

# Şalterlerin seçilmesi-Simetrik kısa devre akımlarının hesabı

Befet H. ÖZADA  
T. Müh - E. İ. E

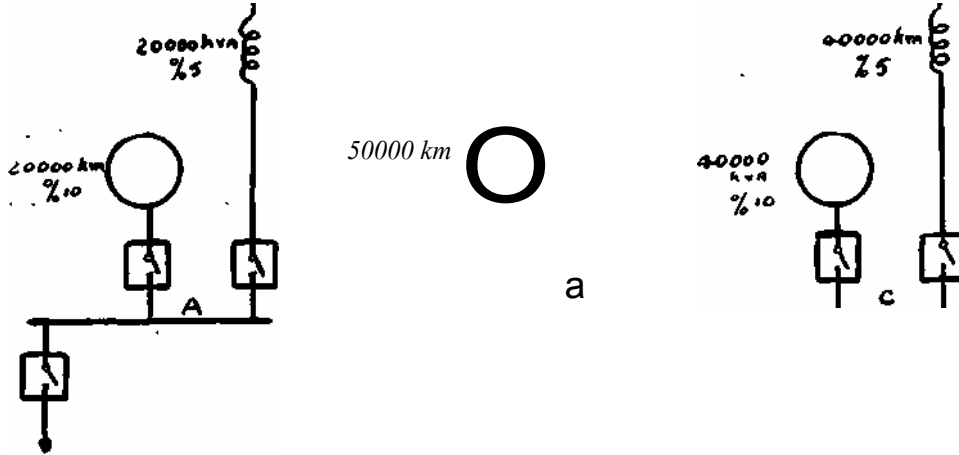
— II —

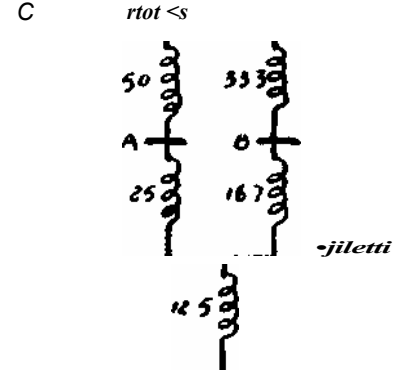
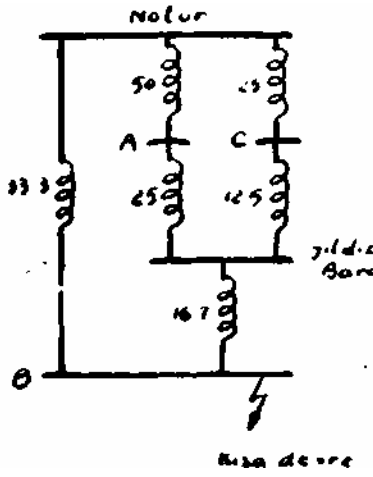
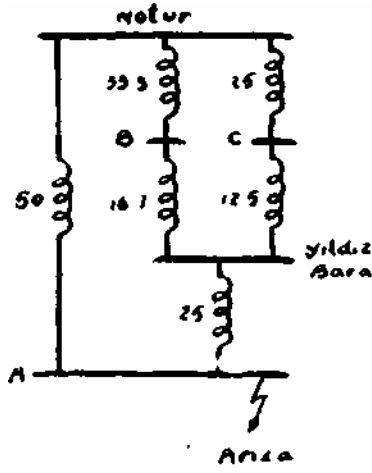
Senkronlama veya yıldız bağlı bara reaktandan :

Bugünkü elektrik tekniğinde, bara reakt-

terlerinin aşağıda şekil 3 te görüldüğü gibi grpulaştırmak, pek rastlanılan bir tertiptir.

Bu tertip sayesinde, yalnız bir generatör





30

3C

veya generatorler grubu, arıza esnasında, kısa devre noktasını besleyebilirler. Diğer baraların besleyen generatorler, müşterek bir reaktörden dolayı, büyük bir empedans icabı, az akım gönderebilirler.

Grup sayısı arttıkça öyle bir noktaya erişilir ki orada ilâve besleme akımları oluyor fakat toplam kısa devre akımına eklenen miktar, ehemmiyetsiz olur.

