

Elektrikli Trenler Tarafından Çekilen Monofaze Alternatif Akım Yüklerin Trifaze Şebeke Üzerindeki Tesirleri

Yazan H.
Grünschröder

GİRİŞ:

Demiryollarının 50 Hz. monofaze alternatif akımla elektrikasyonu halinde lüzumlu enerji mevcut enterkorinekte şebekeden temin edilir.

Elektrifikasyon için lüzumlu gerilimi yüksek gerilim şebekesinden temin etmek için özel bağlantılı transformatörler mevcuttur. Elektrikli trenler monofaze güç çekmektedir. Bu güç, simetrisi muhafaza edilmek istenen trifaze şebekenin, iki fazlı bir sisteme çevrilmesi ile temin edilir. Burada eâilen iki fazın bir tanesi demiryolu hattının bir kesimini ve diğeri ise demiryolu hattının öteki kesimini besler.

Bu tertipler, trifaze şebekelerin simetri şartları bakımından aşağıda incelenecektir.

Özel bağlantılı transformatörlerle veya başka tertiplerle çekilen monofaze yükler, kompanzasyon tertibatı kullanılmadıkça, trifaze şebekenin simetrisini daima bozarlar. Trifaze şebekenin simetrisini bozmamak için özel bağlantılı transformatörü sekonder tarafındaki iki fazdan çekilen yüklerin mutlaka eşit olması lâzımdır. Demiryolunun muhtelif kesimlerinde yükler trafik durumuna göre devamlı surette değiştiğinden trifaze şebekede arzu edilen tam bir simetri sağlanamaz.

Aşağıda trifaze yüksek gerilim şebekesinden monofaze elektrikli demiryolu yüklerinin çekilmesi için kullanılan özel bağlantılı transformatörler tetkik edilecektir. Bundan sonra da, trifaze şebekeye bağlı bulunan döner alanlı trifaze makineler teşkil ettiği dengeli yüklerin tesirlerinden bahsedilecek ve aynı zamanda trifaze şebekede dengeyi muhafaza edici tertipler izah edilecektir

a). Genel bilgi :

a) Normal trifaze alternatif akım sisteminde ve monofaze alternatif akım sisteminde güç durumları :

Normal olarak simetrik olduğunu kabul ettiğimiz trifaze alternatif akım şebekesinin fazlarının akımları ile, fazlar arasındaki gerilimler aynı büyüklükte olup aralarında 120 elektrik derecelik faz kayması mevcuttur. Bu halde akım ile gerilim arasında da bir faz kayması mevcut olabilir. Za-

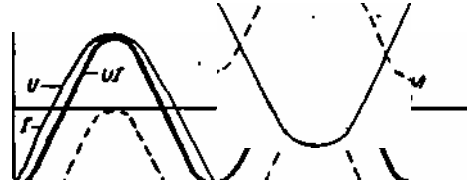
Çevirenler

Y. Müh.
Yılmaz Ersel
TCDD

Y. Müh.
Celâl Dışınar
TCDD

mana tabı olmayan ve fakat güç faktörüne tabi olan vatlı gücün nakledilmesi trifaze simetrik bir sistemin karakteristik bir vasfıdır.

Monofaze sistemde zamana tabi olmadan sabit bir güç nakli mevzubahis olmadığından bura-"daki güç durumu başkadır. En basit halde yani akım ve gerilimin aynı fazda olması halinde güç şekil I de gösterildiği gibi \sin^2 kanununa göre değişir. Keza şekilde görüldüğü gibi güç eğrisi ortalama değer etrafında titreşir. Buna rağmen aktif takatin akışı pozitifdir.



