

Şalterlerin seçilmesi simetrik kısa devre akımlarının hesabı

Refet H. ÖZADA
Tuk MÜH - E 1. E

Şalterleri seçerken, onların göreceği vazife ile en son imalat şartlarının 'nazarı itibara alınması icap eder.

Amerika, İngiltere, Almanya ve Fransa gibi, teknikte ileri memleketlerde, bundan en az 15-"20 sene evvel, bir elektrik mühendisleri grubu teşkil edilerek, yağlı şalterlerin kısa devre akımları, çalışma tarzları ve testleri, çok uzun ve dikkatli bir çalışma neticesinde, standart olarak tesbit edilmiştir.

Bir yağlı şalterin kesme kapasitesi, pratikte, K.V.A veya MV.A olarak ve ayrıca nominal gerilimi vermekle belirtilir.

500 M. V. A. veya daha az taktatta olan şalterlerin testi (deneyi) yapılırken, kullanılacak gerilim, şalterin nominal geriliminin % 95 inden az olmamalıdır. Daha büyük olan 'şalterlerin testinde ise, pratikte düşük değerler mevcut olduğundan, yukarıdaki yüzde miktarının altına geçilebilir. Şunu da zikretmek j&zımdır ki, en modern tesislerde bile, nominal gerilimin tam değerini elde etmek, hemen hemen imkânsız gibidir.

Muhtelif imalat firmaları, şalterlerin kısa devre değerlerini tesbit ederken, hakikaten çok sayıda ve ayrıca modern deney tesisleri kullanarak bu işi yaparlar.

Kısa devre anında, bir sistemden geçecek akımın tayıni, arıza noktasını besleyen santral takati, ayrıca santral ile arıza noktası arasındaki rezistans ve reaktans değerlerinin bilinmesi ile mümkündür.

Bir sistemde, bir kısa devre vukuu halinde, ilk yarım sayküde (1/100 San.), çok büyük akım değerleri hasil olur.

Bir sistemi korumak için kullanılacak rölelerin ayar zamanı için de faz akımlarının (phase sequence current) nazan itibara alınması icap eder.

Generatör, transformator ve reaktörlerin nominal taktatlan KVA. olarak ifade edildiğine göre, kısa devre değerlerini de aynı terim-

lerle ifade etmek, hesaplan kolaylaştırmak bakımından tercihe şayandır.

Tarifler :

Senkron santral ve transformator reaktansları, umumiyetle reaktif volta] düşümünün yüzdesi olarak ifade edilir.

Reaktif volta] düşümü, sargılardan tam yük akımı geçtiği zaman hasil olur.

Böylece % 10 reaktansı olan bir generator, normal yükte, faz geriliminin % 10 na eşit bir reaktif volta] düşümüne maliktir demektir. Böylece bir generatörün simetrik kısa devre K.V.A. sı da

$$\frac{\text{takat (KVA)} \times 100}{10} \text{ olacaktır.}$$

Generatör reaktansının ilâvesi:

Kısa devre KVA. sini yüzde reaktans metodu ile tâyin ederken, aşıkârdır ki, bu yüzde değerlerin verilen takat (KVA.) değerleri ile bir ilgisi mevcuttur. Nitekim bileşke reaktans ve empedansları tâyin ederken, bütün yüzde değerlerin, müşterek bir baz KVA. değerine tahvil edilmesi icap eder.

Hesabımızın daha kolay anlaşılabilmesini temin için, basit bir şema üzerinde tatbikat yapalım.

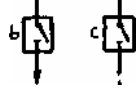
Şemamız, 6,6 KV. luk 3 fazlı, A., B ve C gibi generatörden müteşkil basit bir bara sisteminde ibaret olsun.

Generatörlerin her birinin takati 5000 KVA. ve reaktansları da % 10 olsun. Bu takdirde toplam santral reaktansı % 10 olup baz $3 \times 5000 = 15000$ KVA. olacaktır.

Kısa devre KVA' sı da böylece

$$\frac{15000 \times 100}{10} = 150000 \text{ KVA} = 150 \text{ MVA.}$$

olur.



