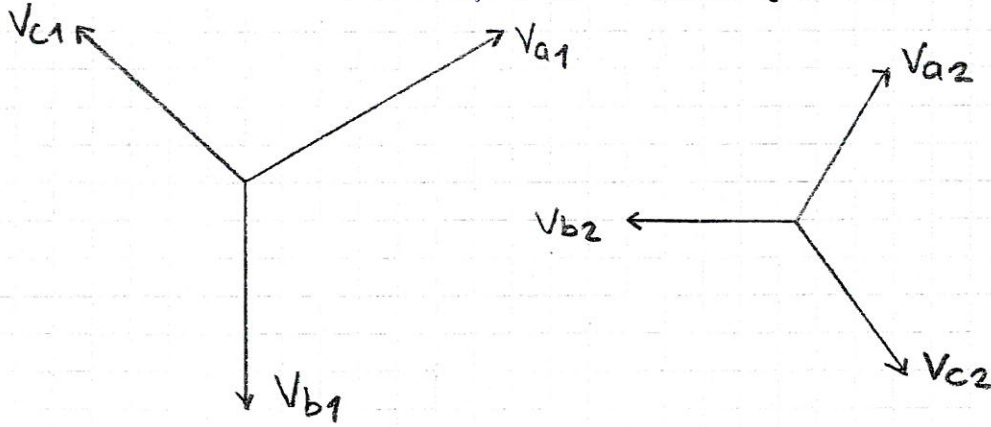


BÖLÜM 8

88

Simetrik Bileşenler



* Sistem dengeli olsa dahi meydana gelen asimetrik durumu sonucu dengesizlik oluşabilir.

Pozitif Sequence Bileşenleri

Negatif Sequence Bileşenleri

Sıfır Sequence Bileşenleri

3 fazlı dengesiz bir sistem, dengeli 3 fazlı sistem içinde yeniden görülebilir. Bu dengeli sistemin fazörlerine dengesiz sistemin, Simetrik Bileşenleri denir.

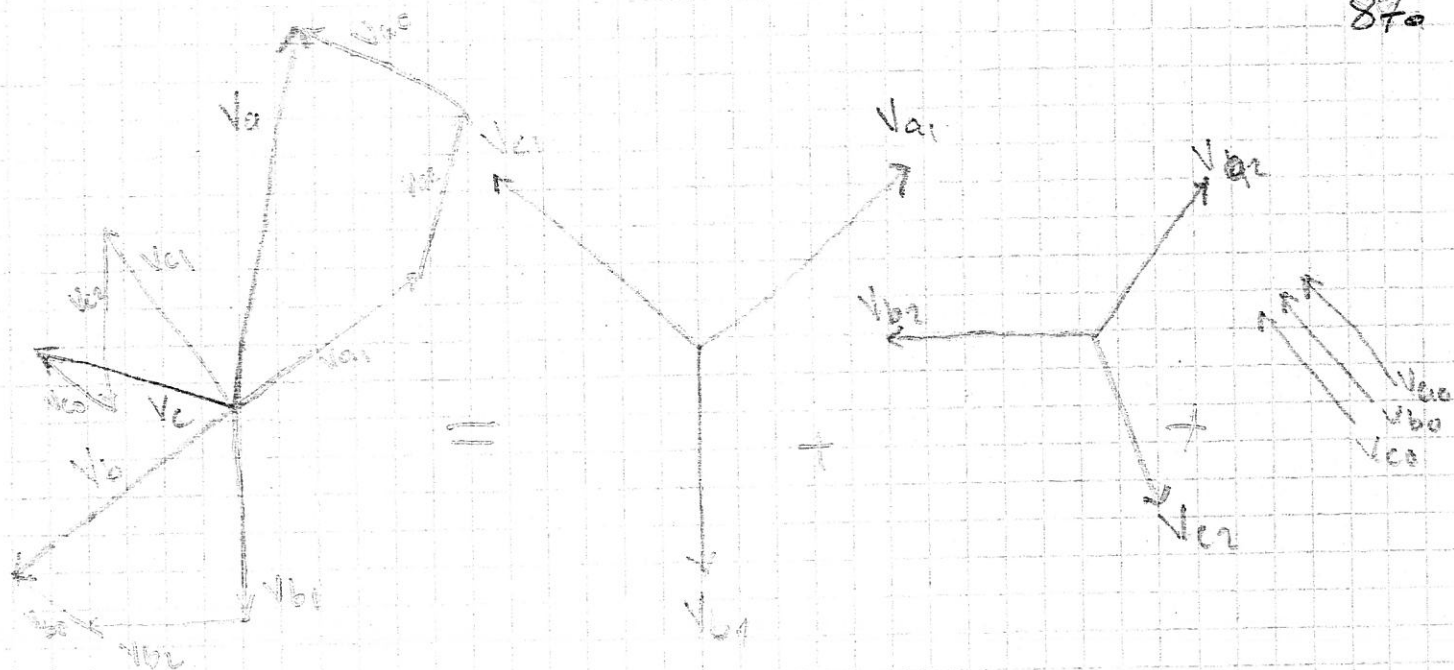
- 1°- Pozitif sequence bileşenleri üç eşit büyüklükteki fazörden meydana gelir. Bu fazörler arasındaki faz farkı 120° dir. Ve fazörler orijinal fazörlerin faz sırasındadır.
- 2°- Negatif sequence bileşenleri üç eşit büyüklükteki fazörden meydana gelir. Fazörler arasındaki faz farkı 120° dir. Fazörlerin sırası orijinal fazörlere tam ters faz sırasındadır.
- 3°- Sıfır Sequence bileşenleri üç eşit büyüklükteki fazörden meydana gelir. Fazörler arasındaki faz farkı 0° dir.