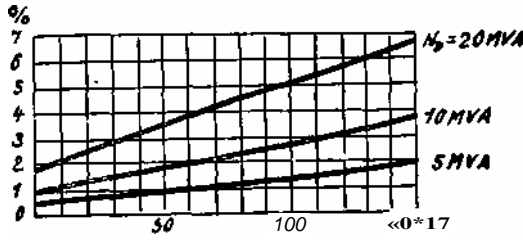
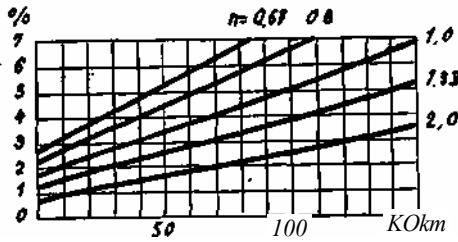
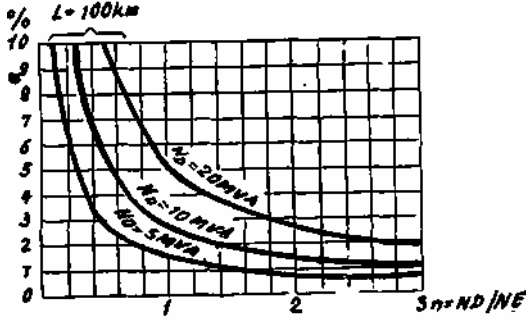
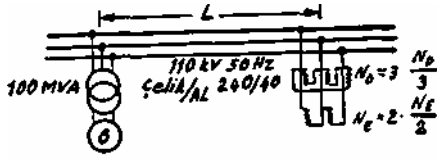
N
Şekil $l - \cos a - l$ Calinde monofaze şebekede güç durumları $UI \cdot \cos a = l$ durumunda monofaze şebekede nabazanlı aktif güç

M : Trifaze şebekelerde doğru sistem tarafından nakledilen, nabazanlı aktif gücün ortalama değeri
 B : Trifaze şebekelerde iki kat frekanslı reaktif gücün taşınması

Basit bir misâl olarak, 110 KV luk trifaze şebekenin sonunda iki adet monofaze müstehlikin bulunması halinde, trifaze şebekede meydana gelecek olan gerilim simetrisizliğini hesaplamak mümkündür. Ancak, trifaze gücün değişen monofaze güce olan nispetinin bilinmesi ve aynı zamanda santraldan hangi mesafelerde monofaze gücün çekildiğinin bilinmesi şarttır.

Aktif gücün ortalama değerine iki kat şebeke frekanslı bir reaktif güç ilâve edilirse, tekrar titreşimli aktif güç eğrisini elde ederiz, iki kat frekanslı reaktif gücün, isminden de anlaşılacağı veçhile tek yönde nakline imkân yoktur.

Simetrik bileşenlerle yapılan hesaplardan da bilindiği gibi reaktif güç, vektör diyagramında trifaze şebeke vektörlerinin aksi yönünde bir, okla



Şekil : 2 — Trifaze ve monofaze yükün fonksiyonu olarak şebekedeki gerilim asimetrisinin tayini

a — Havaî hat uzunluğu $L = 100$ km sabit olmak üzere, Mfaze yük ile monofaze yük nisbetlerine

$$(n = \frac{ND}{NE}) \text{ göre sabit asimetri tayini}$$

b — $N_0 = 20$ MVA trifaze yükün sabit olması ha-

$$\text{Ûnde } n = \frac{ND}{NE} \text{ yük nisbetlerine tabi olarak hava-i}$$

hattın L uzunluğuna göre meydana gelen asimetri tayini

$$c — \text{Yük nisbeti } n = \frac{ND}{NE} = 1 \text{ olması halinde trifaze}$$

ze yüke tâbi olarak havaî hat uzunluğuna göre asimetri tayini $ND = \text{Trifaze yük } N_e, = \text{Monofaze yük}$

gösterilir. Diğer taraftan sabit aktif güç pozitif yönde dönen bir akım sisteminde gösterilir.

