Yazan :

V. E. Kazansky
A. D. Kuznetsov

Çeviren:

Osman SEVAIOĞLU
ODTÜ

ÖZET

Bir iletim hattındaki kısa devrenin tam yerinin bulunması sistemin verimli çalışabilmesi için şarttır. Akım ve gerilimlerin otomatik olarak ölçülmesiyle kısa devrenin yerini derhal belirten bir yöntem geliştirilmiştir.

SUMMARY

Determination of the exact location of a fault on a transmission line is an essential requirement for efficient system operation. A method has been evolved automatically recording currents and voltages which provides immediate indication of where the short-circuit has occurred.

İ. GİRİŞ

110 kV ve üzerindeki modern enerji sistemlerinde 'ampermetre ve voltmetrelerden meydana gelen otomatik ölçme üniteleri geniş olarak kullanılmaktadır. Bu ölçme üniteleri bir kısa devre anında akım ve gerilimlerin dengeli bileşenlerini otomatik olarak ölçecek şekilde hazırlanmıştır, ölçmelerden elde edilen değerlerle kısa devrelerin kararlı ve kararsız noktalarını derhal bulmak ve sistemin kısa devre süresini azaltmak mümkündür. Bazı ülkelerdeki 110 kV ve üzerindeki bütün enerji sistemlerinde bu ölçme ünitelerim' kullanmak yararlı görülmüştür. Bu ünitelerin fonksiyonları röle koruma ve diğer otomatik sistem koruma cihazlarının benzemektedir. Yalnız bu ölçme cihazlarının bazı zor ve önemli koşulları sağlaması gerekmektedir.

Bu koşullardan birincisi; kısa devrenin meydana geldiği ilk anlarda, yani enerji sisteminin çeşitli kısımlarının röle koruma ünitesinden ayrılmadan önce uygun dengeli bileşenlerin ölçülmesidir. Bunun yapılabilmesi için ölçme cihazlarının kısa devreden sonraki ilk 0,08-0,09 saniyelik arada çalışması ve daha sonraki gerilim ve akım değişmelerini etkilenmemesi gereklidir.

İkinci olarak, akım ve gerilim dengeli bileşenlerinin muhtemel bütün değerlerinin devrenin belirli noktalarında hemen ölçülmesi gereklidir. Bu nedenle aletlerin çoğu zaman 40'ın üzerinde-bir skala çarpım faktörüne sahip olması istenir.

Üçüncü olarak, kısa devrenin uzaklığı saptarken akım ve gerilimlerin sinusoidal dalgalar

* Energy International, C. 8, S. 19 Ekim, 1971 dergisinden çevrilmiştir.

olduğu kabul edildiğinden, dengeli bileşenlerin yalnızca ilk harmoniklerinin ölçülmesi yeterlidir.

YukarıdaM koşulları tam olarak sağlayan aletlerde genellikle bir bellek kondansatörü kullanılmaktadır. Bu sistemlerde bir kısa devre anında akım ve gerilimler iki safhada okunur. Birinci safhada, yani kısa devre esnasında bellek kondansatörü ölçülen akım veya gerilimin değeriyle orantılı olarak doldurulur. Bu kondansatör ölçme ' transformatöründen gelen küçük akım ve gerilim değerlerinde bile çabuk dolaçak şekilde seçilmiştir, ikinci safhada, bellek kondansatöründeki yük okuyucu bir üniteye boşaltılır. Bu okuyucu ünite tekrarlayıcı ve uzun periyod bellekli mantık devresini kontrol etmektedir, ikinci safhada aletlerin yüksek hızla çalışmasına gerek yoktur. Bu sebepten planlanması kolay, çalışmaları yavaş ve sağlam aletlerin kullanılması mümkündür.

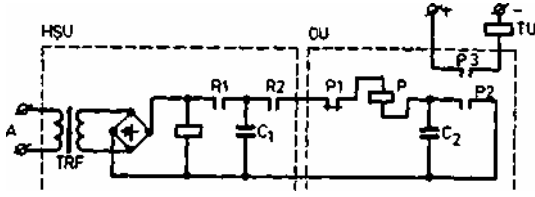
2. FIP KISA DEVRE BULMA SİSTEMİ

Şekil 1'de FIP kısa devre bulma sisteminin genel devre şeması görülmektedir. Test sisteminde temel olarak bir bellek kondansatörü kullanılmıştır, diğer sistemlerden farklı olarak bir de okuyucu ünitesi vardır. Diyagramdaki ana elemanlar aşağıda verilmiştir

1. Hızlı Şart Ünitesi (HŞÜ): Bir giriş transformatörü, tam dalga redresörü, R tetik rölesi ve C_j bellek kondansatöründen meydana gelmiştir. R, anahtarı R rölesiyle kontrol edilmektedir.