Dengesiz Sistemin (Orijinal) fazörleri V_a, V_b, V_c ise;

Dengesiz Sistemi Fazörleri

- * Pozitif sequence bileşenleri: V_{a1}, V_{b1}, V_{c1}
 - * Negatif " " : V_{a2}, V_{b2}, V_{c2}
 - * Sıfır " " : V_{ao}, V_{bo}, V_{co}
- indisleri ile gösterilir.

V_a, V_b ve V_c orijinal dengesiz sistemin fazörleri;
Simetrik bileşenleri cinsinden aşağıdaki gibi yazılabilir.



$$V_a = V_{a1} + V_{a2} + V_{a0}$$

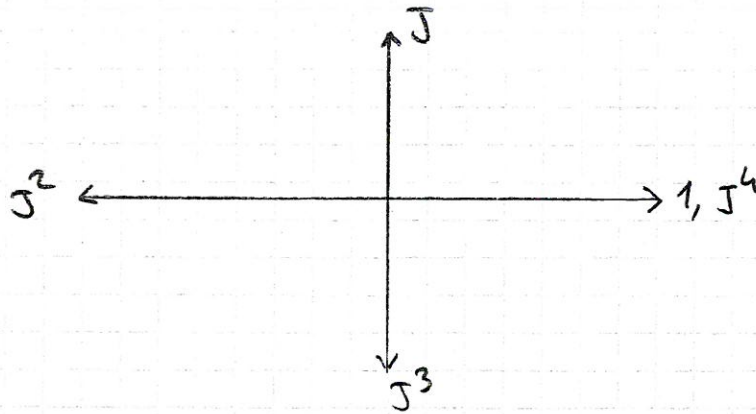
$$V_b = V_{b1} + V_{b2} + V_{b0}$$

$$V_c = V_{c1} + V_{c2} + V_{c0}$$

Simetrik bileşenler arasında
dengezi sistem fazörlerinin
terimleri ması,

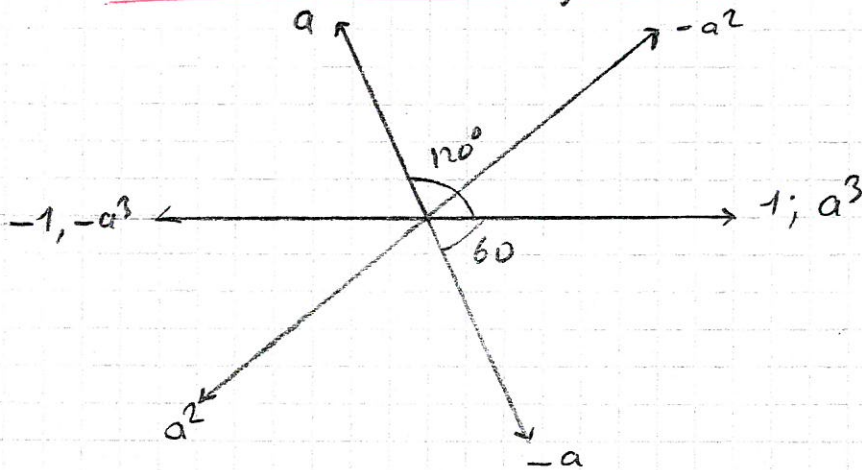
Operatörler:

Şimdiye kadar tanıdığımız bir (J) operatörü vardı ki bu operatör fazörleri saat ibresinin tersi yönünde 90° döndürmekteydi. Yani;



$$J = 1 \angle 90^\circ$$

* Şimdi ise (a) operatörünü tanıyacağız. Bu operatörde fazörleri saat ibresinin tersi yönünde 120° döndürür. Ve $a = 1 \angle 120^\circ$ olarak gösterilir.

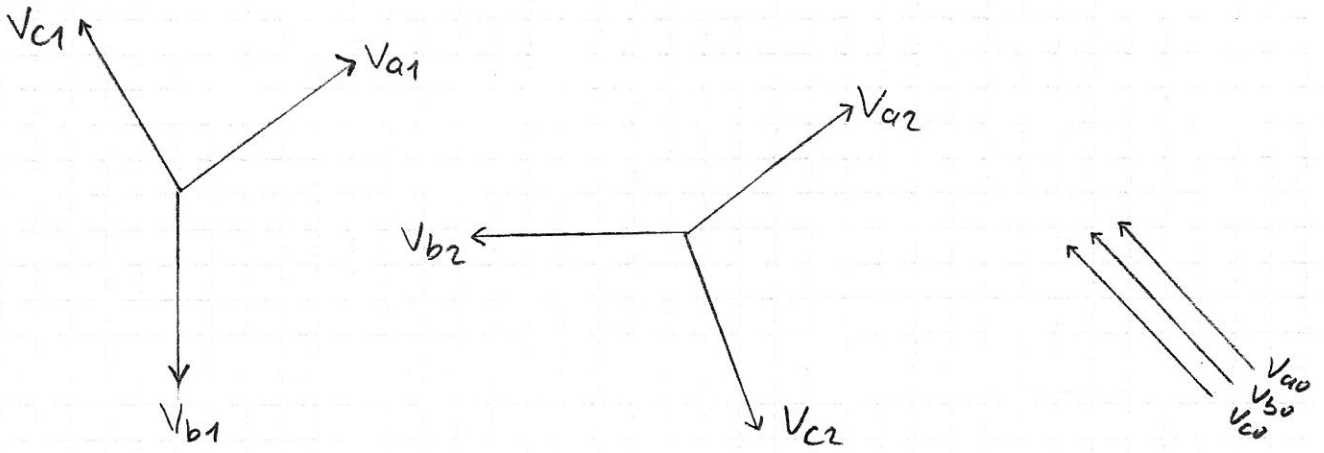


ASİMETRİK FAZÖRLERİN SİMETRİK BİLEŞENLERİ

"a" operatörü kullanılarak; aşağıdaki ifadeler yazılabilir

- a operatörünü kullanarak simetrik bileşenler tanımlayarak olursak,

90



Pozitif $\left\{ \begin{array}{l} V_{b1} = a^2 \cdot V_{a1} \\ V_{c1} = a \cdot V_{a1} \end{array} \right. ; \quad \left\{ \begin{array}{l} V_{b2} = a \cdot V_{a2} \\ V_{c2} = a^2 \cdot V_{a2} \end{array} \right. \quad \text{Negatif}$

Sıfır $\left\{ V_{a0} = V_{b0} = V_{c0} \right.$

* $V_a = V_{a1} + V_{a2} + V_{a0}$
 * $V_b = a^2 V_{a1} + a V_{a2} + V_{a0}$
 * $V_c = a V_{a1} + a^2 V_{a2} + V_{a0}$

Buna göre değişir sütun $\Rightarrow$ fazlar yerden tanımlanır

Bu ifadeler Matrisel formda; yazılırsa;

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix}}_A \begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix}$$

Burada :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix}$$

olarak tanımlanırsa A^{-1} ise

$$A^{-1} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix}$$

olar. Yukarıdaki ifadenin her iki tarafı A^{-1} ile çarpılırsa;

Simetrik bileşenler, (ki birbirine eşit, sadece aralarında faz farkı var)

dengelessiz sistem
fazörleri kullanılarak
tanımlanabilir
olursa

$$\begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix} = A^{-1} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}$$

51

olur. Bu sonuç asimetrik (dengelessiz) üç fazörün simetrik bileşenleri açısından yeniden nasıl görülebileceğini gösterir. Diğer bir ifade ile dengelessiz fazörlerin bilinmesi halinde simetrik bileşenlerin nasıl bulunacağını göstermektedir.