Şimdi yukarıdaki tertipte, A harasında meydana gelecek bir kısa devrede, mevzu bahis olacak empedansları, şekil 3 A. de görülmektedir.

Aynı şekilde B ve C baralarında, bir kısa devre vuku bulunduğu zaman, empedanslar, sırasıyla 3 B ve 3 C de görüldüğü gibi olacaktır. Bu değerler de 100.000 kVA. bazına göre dir.

Misal olarak Şekil 3 A. daki toplam empedansları bulalım.

$$50 \times 37.5 + \frac{251.50}{\%24.1} = 187.5 + 1042.73 = 1230.23$$

$$\text{Böylece A noktasındaki kısa devre KVA sı da } 100.000 \times 100 = 415.000 \text{ KVA. Olmuş olur.}$$

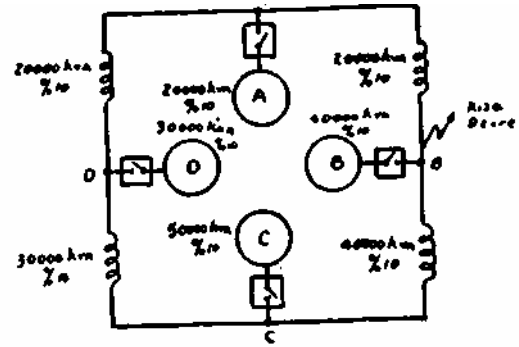
Bu şekilde A. harasının her iki tarafına konacak disjontörlerin kesme kapasitesi, 415 MVA. olacak bulunmuş olur.

Şekil 3 B ve 3 C deki değerlerden hareket ederek, yukarıdaki yolla, B ve C baralarındaki kısa devre KVA sı ve dolayısı ile bu

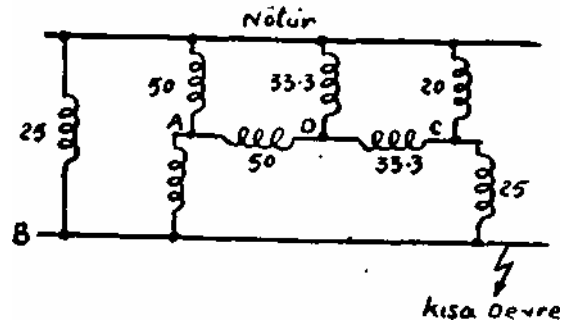
baraların her iki tarafına konacak disjontörlerin kapasitesi tayin edilmiş olur.

**Ring bağlı baraların reaktansı:**

Aşağıdaki şekil 4 de bir göz atalım : Bu tertip pratikte pek rağbet gören ve çok kullanılan bir tertip değildir. Takat kısa



ŞEKİL 4

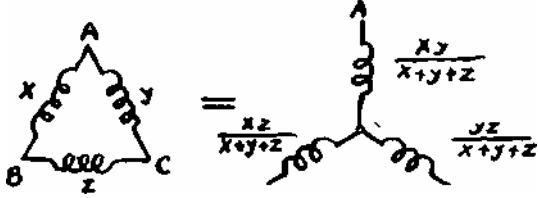


Şekil 4 A

devre empedanslarını hesap etmek bakımından enteresandır.

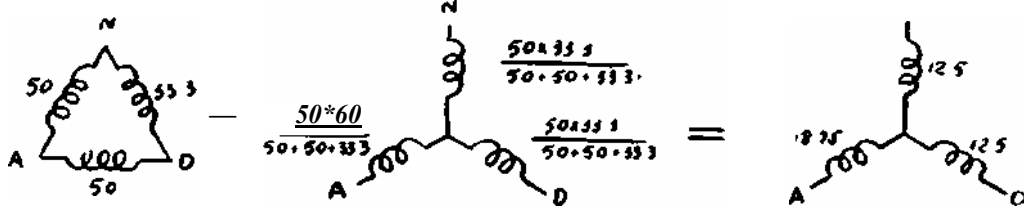
B barasında bir kısa devre olsun. O zaman, mevzu bahis empedanslar, şekil 4 A, da görüldüğü gibi olacaktır.

50; 50 ve 33,3 reaktanslar, bir üçgen teşkil ettikleri gibi. 33,3; 33,3 ve 20 değerleri de bir üçgen teşkil ederler. Bu üçgenleri yıldız çevirelim.