Trifaze taraftaki akımların ters sistemi, trifaze generatörlerin kutuplarında meydana gelen

doğru sisteme mukabil iki misli devir hızına malik olduklarından, generatörün sargılarında oldukça büyük akımların doğmasını tevlit eder. Bunun için ters sistemin meydana gelmesi arzu edilmez. Aynı zamanda akımın ters sistemleri gerilim düşmesine sebebiyet verdiklerinden, bu gerilim düşümleri trifaze gerilim sistemi ile birleşip gerilim yıldızının bozulmasına sebebiyet verirler. Şayet böyle bozulmuş bir gerilim sistemi ile döner alanlı bir motor besleniyorsa, o zaman bu motorun rotorunda ilâve akımlar meydana gelir ve bunun neticesi olarak rotor ısınması artar. Ve ayrıca motorun devrilme momenti de küçülmüş olur. Bundan dolayı monofaze demiryol yüklerini trifaze şebekeye bağlamadan evvel, trifaze şebekedeki monofaze demiryol yükü tarafından meydana gelen 'simetrisizliğin VDE'nin tespit ettiği kabili tecviz sınırlar dahilinde kalıp kalmadığını kontrol etmek gerekmektedir. VDE'ye göre gerilimlerin ters sistemi en son kabule göre doğru sistemin asgari % 2 si dahilinde olmalıdır.

Akımlardaki simetrisizlik muhakkak jurette kontrol edilmelidir. Aksi halde mevcut generatörlerin amortisör sargıları haddinden fazla yüklenmiş olur. Normal yapıdaki trifaze generatörlere nominal akımlarının % 10-15 i kadar ters sistemden mütevellit meydana gelen ters akım yüklenbilir.

b) Trifaze şebekesinin monofaze ile yüklenmesi halinde meydana gelen gerilim dengesizliği.

Trifaze şebekenin muayyen bir noktasında meydana gelen gerilim asimetrisinin esas sebebi, akım simetrisizliği ile trifaze santral merkezinden monofaze olarak alınan enerji noktasına kadar olan nakil yolunun etpedansıdır. Bundan dolayı, bu iki nokta arasında kalan diğer noktadaki asimetrisinin tayini için genel bir kaide mevcut değildir. Ancak, her nokta için ayrı ayrı hesap yapılması icap etmektedir.

Şekil 2 de; 100 MVA gücünde ve % 15 kısa devre gerilimli bir transformatörün yüksek gerilim havaî hattını beslediğini kabul edelim. Havaî hattın kesiti 240 mm^2 'çelik - Alüminyum olsun. Bütün müstehliklerin güç faktörü 0,8 olarak kabul edilmiştir. Enerji nakil hattının omik gerilim düşümü nazarı itibare alınmayıp, yalnız hattın reaktansı $0,5 \text{ n/Km}$ olduğu kabul edilmiştir. Şekil 2 trifaze gücün monofaze güce olan oranının azalma derecesine tabi olarak meydana gelen gerilim asimetrisinin derecesini gösteriyor. Aynı zamanda trifaze gücün küçük olması ve monofaze gücün daha küçük olması halinde meydana gelmiş bulunan asimetrisinin düzeldiği görülmektedir. Aynı ca monofaze müstehlikin santrala olan uzaklığı parametre olarak alındığında gerilim düşümünden mütevellit trifaze şebekede meydana gelen asimetri nisbetleri gösterilmiştir. Trifaze enerji na-

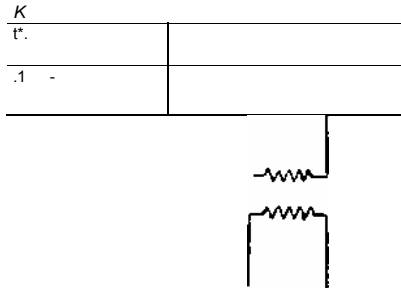
kil hatlarının uzunluklarının artması ve nakledilen trifaze gücün büyük olması halinde asimetri derecesi artmaktadır;

Akım asimetrisi muhtelif şekilde gerilim asimetrisinin doğmasına sebebiyet verir.

Şekil 2 deki eğrilerden, mevcut bir trifaze şebekeden, simetrisizlik kabul edilebilen sınırlar dahilinde kalmak üzere, en fazla ne kadar monofaze güç çekilebileceği hesaplanabilir.