Matrisyel grup yapılar ve ifadeler ayrı ayrı yazılırsa;

$$\begin{cases} V_{a0} = \frac{1}{3} (V_a + V_b + V_c) \\ V_{a1} = \frac{1}{3} (V_a + aV_b + a^2V_c) \\ V_{a2} = \frac{1}{3} (V_a + a^2V_b + aV_c) \end{cases}$$

olur. $V_{b0}, V_{b1}, V_{b2}; V_{c0}; V_{c1}; V_{c2}$ bileşenleri; istenirse daha önceki denklemlerden kolayca bulunur.

Dengelessiz fazörlerin toplamı sıfır olduğunda, sıfır sequence bileşenlerin mevcut olmayacağı kolayca görülür. Üç fazlı dengeli bir sistemde fazlar arası gerilimlerin toplamı (dengelessizlik ihmal edilerek) daima sıfır olduğundan, hat gerilimlerinde sıfır-sequence bileşenleri asla bulunmaz.

Faz-nötr gerilimleri sıfır-sequence bileşenlerini ihtiva edeceğinden, bu gerilim fazörlerinin üçünün toplamının sıfır olması önemli değildir.

Yukarıdaki ifadeler akım için:

$$I_a = I_{a1} + I_{a2} + I_{a0}$$

$$I_b = a^2 I_{a1} + a I_{a2} + I_{a0}$$

$$I_c = a I_{a1} + a^2 I_{a2} + I_{a0}$$

veya

$$I_{a0} = \frac{1}{3} (I_a + I_b + I_c)$$

$$I_{a1} = \frac{1}{3} (I_a + aI_b + a^2I_c)$$

$$I_{a2} = \frac{1}{3} (I_a + a^2I_b + aI_c)$$

* Üç fazlı sistemlerde hat akımlarının toplamı nötr iletkeninden dönen I_n akımına eşittir.

$$I_a + I_b + I_c = I_n$$

→ Denge sistemlerde bu toplam sifire eşittir, başka bir yukarıdaki ifade ile karşılaştırılırsa; değerler nötr iletkeninde akım akmaz.

$$I_n = 3I_{a0}$$

elde edilir.

Buna bağlı olarak aşağıdaki ifadelerden yararlanabiliriz.

* — Nötr iletkeni bulunan üç fazlı sistemlerde simetrik yüklenme durumunda nötr iletkeninden geçen akım her fazla ait sıfır sequence akımların toplamına eşittir. Yani;

$$3I_{a0} = I_{a0} + I_{b0} + I_{c0} \text{ dur.} \rightarrow \text{Tom sıfır seq. akımları eşit}$$

* — Nötr iletkeni bulunmayan üç fazlı sistemlerde hat akımları sıfır-sequence bileşen akımlarını taşımazlar ($I_n = 0$ dur) Mesela; Δ bağlı bir yük, nötr hattı olmadıysından sıfır-sequence bileşen akımları ihtiva etmez.

SEQUENCE EMPEDANSLAR VE SEQUENCE DEVRELER

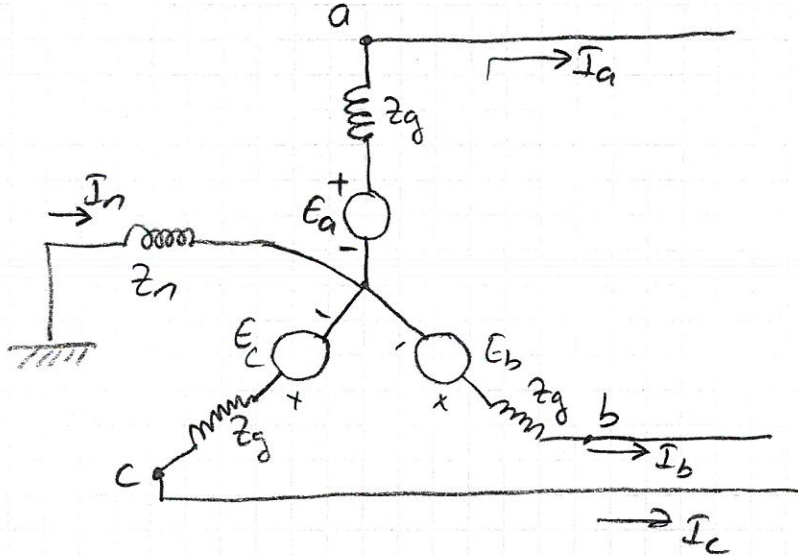
pozitif, negatif ve sıfır-sequence akımlar farklı devrelerde akımlıdır. Sadece pozitif-sequence akımları akan bir devrenin, bu akımlara gösterdiği empedans pozitif sequence empedans, negatif sequence akımlara gösterdiği empedans negatif sequence empedans ve sıfır-sequence akımlarına