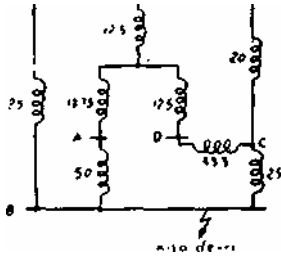
ŞEKİL 5"

Yukarıdaki formüller ile



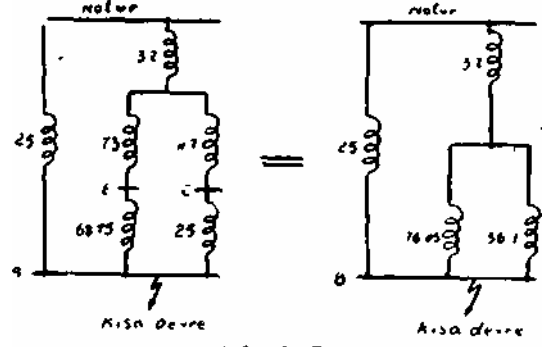
haline gelir.

Bütün netice aşağıdaki Şekil 7 ye gelir.



458 ,

ŞEKİL 8



ŞEKİL 9

Şekil 9 dan bileşke reaktans iki safhada elde edilmiştir.

$$\begin{aligned} 76.05 \times 36.7 &= \%24,8 \\ 76.05 + 36.7 & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 25 (24.8 + 3,2) &= \%13,2 \\ 25 + 24,8 + 3,2 & \end{aligned}$$

Böylece B barasında vuku bulacak bir kısa devre KVA sı da

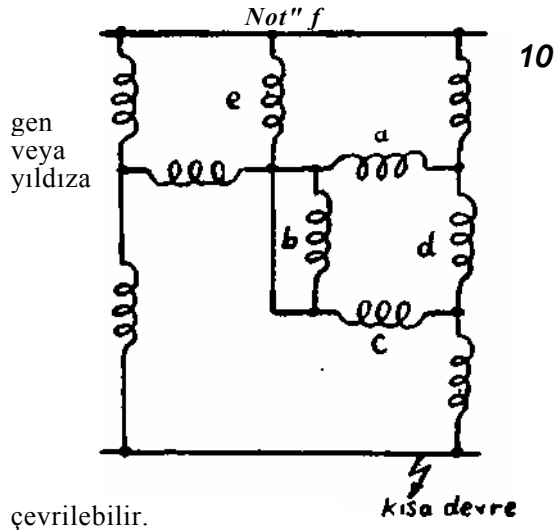
$$\begin{aligned} 100.000 \times 100 &= 10.000.000 \text{ KVA. olur.} \\ 13,2 & \end{aligned}$$

Bu şekilde B civarına konacak bir disjonktörün kesme kapasitesi de bulunmuş olur.

Çok defa, reaktanslar bir dikdörtgen teşkil ederler. Şekil 10 a bakınız.

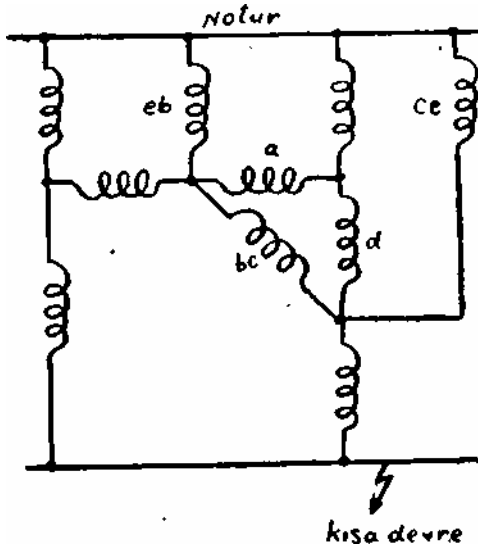
Bu da, Şekil 11 de görüldüğü gibi olur.

Hulasa dikdörtgenler dikkat edilerek üç-



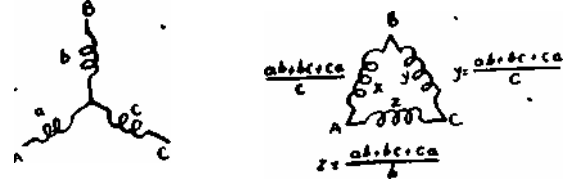
çevrilebilir.