ŞEKİL : 1

Eğer biz fartdı bir baz üzerinden hesap yapmak istiyorsak, şu neticeyi elde ederiz : % 10 > 15 000 KVA. için ise % 5 > 7500 KVA. ve % 20 » 30 000 KVA. için olur.

$$\begin{aligned} & \frac{100}{100} \times 7500 = 30000 \times \frac{2}{0} \\ & = 15000 \times \frac{100}{10} = 150\,000 \text{ KVA. olur. Farz-} \end{aligned}$$

edelim ki generatörler farklı takat ve karakteristiktendirler. Misal:

Generatör A : 2000 KVA.
•% 8 reaktans

Generatör B : 5000 KVA.
% 12 reaktans

Generatör C : 8000 KVA.
% 16 reaktans.

Toplam takat: 15 000 KVA. dır. Baz olarak 15 000 KVA. yi alalım. Reaktanslar şöyle olur :

$$\begin{aligned} & \text{Generatör A} \quad \times 8 = \% 60 \\ & \quad \quad \quad 15000 \\ & \quad \quad \quad 2000 \\ & \text{Generator B} \quad \times 12 \quad \% 36 \\ & \quad \quad \quad 15000 \quad 5000 \\ & \text{Generatör C :} \quad \times 16 \quad \% 30 \\ & \quad \quad \quad 15000 \\ & \quad \quad \quad 8000 \end{aligned}$$

paralel reaktansların bileşke reaktansı:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \\ 60 & 36 & 30 \end{array} \quad 0,0167 + 0,0278 + 0,0333$$

0,0778 Baradaki kısa
devre KVA sı.

$$15000 \times 100 \quad 12,8 \quad 117\,000 \text{ KVA.}$$

ve R M.S. simetrik

$$\begin{aligned} & \text{akımı da } 117000 \\ & = 10250 \text{ A. olur.} \end{aligned}$$

$$6,6 \times f 3$$

İşte böyle farklı takat ve reaktansı olan generatörler mevzuu bahis olduğu zaman, yukarıdaki misalde yapıldığı gibi, baz olarak % 12,8 ve 15 000 kVA. alınır ve işlemler ona göre yapılır.

Büyük Trasformatörler :

Şimdi, tekrar şekil 1 e bakalım, a fiderinin 4000 kVA. lık bir transformatörü beslediğini ve bu transformatör reaktansının da % 4 olduğunu kabul edelim.

15 000 kVA. bazına tahvil edersek, eşdeğer reaktans

$$\begin{aligned} & 4 \times 15000 \\ & 4000 \end{aligned} \quad \% 15 \text{ buluruz.}'$$

Böylece,
transformatörün, sekonder tarafına kadar olan toplam reaktans

$$12,8 + 15 = \% 27,8 \text{ olur. e}$$

disjönktöründeki kısa devre değen de:

$$\begin{aligned} & 15000 \times 100 \\ & = 54000 \text{ kVA. ve} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 27,8 \\ & 54000 \\ & = 4730 \text{ A (R. M. S.) olur.} \end{aligned}$$

$$6,6 \times f 3$$

Küçük Transformatörler:

Transformatör küçük takatta ise, o zaman, generatör reaktansı nazarı itibara alınmayabilir.

Misal olarak 100 kVA. lık ve reaktansı % 5 olan bir transformatör, generatör taka-

$$\begin{aligned} & 100 \times 100 \\ & \text{ti ee olursa olsun, ancak } \frac{\quad}{5} = 2000 \end{aligned}$$

kVA. lık bir kısa devre geçirebilir. Kaba bir misal olarak, generatör takatinin, transformatör takatinin 10 veya daha fazla misli olduğunu kabul edelim. Eğer generatör ile transformatör arasında, hatırı sayılır bir empedans yok ise, max. kısa devre akımını hesap ederken, generatör reaktansı ihmal edilebilir.

Havaî Hatlar:

Hava hatlarında, rezistans değeri, reaktans değerine nisbetle, bir hayli düşüktür. Bu iki sebepten ileri gelir 1 - iletkenler arasındaki mesafelerin, elektirik bakımından büyük tutulduğu.

2 — İletken kesiti, taşıyacağı yükten ziyade, mekanik zorlamalara karşı dayanma ve korona kayıplarını sınırlandırma cihetinden tayin edilir.