← Dengesiz sistemde de 3 adet sistem ile modellenilebilir. Sağlamışlık

gösterdiği empedansa ise sıfır sequence empedans denir. 33

*** - Bir dengeli sistemde meydana gelen dengesiz bir ~~durumun~~ ~~analizi~~, akan akımların simetrik bileşenleri bulunduğundan ibarettir.

Yüksüz Generatörün Sequence Devreleri

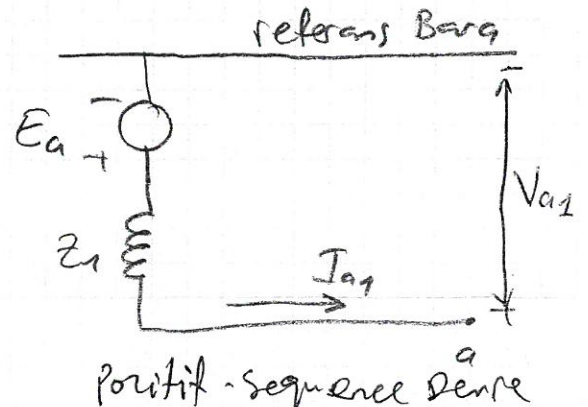
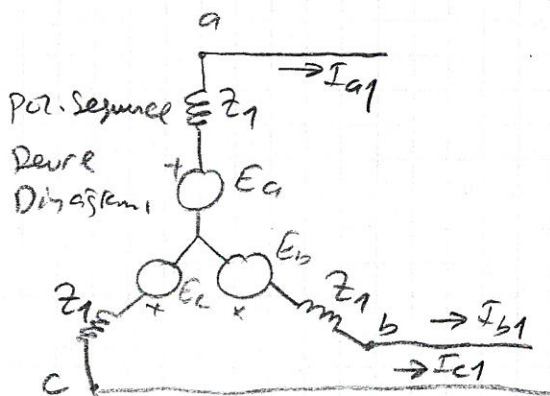


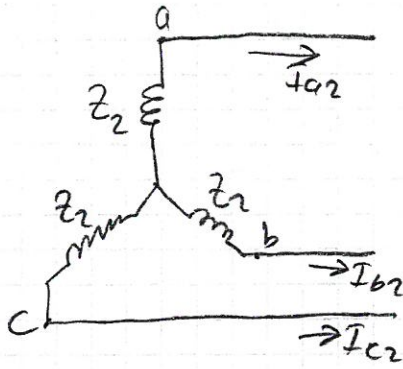
3 faze generatör pozitif devresi

- Generator dengeli kabul edildiğinde, pozitif sequence sistemle aynı yönde dönmektedir. Bundan dolayı sadece pozitif sistem için E mevcuttur. Bundan dolayı, pozitif sequence devresi; E emk ve ona seri bağlı pozitif sequence empedans ile gösterilir. (Aktif Devre)

- Negatif ve Sıfır - sequence devreler emk ihtiva etmezler. Bunun için pasif devre adını alırlar. Bununla birlikte Negatif ve Sıfır sequence akımlar için generatör empedanslarını ihtiva ederler.

Yüksüz Bir Generatörün Sequence Devre Diyagramları ve Sequence Devreler

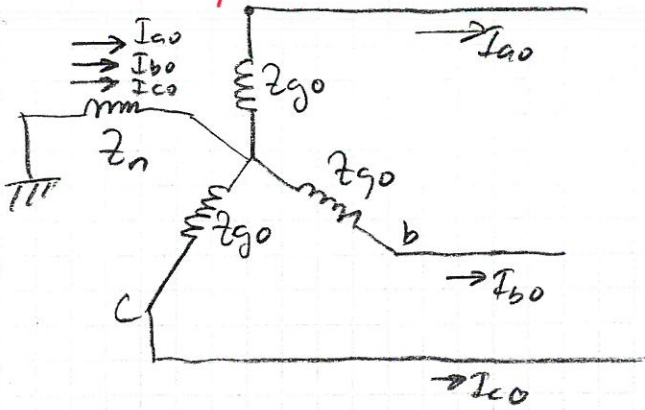




Negatif Sequence

Devre Diyagramı

* Sıfır sequence devre üzerinde topkablara empedansları da gösterir.