Yıldızı üçgene çevirmek için de bilinen formlerden gidilirse, hiçbir müşkülâtle karşılaşılmaz.



Geçen sayıdaki yazımızda «Havaî Hatlar» başlığı altında, kısa devre akımlarını hesap ederken rezistansların ikmal edileceğini, kablolarda ise rezistansın da nazarı itibara alınması icap ettiğini zikretmiştik.

Daha evvel de söylediğimiz gibi, rezistans ve reaktanslar aritmetik) olarak toplanamaz. Kompleks sistemlerde, rezistans ve reaktans değerlerini ayrı muhafaza edip, sembolik metot ile bileşke empedansı tayin etmek lazımdır.



Birçok şoekelerde, paralel bağlı birkaç Kablonun bir arada bileşke empedanslarını tayin etmek icap eder.

Böyle hallerde bütün kabloların rezistanslarının reaktanslara olan oranı, aşağı yukarı aynı ise, rezistans ve reaktans değerleri ayrı işlenebilir.

Bunu şekil 13 te gösterelim :

Şekilde görüldüğü üzere, paralel bağlı kollar, iki ayrı besleme barasını enterkonekte etmektedirler (kendi aralarında bağlı).

Besleme barası üzerinde meydana gelecek bir kısa devrenin KVA. sini hesap etmek için şu yoldan hareket edelim:

Kablo imal eden firmalardan, ring bağlı kablolar için, 100.000 KVA. bazına göre yüzde empedansları :

$$a = 136.2 + j 81.5 \quad b = 152.5 + j 91.6 \quad c = 114.5 + j 68.7 \quad d = 129.7 + j 77.8$$

olduğu bulunur.

Yukandaki değerler, birbirleri ile mukayese edilirse görülür ki rezistans / reaktans oranı bütün kablolarda aşağı yukarı aynıdır.

Böylece bileşke rezistans :

$$R = \frac{1}{\frac{1}{136.2} + \frac{1}{152.5} + \frac{1}{114.5} + \frac{1}{129.7}} = \%33$$

Bileşke reaktans ise:

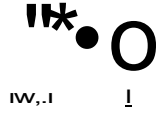
$$X = \frac{1}{\frac{1}{81.5} + \frac{1}{91.6} + \frac{1}{68.7} + \frac{1}{77.8}} = \%19.8$$

Toplam empedans Z

$$= 33 + j 19.8$$

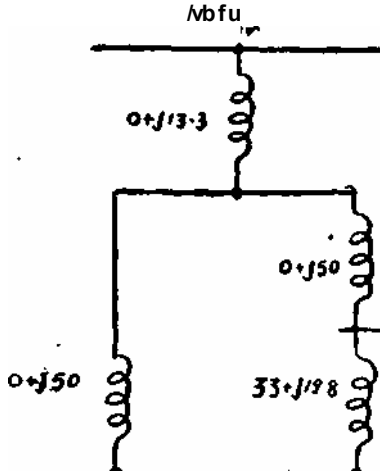
Artık, bütün değerler, 100.000 KVA bazına tahvil edilmiş olduğundan, empedans diyagramı şekil 14. te görüldüğü gibi çizilebilir.

Bu diyagramdan görüleceği üzere, iki pa-



J	i	c	4	...	
				...	
V.~x	i	c	4	...	
				...	

rel kolun rezistans / reaktans oranı birbirine yakın değildir. Bu yüzden klâsik metot ile



kısa. otév»-e

$$\begin{aligned}
 & ] 50 (33 + j 69.8) & j 1650 + ]=3490 - \\
 & 33 + j 50 + j 69.8 & 33 + j 119,8 \\
 & - 3490 + j 1650 & \\
 & 33 + j 119,8 & \\
 & - 3490 - j 1650 & 33 - j 119,8 \\
 & 33 - j 119,8 & 33 - j 119,8 - 115000 + \\
 & ] 54000 + j 418000 - j^2 197500 1090 + 14350
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 82500 + j 472000 \\
 & = 534 + j 30,6 \text{ bulunur.} \\
 & 15440
 \end{aligned}$$

Şimdi generatör empedansını da bu değere ilâve edelim. Toplam empedans :  $5,34 + j30,6 + j13,3$

$$Z = y 5,342 + 43,9^2 = V 1958 = \% 44,2.$$

Böylece besleme barası üzerindeki kısa devre KVA. sı da  $100000 \times 100$   
 $\frac{\dots}{44,2} = 227000$  KVA olur.