B — Çeşitli monofaze yüklerin akım simetrisizlikleri,

a) Monofaze bir transformatör vasıtası ile trifaze şebekeden monofaze güç çekilmesi.



Şekil : 3 — Trifaze şebekeye monofaze transformatör bağlantısı

Şekil 3 deki gibi şebekenin R,S fazlarına bir monofaze transformatör bağlanacak olursa, bu takdirde mevcut simetrik trifaze akım sistemine

---- büyüklüğünde bir doğru sistem ile yine ay-V3

nı büyüklükte fakat değişik fazda olmak üzere bir ters sistem yüklenir. Burada I akımı monofaze trafodan çekilen akımdır. Şekil 4 de her üç faz akımının doğru ve ters sistemi çizilmiş olup aynı şekil üzerinde tek bir fazın ters ve doğru sistemlerinin süperpozisyonu da gösterilmiştir.

Şekil : 4 — Trifaze şebekede monofaze yükten dolayı meydana gelen doğru, ve ters sistemin görünüşü

Bu bağlantı şeklinin kullanılması halinde monofaze yükten dolayı meydana gelen bütün simetrisizlikler trifaze şebekeye intikâl eder.

b) Trifaze şebekenin değişik fazlarına bağlı iki adet monofaze transformatör üzerinden iki monofaze güç çekilmesi (120°— bağlantı)

Eğer şekil 3 deki şemaya göre R T fazına bir transformatör daha bağlanacak olursa her iki transformatörden eşit yük çekilmesi halinde şebekedeki tek monofaze transformatör bağlı olduğundaki dengesizlik derecesini azaltmak mümkündür. Bu halde şebekedeki ters sistemin doğru sisteme olan oranı % 50 olur. (Her iki trafo'dan eşit yük çekilmesi halinde).

Şayet trafolardan bir tanesi yüksüz kalırsa bu takdirde dengesizlik tek trafo kullanıldığı zaman meydana gelen dengesizliğin aynı olur.

C — Trifaze şebekeden, trifaze ve aynı zamanda monofaze yük çekilmesi hali.

Monofaze olarak alınan akım I_E ile ve trifaze şebekenin bir fazındaki kıymetini de I_D Ue gösterirsek, o takdirde şebekedeki ters sistemin I_G , doğru sisteme I_M 'e olan oranı için

$$P = \frac{I_G}{I_M} \cdot 100 = \frac{I_D}{n \cdot \sqrt{3} + 1} \cdot 100 \quad n = \frac{I_D}{I_E}$$

denklemini elde ederiz.

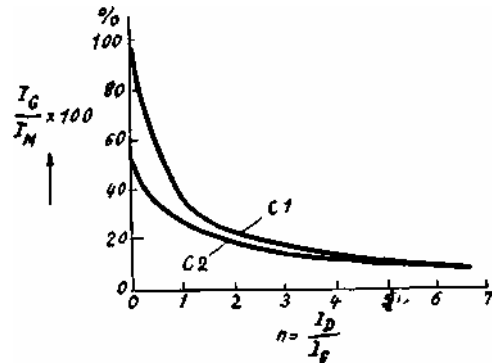
(b) bölümünde gösterilen tertibi tatbik edersek yani iki monofaze yük ayrı ayrı iki fazdan çekilirse, o takdirde

$$P = \frac{I_G}{I_M} \cdot 100 = \frac{I_D}{n \cdot \sqrt{3} + 2} \cdot 100$$

bulunur.

Bu durumların neticesini şekil 5 de görmek mümkündür. Burada görülüyor ki monofaze yük çekilirken ve şayet $I_D = 0$ ise o zaman dengesizlik en çok % 100 oluyor.

Yük oranı büyüdükçe dengesizlik derecesi süratle düşmektedir. $I_D = 0$ halinde ve (b) şikkında gösterilen bağlantı şekline göre iki adet monofaze trafo ile yük çekildiği takdirde maksimum dengesizlik % 50 dir. Keza yük nisbetinin artması ile bu dengesizlik süratle buna bağlı olarak düşmektedir.