Sıfır Sequence Devre

Diyagramı

Bu devreler üzerinden çıkan akımlara bağlı denklemler elde edilebilir,

$$* V_{a0} = -I_{a0} \cdot Z_0 = -I_{a0} (3Z_n + Z_{go})$$

$$* V_{a1} = E_a - I_{a1} \cdot Z_1$$

$$* V_{a2} = -I_{a2} \cdot Z_2$$

Bu ifadeleri matrisel formda yazarsak;
Burada;

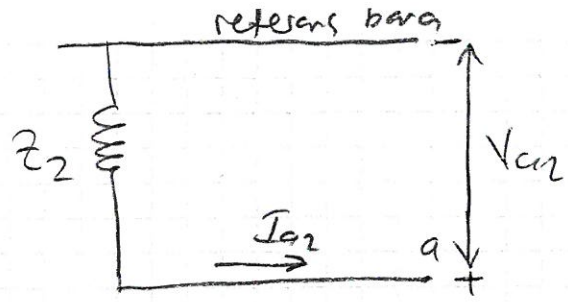
E_a : Pozitif - Sequence devrenin yüksüz gerilimi
(far-nötr)

Z_0 : Sıfır - Sequence empedansı ($Z_0 = 3Z_n + Z_{go}$)

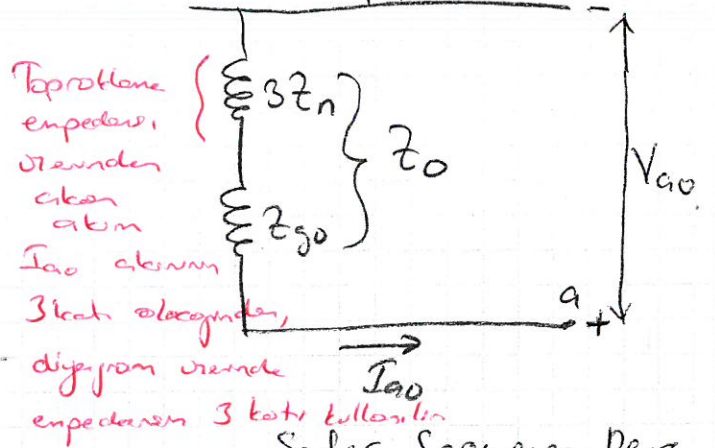
Z_1 : Pozitif - Sequence "

Z_2 : Negatif - Sequence "

gösterir.



negatif - sequence Devre



Sıfır - Sequence Devre

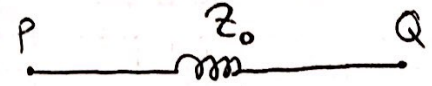
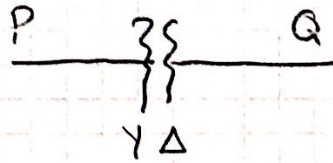
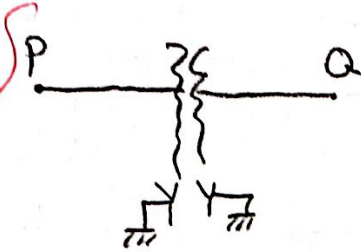
— Devre Elemanlarının Sequence Empedansları —

- Pozitif Sequence empedansı Z_1
- Negatif " " " Z_2
- Sıfır " " " Z_0

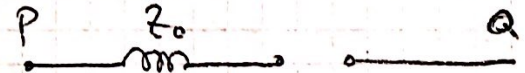
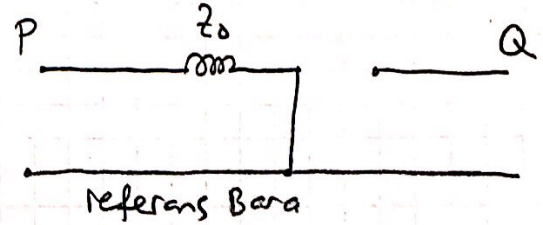
Notlar

Bunların değerleri hakkında bilgiler kitaptan alınacaktır.