Buraya kadar yaptığımız bütün hesap ve kullandığımız makinelerde, yüzde reaktansları, seçilmiş olarak kabul ediyorduk.

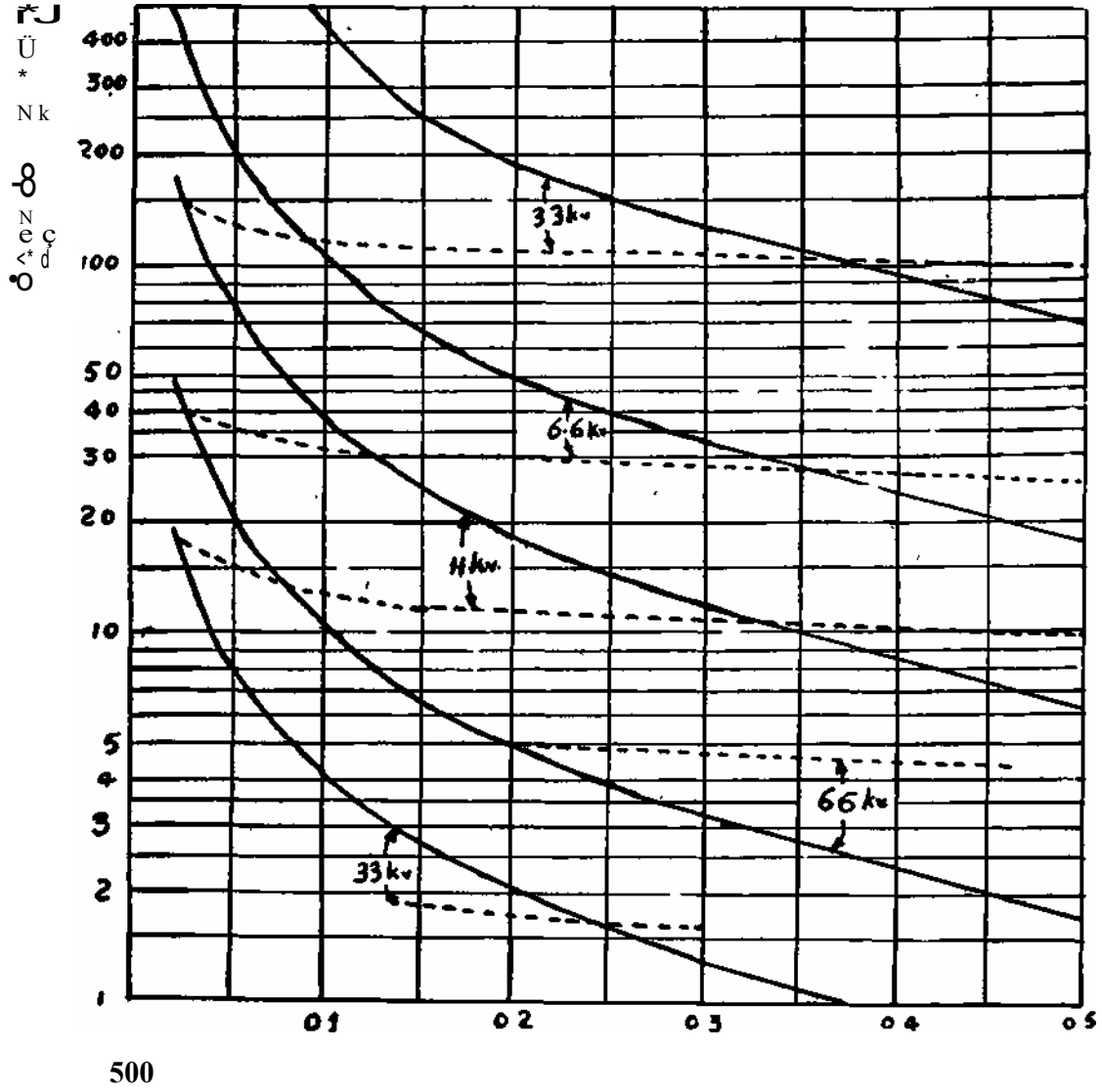
imalât firmalarının hakikî yüzde değerleri mevcut olmadığı zamanlarda, aşağıdaki değerler generatör ve transformatör yüzde reaktansları olarak kullanılabilirler. Fakat şunu unutmamak lâzımdır ki bu değerleri kullanırken, bunları müşterek bir KVA bazına tahvil etmek icap eder.