Şemaya göre, adı geçen transformatörün 33 kV. luk ve 40 km. lik bir haya hattını beslediğini kabul edelim. Bu iletkenin $R = 0,138 \text{ n/Km.}$ ve $x = 0,432 \text{ n/Km.}$ olsun. Bu değerlerin, 15000 kVA. bazına göre eşdeğer yüzde rezistans ve reaktanslarını bulalım:

15000 kVA ve 33000 V ta normal akım:

$$15000 \times 1000$$

$$= 263 \text{ A.}$$

33000 x V3 Reaktanstaki gerilim düşümü :

$$263 \times 0,138 \times 40 = 1450 \text{ V.}$$

Rezistanstaki gerilim düşümü :

$$263 \times 0,432 \times 40 = 4540 \text{ V.}$$

$$1450 \times 100 \times V3$$

$$\% \text{ Rezistans : } \frac{4540 \times 100 \times V3}{33000} = \% 7,6$$

$$\frac{4540 \times 100 \times V3}{33000} = \% 23,8$$

$$\% \text{ Reaktans : } \frac{33000}{12,8}$$

Generatör

Transformatör 15,0

Hava" hattı 23,8

Bilindiği gibi, hava 51,6 - hattını buradaki rezistans bileşimi, yukarıdaki reaktans değerlerine, aritmetik olarak eklenemez. Bu ancak vektörel olarak ilâve edilebilir.

Devrenin toplam empedansı

$$Z = 7,6 \times J 51,6 \text{ veya } Z = V 7,6^2 + 51,6^2 = \% 52,3 \text{ olarak gösterilebilir.}$$

Hat sonundaki disjonktördeki kısa devre 15000x100

$$\text{de.} = 28700 \text{ kVA} = 29 \text{ MVA.}$$

$$\frac{52,3 \times 33 \times V3}{100}$$

$$= 502 \text{ A. (R. M. S.) bulunur.}$$

28700 yukarıdaki değerlerden, reaktans bileşeninin, toplam bileşke değerine kıyasla, pek küçük olduğu müşahade edilir. Onun için hava hatlarında reaktans bileşeni, hemen hemen her zam in ihmal edilebilir

Kablo Feederler («derler) :

'Kablo «derlerde, rezistans, umumiyetle reaktanstan daha büyüktür. Bundan ötürü, her iki bileşenin de nazarı itibara alınması icap eder.

Verilen misalde, 6 Km. uzunluğunda ve $q = 1,29 \text{ Cm}^2$ kesitinde bir kablo olduğunu kabul edelim.

15000 kVA. bazına göre bu giderin % 30 bir rezistans gerilim düşürüm ve % 18 de bir reaktans gerilim düşürüm olacaktır.

Kablonun sonundaki toplam empedans düşürümü :

$$V 30^2 + (12,8 + 18)^2 = \% 43 \text{ ve}$$

(g) disjonktöründeki kısa devre değeri de

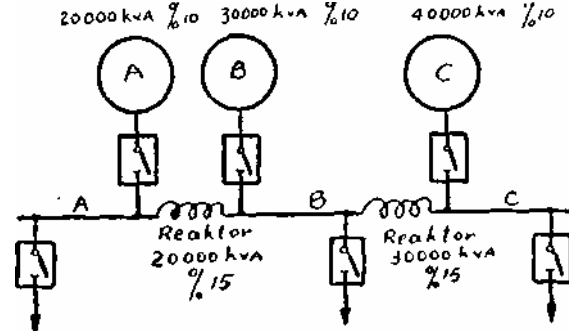
$$\frac{15000 \times 100}{35000} = 35000 \text{ kVA.} \frac{35000}{6.6 \times V3} = 3060 \text{ A.}$$

$$43 \text{ (R. M. S.) olur.}$$

Kompleks Sistemler:

Belirteceğimiz metotlar, direk ve açık sistemler için olacaktır. Yalnız bara reaktörlerinin kullanıldığı ve enterkonekte istasyonların bulunduğu kompleks sistemleide ise, kısa devre değerlerini bulmak için, empedans diyagramlarının çizilmesi icap eder.

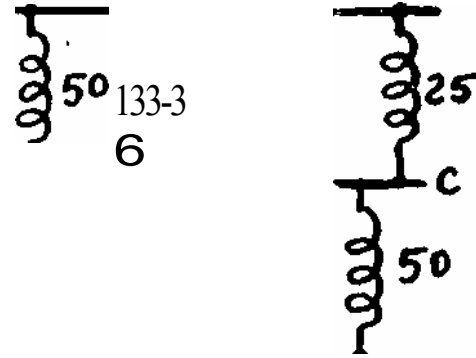
Birkaç problem çözdükten sonra, basit bir sistem 'diyagramın, bir empedans diyagramına tahvil etmek, çok kolay olacaktır.