2. Okuma Ünitesi (OÜ) : Bir P ölçme rölesi ve C₂ okuma kondansatöründen oluşmuştur.

3. Tekrarlama Ünitesi (TU): Genellikle burada bir elektrik darbe sayıcısı kullanılmaktadır.



Şekil 1. FIP tipi kayıt test gurubu fonksiyonel devre diyagramı

Ölçme ampermetreleri ve voltmetreleri birbirlerinden sadece şarj üniteleriyle ayrılırlar. Voltmetre-hızlı şarj ünitesinde bir gerilim transformatörü, ampermetre-hızlı şarj ünitesinde de sekonderi şöntlenmiş bir akım transformatörü bulunur. Yüksek akım ve âletim hattında bir kısa devre olunca hız şart ünitesinin girişinde A genişliğinde bir sinyal meydana gelir. Bu A sinyali R tetik rölesini harekete geçirir. Bundan 0,04 saniye sonra tetik rölesinin R, kontağı kapanır ve C₁ kondansatörü V₀ gerilimine kadar dolar. Formüldeki K orantı faktörüdür.

$$V_0 = KA$$

A sinyalinden 0,09 saniye sonra R-1 kontağı açılır. R₂ kontağı kapanarak, C₂ kondansatörü; R₂, P₁ kontakları ve P rölesinin sanımları aracılığıyla C₂ kondansatörüne bağlanmış olur. Böylece C₂ kondansatörü dolmaya başlar ve C₁'den uçları arasındaki V₀ gerilimi V/e düşer:

$$V = V_0 \Lambda^{t/RC}$$

Sarımlarından geçen yük akımıyla P rölesi harekete geçerek C₂'nin dolmasına yetecek kadar bir gecikmeden sonra R₂ kontağını açar ve P₂ kontağını kapatır. Böylece C₁'den ayrılmış olan C₂ kondansatörü P₂ kontağı aracılığıyla kısa devre edilmiş ve tekrarlama ünitesinin girişine ilk doğru akım darbesi verilmiş olur. C₂'nin boşalmasını ve tekrarlama ünitesinin düzgün çalışmasını sağlayan bir aradan sonra, P rölesi tekrar P₂ kontağını açarak P₁ kontağını kapatır. Bu durumda kondansatörlerin uçları arasındaki gerilim V₂ değerine düşer:

$$V = V_0 \Lambda^{t/(C_1 + C_2)}$$

Böylece okuma ünitesi ikinci bir doğru akım darbesi meydana getirir, bu darbe de tekrarlama ünitesi tarafında alınır. Çalışma bu şekilde kendini tekrarlar.

Okuma ünitesinin her yeni elektrik darbesi meydana getirilmesinde devrenin elektrik yükü bir ölçüde azalacağından, N darbe sonunda C₂ kondansatörünü dolduran akım P rölesini uyarmayacak kadar zayıflar.

'Darbe sayısı N aşağıdaki eşitlikten saptanabilir:

$$N = C \left(\ln A - \ln \frac{V}{K} \right)$$

Burada C, V_N ve K'ni değerleri sabittir ve

$$C = \frac{1}{V} \text{ ile tarif edilmiştir.}$$

3. FIP SİSTEMİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

1. Darbe sayıcısı tarafından alınan darbelerin sayısı, A sinyalinin logaritmik bir fonksiyonudur. Yani yan-logaritmik eksenlerde A ve N arasındaki bağıntı daima bir doğrudur* (Şekil 2.). Bu doğruya aletin kalibrasyon eğrisi denir. Aynı logaritmik ifadedeki C katsayısı kalibrasyon eğrisinin eğimini, $\frac{V}{K}$ terimi de eğrinin dikey hareket miktarını ifade eder.

Şekil 2. Yan - logaritmik eksenlerde alet ayar eğrisi.

Kalibrasyon eğrisini, sistemin parametrelerini kullanarak belli bir standarda ayarlamak mümkündür. C₁ ve C₂ değerlerini değiştirmek suretiyle C değeri yani eğrinin eğimi, V_N ve K'yı değiştirerek de eğrinin dikey hareket miktarını ayarlanabilir.

2. K ve V_N'nin aynı oranda değişmeleri sistemin okumalarını etkilemez, fakat K veya V_N'-

Kısa devrenin generatöre olan uzaklığının hesaplanması, yan logaritmik eksenlerde A ve N arasındaki bağıntının doğrusal olması halinde mümkündür. Çünkü bir mantık devresi tarafından sayılan darbe sayısı N, yan-logaritmik eksenlerde A sinyalinin genliği ile yani kısa devre akımının şiddetiyle doğru orantılıdır. Kısa devre akımının şiddeti ise aslında kısa devrenin generatöre olan uzaklığının bir fonksiyonudur. Dolayısıyla darbe sayısı N'e bakarak bu uzaklığı tam olarak kestirebilmek mümkündür.

nin aletin kalibre edildiği değerlere oranla % x kadar değişmesi, sonuçların da % x kadar hatalı olmasına neden olur.