CETVEL : I.	
Elek. Malzeme Reaktansı	
Turbo - Alternatör	%15 -20
Çıkık kutuplu Alternatör	%20 -33
Senkron motorlar	%01 -12

CETVEL : II.	
Transformatör Reaktansları	
0 - 99 KVA.	ÖL
100 - 250 »	» 4,2
251 - 500 »	» 4,4
501 - 750 »	» 4,7
751 - 1000 »	» 5,0
1001 - 1500 »	» 5,3
1501 - 2000 »	» 5,6
2001 - 3000 »	» 6,0
3001 - 4000 »	» 6,4
4001 - 5000 »	» 6,8
5001 - 7500 »	» 7,3
7500 den büyük	» 10,0

Muhtelif kabloların muhtelif gerilimlerde rezistans ve reaktansları, büyük el kitaplarında (Standard Handbook, 'Electrical Engineers' Reference Book) mevcuttur. Bu değerlerin de

Not 1 INÇ KAftf = 64f16 rn-nr  
 l -mit = /. £033 k»n



IS

OoLu Ç »z.

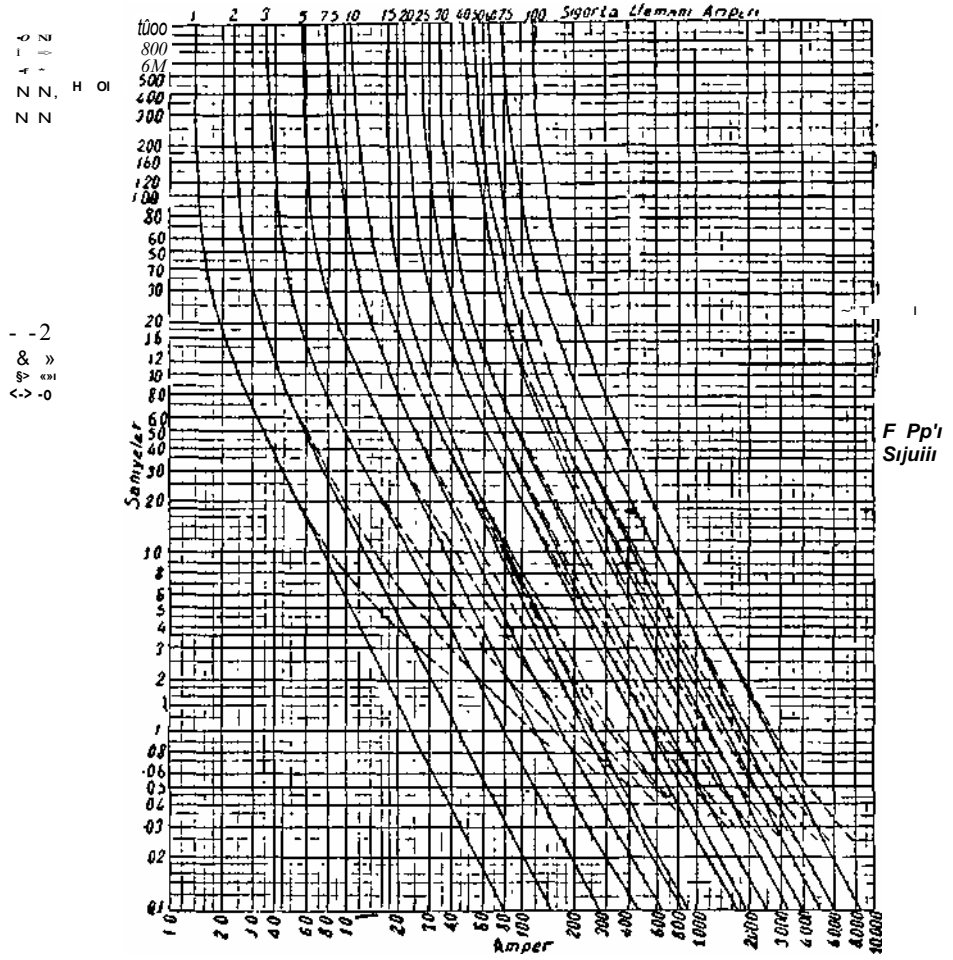
iii

kabul edilecek müşterek bir KVA. bazına tahvil edilmesi icap ettiği unutulmamalıdır.