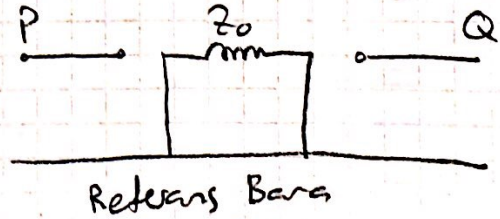
Transformatör
Sıfır
Sequence
devre
bağlantıları



Referans Bara



Referans Bara



Pozitif ve Negatif - Sequence Devreler

Bir sistemin sequence empedanslarının elde edilen değerleri, bütün sistemin için sequence devrelerin meydana getirilmesi ni imkân verir. Bir sequence devre aynı adlı sequence akımın akacağı bütün yolları gösterir.

- Pozitif - sequence devreler (motorlar ve jeneratörler.)

iş emk'larına sahiptir. kısa devre için daha önce elde edilen reaktans diyagramı

Pozitif Sequence Empedansı ⇒

Dengeli bir gerilim sisteminin dengeli yüklenmesi durumunda işleme empedansıdır. Hattların faz empedansı, transformatorların ve generatorların kısa devre empedanslarına eşittir.

Negatif Sequence Empedansı ⇒

Dengeli gerilim sisteminin ters döner halinde empedansları değişmeyeceğinden transformator ve hatlarda pozitif sequence empedansına eşittir. Generator ve motorlarda ise pozitif sequence empedansından daha küçük olur.

Sıfır Sequence Empedansı ⇒

Hatlarda toprak iletkenliğine bağlıdır. Hava hatlarında kesit ve yerleşime göre pozitif sequence empedansının 3-3,5 katı daha büyüktür.

Yer altı kablolarında ise 1-1,5 katı daha büyüktür. Generatorlarda başlangıç reaktansından çok küçük olup $\frac{1}{3}$ 'ü ile $\frac{1}{6}$ 'sı kadardır.

Transformatorlarda değeri bağlantı şekline göre değişir.

anlarının Sequence Empedansları, —

quence empedansı Z_1

" " Z_2

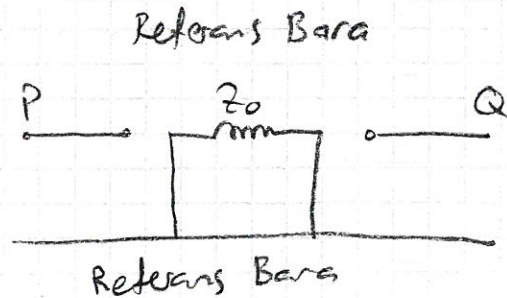
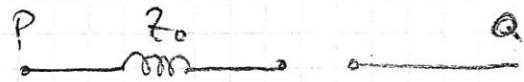
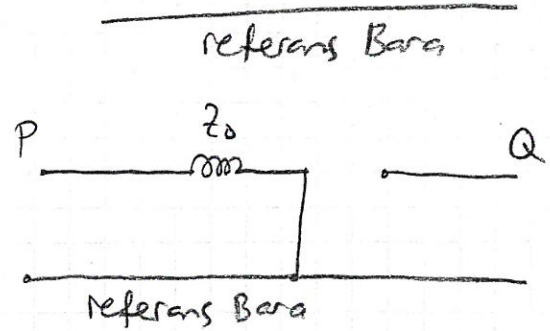
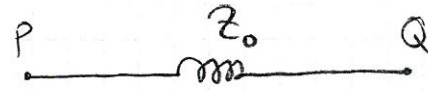
" " Z_0

eğerleri hakkında bilgiler kütaptan

95

↓
Notlarda

A



POZİTİF ve Negatif - Sequence Devreler

Bir Sistemin sequence empedanslarının elde edilen değerleri, bütün sistem için sequence devrelerin meydana getirilmesi ni imkân verir. Bir sequence devre aynı adlı sequence akımın akacağı bütün yolları gösterir.