Şekil : 5 — Bindirilmiş trifaze yükte asimetri

Yük oram $n = 4$ olunca a ve b bağlantılarında dengesizliklerin farkı çok az oluyor. Monofaze trafoların trifaze akım şebekesine bağlanması için yukarıda izah edilen iki şekil, şebekede oldukça mühim dengesizliklere sebebiyet verir.

Bir demiryol besleme noktasında trifaze şebekenin değişik fazlarından (b) sıklığındaki gibi iki monofaze trafo ile yük çekilmesi halinde ve bu trafolar da her biri demiryol şebekesini ayrı ayrı istikâmetlerde müsavi yüklerle beslemeleri halinde dengesizlik derecesi % 50 ye düşer.

3 adet monofaze trafoyu trifaze akım şebekesine bağlamak imkânı da düşünülebilir. Bu durumda değişik fazlı 3 gerilim elde edilmiş oluyor. Ancak, demiryol elektrifikasyonunda çok ideal' olan bu durumun tahakkuku imkânsızdır. Zira her monofaze transformatör muayyen bir bölgeyi besleyeceğinden bir düğüm noktasından alınan 3 ayrı ayrı fazlı gerilimin uzak mesafelere nakli problemi kendini gösterecektir. Bir düğüm noktasından alınmaması halinde asimetri büyük olur. Çünkü, simetrisizliğin meydana "gelmesinde empedans müessir olur.

Tahakkuku pratik olarak imkânsız olan bu durumun tatbiki halinde her üç fazı eşit olarak yüklemek kabil'olduğu takdirde şebeke de simetrik olarak yüklenmiş olacaktır..

d — Üç fazlı sistemin iki fazlı sisteme çevrilmesi (90° — bağlantı)

Gerek faz sayısının az olması ve geçekse sabit güç nakli bakımından " daha çok avantaja sahip olan iki fazlı sistem, demiryol elektrifikasyonu için en müsait bir metod olduğu kabul edilmiştir.

Bu hususiyetleri ihtiva eden üç tip transformatör bağlantısı geliştirilmiştir.

- 1 — Scott bağlantısı
- 2 — 3/2 bağlantısı
- 3 — Leblanc bağlantısı

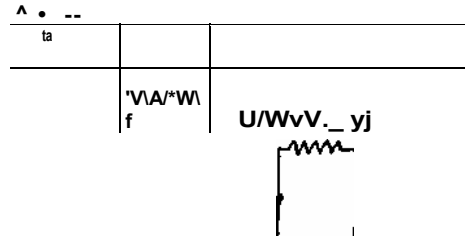
Bu üç transformatörün prensip şemaları şekil 8,7 ve 8 de gösterilmiştir.

Bu üç tertip bağlantı arasında en çok kullanılanı scott trafosudur.

Scott transformatörü, taban trafosu ve yükseklik trafosu olmak üzere iki trafodan müteşekkildir. Taban trafosunun sarım oranı 1: 1 ise sekonder tarafında bulunan demiryolundan değişik fazlarla eşit gerilimler elde etmek için yükseklik tra-

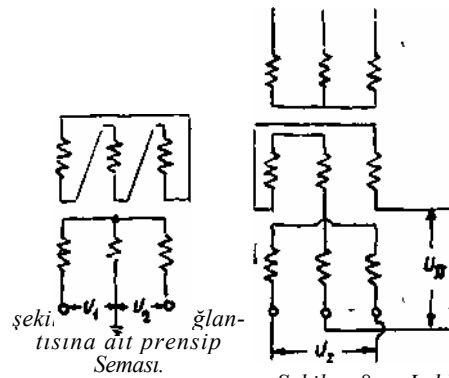
fosunun sarım oranı $\frac{1}{\sqrt{3}}$: 1 olmaya mecburdur.