Muhtelif kabloların, El kitaplarından alınan rezistans ve reaktans değerlerinden, 100000 KVA. bazına göre doğrudan doğruya

yüzde değerlerini veren bir eğri şekil 15 te görülmektedir.

Hava hatlarının reaktanslarını, klâsik formüllerden hesap etmek kabil olduğu gibi, El kitaplarından aşağıdaki gibi hesap etmek



elTtttlarii fcın rxman/k D atjmi t\$n/ır,

û&ha. kolayûır ve maksada 'kâfidir.

Kısa devre akımı hesaplarında, hava hatları karakteristiklerini tâyin ederken, sadece reaktansın alındığını daha evvel zikretmiş-tik. Bu da

$X = X_a + X_d$  şeklinde gösterilebilir.  $X_a$  : Endüktif reaktans.  $X_d$  : Kapasitif reaktans.  $X_a$ , muhtelif iletkenler için olmak üzere birçok El kitaplarından alınabilir (Electrical Transmission and Distribution Reference Book).

$X_d$  : iletkenler arasındaki eşdeğer açıklığa göre yine el kitaplarından kolayca temin edilebilir. Böylece hava hatlarının karakteristiklerini de elde etmekte hiçbir müşkülât yoktur.

Şunu da hemen ilâve edelim ki, bu değerler de kabul edilmiş, müşterek bir KVA. bazına tahvil edilmelidir.

Hava hatlarında, müşterek bir baza göre, yüzde reaktansların doğrudan doğruya oku-

nacağı bir grafik çizmekten sarfınazar edilmiş-tir. Zira aynı iletken ve gerilim için, pratikte çok değişik iletken aralıkları kullanılmaktadır.

#### Sigortaların seçilmesi :

Biz burada daha ziyade, hava hatlarının korunmasında kullanılan sen bağlı sigortalı seksiyonerlerin sigortalarından bahsedeceğiz.

Bir kısa devre halinde, kısa devre akımı, arıza noktasına kadar olan seri sigortalar üzerinden geçer. Fakat bizce istenen, arıza noktasına en yakın olan sigortanın, en başta atmasıdır.

Besleme noktasına yakın veya arıza noktasından daha uzakta olan sigortalar; arıza noktasına en yakın sigortanın devreyi açması anına kadar, kısa devre akınımdan dolayı ısınacaklardır. Bu müddet zarfında bu sigorta elemanlarının zarar görmemesi lâzımdır.

Bunun için de bu sigortalar, bu müddet zarfında,, kısa devre akımlarından dolayı, za-

rar görmeyecek şekilde seçilmelidirler.

Bunu temin için de, seri halinde çalışan sigortalı, muhtelif firmaların, muhtelif sigortalar için verdiği zaman Akım eğrilerinden istifade ederek seçmek icap eder.

Bu eğrilerden Johnson and Phillips Ltd. firmasının, yavaş açmalı, F tipli sigorta elemanı için verdiği eğri, aşağıda görülmektedir (Şekil: 16).

Misal olarak C sigortasının 5 A. olduğunu ve arıza noktasındaki kısa devre akımı-

nın da 200 A. olduğunu kabul edersek, zarar görme zamanını, kesik kesik olan eğriler üzerinden 0,105 San. olarak buluruz.

B sigortasının 0,4 San. (muhtelif sigorta elemanlarına göre değişir) sonra atmasını istiyoruz. O halde B sigortasının açma zamanı  $0,105 + 0,4 = 0,505$  San. olması icap eder. Bu zamanda ve 200 A. kısa devre akımında, açacak sigorta değeri (B sigortası) 20 A. olarak dolu eğrilerden bulunur.

A sigortasının da aynı mütalâalarla amperaj değeri tâyin edilebilir.