— Pozitif - sequence devreler (motorlar ve generatorlar)

İç emkîllarına sahiptir. kısa devre için daha önce elde edilen reaktans diyagramı

- Negatif-sequence Devreler ;

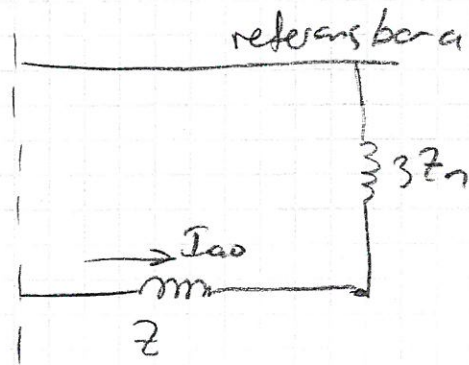
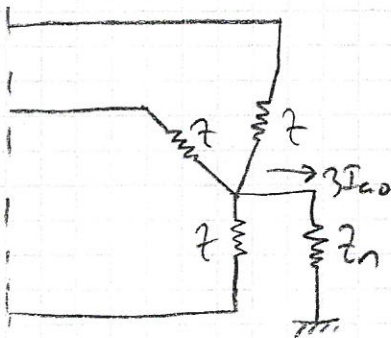
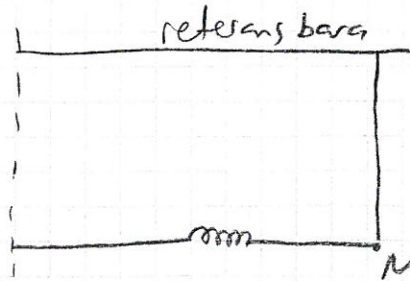
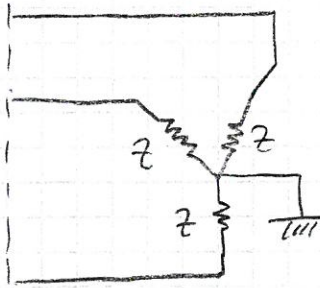
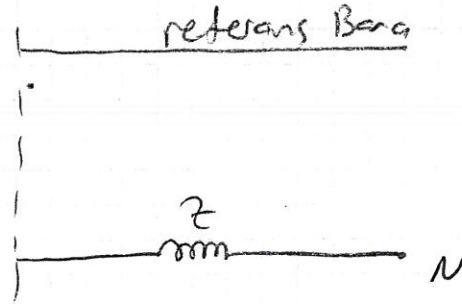
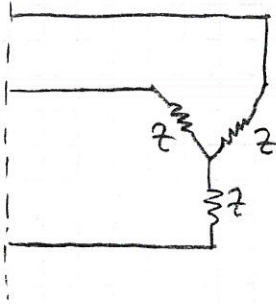
96

Positif-sequence devrede devreyi meydana getiren elemanların negatif-sequence empedanslarını ^{✓ kullanılarak} kolayca ve emelli atma ile kolayca elde edilir.

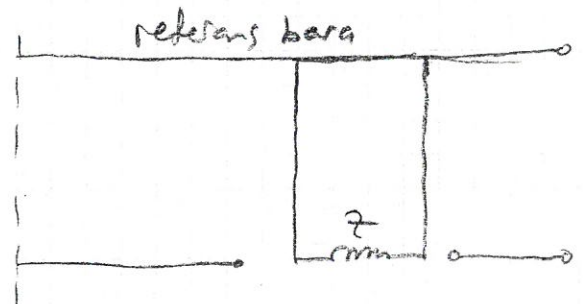
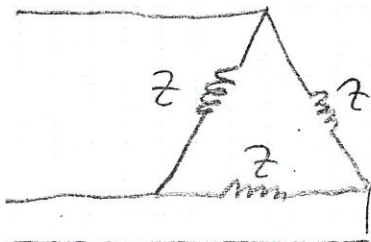
Sıfır Sequence Devreler

⇒ Her bir eleman için bağımsız şekilde göz kullanılır

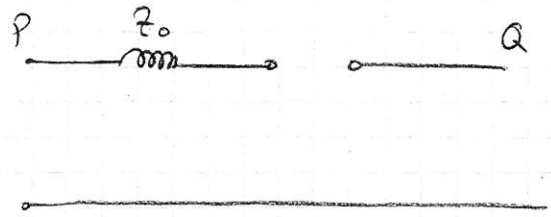
1- Yükün Y bağlı olması halinde Sıfır Sequence Devreler



2- Yükün Δ bağlı olması halinde Sıfır Sequence Devre



3 Fazlı Transformatörlerin Sıfır-Sequence Devreleri



Problem: Daha önce reaktans dağılımı problem 1.1'de elde edilen sistemin negatif-sequence ve sıfır sequence devresini çiziniz.