3. Yan logaritmik eksenlerde kalibrasyon eğrisinin doğrusal olması nedeniyle darbe sayısının A'ya göre yüzde değeri sabittir ve $\% \frac{100}{A}$ ye eşittir, yani A'ya bağlı değildir. Gerçek darbe sayısının A. $\% \frac{100}{A}$ olduğu kolayca gösterilebilir. Bu nedenle sayıcıdaki hatadan dolayı darbe sayısında meydana gelen alet hatası sabittir. Yüksek skala faktörlü aletlerin değeri, bunlarda toplam darbe sayısının düşük olmasından ileri gelmektedir. Bu nedenle maximum kuanrum hata da sabittir. Kuantum hatanın sonsuz küçük parçalara bölünebilmesi için C eğrisinin eğimini biraz fazla seçmek yeter.

4. Eğrinin kalibrasyon eğiminden % x kadar sapma, aynı şekilde % x kadar bir alet hatasına sebep olur. Darbe sayısının A'ya göre yüzde değeri sabit ve $\% \frac{100}{A}$ 'ye eşit olduğundan C'nin % x kadar değişmesi % x. N/C değerinde bir hata meydana getirir, yani okunan değerler artıkça hata da artar.

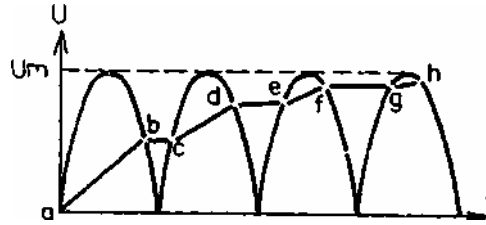
5. Kondansatörlerin değerinin orantılı olarak değişmesi aletin okumalarını etkilemez. Test sisteminde kullanılan devrenin de yararları budur. Çünkü mevsim koşulları ve sıcaklık değişimleri yapılan aynı olan iki kondansatörü de aynı oranda değiştirerek C eğrisinin eğimini sabit tutar, böylece fazladan bir alet hatasının meydana gelmesi önlenmiş olur.

6. Yüksek eğimli kalibrasyon eğrilerinde aletin ölçme taban değeri V_N 'dir. Tavan değeri ise sadece darbe sayıcısı tarafından sınırlanmıştır. Bu durumda aletin skala çarpım faktörü B aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir:

$$N_M = CjNB$$

Burada N_M sayılabilen darbe sayısıdır. Aletin skala çarpım faktörünün yeterli bir değerde, örneğin 50'nin üzerinde olması için $C = 20$ ve $N_M = 100$ seçmek yeterlidir, dolayısıyla 100 darbeye ayarlanmış bir darbe sayacı genellikle test sistemi için istenen koşulları sağlar. Test sistemi hızlı şarj ünitesi girişine sinüsoid akım veya gerilimler uygulandığı zaman kalibre edilmelidir. Bu durumda Cj kondansatörünün gerilimi Şekil 3'teki a-b-c-d-e-f-g-h 'kırık çizgilerinde olduğu gibi yükselir. C, kondansatörünün dolması yaklaşık olarak T_{ch} 'da tamamlanır. Burada T_{ch} sistemin zaman sabitesidir. Kısa devre anında giriş akımının dalga şekli aperiodyk sönümlü 'bir bileşen tarafından bozu-

(ur. Su sönümlü bileşenin zaman sabitesi Z_{nc} ise ve hızlı şarj ünitesinin dolması üç T_{cb} 'dan daha uzun sürerse, bileşenin değeri sıfıra çok yaklaşır, ve dalgadaki bozulma, aleti etkilemez. Aleti bu sönümlü bileşenin etkisinden kurtarabilmek için $-r_{ch}$ değerinin C, kondansatörünün okuma ünitesinde, ayrılmasından az önce dolma işlemini tamamlayacak şekilde seçilmesi gerekir



Şekil 3. K, kapasitörü şarj sürecini gösterir grafik.

FIP test sisteminin genel teknik özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- Akım yada gerilim ölçmelerinde bütün hat % 3'ten düşüktür.
- Aletin ölçme alanı (tavan ve taban skala çalışma değerleri arasındaki fark) 50'ye kadar yüksek olabilir.
- Kısa devrenin olmasından en geç 0,09 saniye sonra sinyal kaydedilmiş olur.
- Kullanılan voltmetrelerin ölçme değerleri 5 V ile 250 V arasında değişir.
- Ampermetreler ıkkullanıldıkları ölçme değerlerine göre ayrılırlar:

0,2	A'den	10,0	A'ye	kadar
0,4	»	»	20,0	»
1,0	»	»	50,0	»
2,0	»	»	100,0	»

f. 100 V değerindeki bir potansiyel farkında voltmetrenin sarfiyatı 3,0 VA'ı geçmez.

g. 5 A ölçen ve ölçme tabanı 1 A olan amperampermetrenin bütün direnci 0,12 Ω 'u geçmez.

Sistemde 'kullanılan ampermetreler özel olarak yapılmıştır, yani kolaylıkla ölçme değerleri değiştirilebilir.

Şimdilik FIP test sisteminin kullanıldığı yirmi enerji sisteminden alınan sonuçlara göre, kısa devrenin uzaklığını, bütün hat boyunun % 2-5'i kadar bir hatayla bulmak mümkün olmaktadır.