ŞEKİL : 2

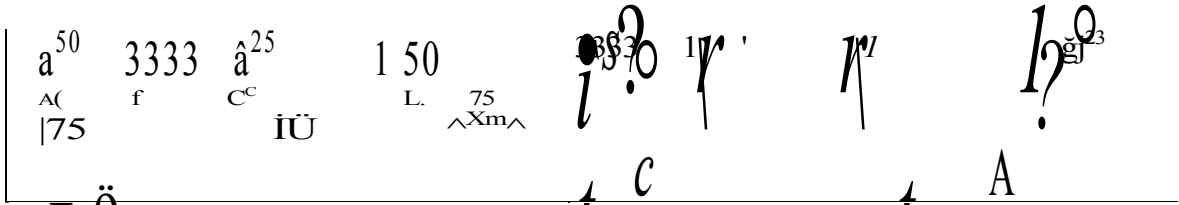
Yukarıdaki şemaya dikkat edecek olursak, reaktansların 3 kısma ayrılmış olduğunu görürüz. İstedığımız husus, A, B ve C kısımlarındaki kVA. kısa devre değerini elde etmektir. Misalin daha iyi anlaşılmasını temin için, mevcut generatör ve reaktörlerin farklı karakteristikte olduğunu kabul edelim.

Madem ki 3 fazlı bir sistemde, yüzde reaktansın, faz-nötür arasındaki gerilim düşümü ile bir münasebeti vardır, o halde hazır-



Kıs
a

ŞEKİL: 2 a



kiL^ö

2b.
lanacak empedans diyagramı, nötr noktası ile arıza noktası arasındaki seri ve paralel empedansları gösterecektir. Bunun için de Sekil 2 a, ya bakalım.

A Barasında bir kısa devre vuku bulsun. Semamız bu durum karşısında mevzu bahis olan empedansları gösterir. B ve C haralarında meydana gelecek kısa devreler için de sekil 2 b ve Sekil 2 c ye bakalım.

Empedans diyagramları ile hesap yaparken, daima bir müşterek baz üzerinden hesap yapılmalıdır. Aksi takdirde eşdeğer empedans değerlerine tahvil sırasında hata yapılır. Kompleks sistemlerde 100000 kVA. sayısı Dek uygun bir baz sayısı olarak kabul edilebilir. Hesapları bir hayli kolaylaştırması bakımından, biz de ilerideki hesaplarınız için 100 000 kVA. yi baz olarak kabul edeceğiz.

Sekil : 2* ye tekrar bakalım, 10x100

20	10x100
30	10x100
40	15x100

20	15x100
----	--------

HeaK.ior ü - u . « /o ou 30
Bu değerler ile sekil 2 a, da görülen empedans diyagramı elde edilmiş olur.

0,03 + 0,0133	0,0433 1
33,3	25 + 50

Neticede diyagram Sekil 2 d. de görüldüğü gibi olur.

k.sa ctcire

2 c.

/t'Sa r/e-rc

2 d.

toplam bileşke reaktans : 50 x 98 4900

50 x 98	148	% 33,1 olur.
A. barası üzerindeki kısa devre değeri (kVA)		
100000x100		

33,1	
Sekil 2 b. ve tekrar bakalım. Toplam empedans : ,	
1	1
%; % 19 5	

0.008 + 0,03 + 0,0133 1	1
1	

50 + 75	33,3	25+50
Böylece B barasındaki kısa devre değeri (kVA)		
100000x100	513000 kVA	513 MVA olur

19,5	
Simdi de Sekil 2 c. ye bakalım. Bu da Sekil 2 a ya -benziyor ve aynı yolla çözülür. (50 + 75) X	
33,3	4,160 ar. g* 3

50 + 75 + 33.3	158.3 .(26,3 + 50) +
25	1,910

26,3 + 50 + 25	101.3 % 18.85 C barasındaki kısa devre değeri.
100000x100 =	530 000 kVA 530 MVA

18.85
Gelecek yazımızda yıldız bağlı bara reaktansları, muhtelif iletkenlerin muhtelif gerilimleri düşümleri ve nihayet kısa devre akımlarına göre sigorta seçimi gibi hususlar gözden geçirilecektir.