2



şekil : 6 — Scott bağlantısına ait prensip seması «

S T



Şekil . 8 — Leblanc bağlantısına ait prensip seması.

Sekonder taraftaki gerilimler arasındaki faz farkı 90° olduğu için, bu fazlardan eşit yük çekilmesi halinde üç fazlı şebekede simetri muhafaza edilir. Fakat fazlardan biri yüksüz kalırsa o takdirde trifaze şebeke tarafında derhal, dengesizlik meydana gelir.

Yukarıda izah edilenler 3/2 bağlantılı transformatör için de caridir. Bu transformatörün primer sargısı trifaze bir sargıdır (yıldız). Bundan başka bir de üçgen bağlı muvazene sargısı vardır. Bu sargının vazifesi transformatörden arzu edilmeyen yük akışına mani olmaktır. Sekonder tarafı ise yıldız bağlıdır. Ve sargılarından biri kısa devre (topraklanmış) edilmiştir.

Trifaze şebekedeki simetriyi temin etmek için sargılar arasındaki oranlar, sekonder taraftaki gerilimler arasında 90 derecelik bir faz farkı meydana getirecek şekilde seçilmiştir. Muvazene sargısı bize, hususi ihtiyaçlar için tahdit edilmiş bir miktarda trifaze alternatif akım takati çekebilmek imkânını vermektedir. Bu böyle olmakla beraber transformatörün konstrüksiyonu ve kısa devre mukavemeti (dinamik kuvvetler) bakımından hususi ihtiyaçlar için alınan gerilim çok düşük olmalıdır. Şayet beslenen tarafta yalnız bir faz yükselirse o zaman şebeke tarafında tam dengesizlik meydana gelir.

Leblanc transformatörünün de şekil 8 de görüldüğü gibi primer sargısı normal bir trifaze sargıdır. Fakat transformatörün bir de muvazene sargısı vardır. Sekonder tarafındaki üç fazlı sargının biri muvazene sargısına seri olarak bağlanmıştır. Üç fazlı sargının geri kalan iki sargısı da transformatörün diğer iki bacağına teker teker sarılmıştır.

Burada da sekonder tarafta 90 derece faz farklı iki gerilim elde edilmektedir.

Leblanc transformatörünün de çalışma prensibi daha evvelce anlatılan Scott ve 3/2 transformatörlerinin çalışma prensiplerinin aynıdır.

Bu anlatılan 90 derece bağlantılı transformatörleri yedeklilik bakımından kısaca inceleyelim.

Misal olarak nominal gücü 10 MVA olan bir besleme merkezi alalım.

Bu merkezdeki nominal gücü ya 2 adet 5'er MVA'lık ünite ile veya 10 MVA'lık tek üniteden temin edilebilir.

5 MVA'lık ünitelerle Scott bağlantısı kullanıldığında aşağıdaki tertip yapılır.

Bir ünite 5 MVA olarak taban, diğeri ise yine 5 MVA olarak yükseklik trafosu olarak bağlanır. Böylece 10 MVA'lık işletme gücü elde edilmiş olmaktadır. Yedek olmak üzere 3'ü bir ünite olarak yine 5 MVA'lık bir trafo alınır. Bu taktirde bu üniteyi ihtiyaca göre taban veya yükseklik trafosu olarak kullanmak mümkün olur. Böylece Scott trafo merkezinin yedeklilik derecesi % 50 olmaktadır.

3/2 transformatörüne gelince, burada da Scott transformatöründe olduğu gibi işletme için iki adet 5 MVA'lık yedek olarak da yine 5 MVA'lık bir ünite alınır. Bu taktirde yedeklilik derecesi % 50 olmaktadır. Yalnız bu bağlantının şu avantajını belirtmek yerinde olacaktır. Scott bağlantıdaki gibi giriş tarafında ne 4'ü bir baraya ihtiyaç gösterir ne de el ile bir değiştirme ameliyesine ihtiyaç gösterir. Misalimizdeki 10 MVA'lık trafo merkezini tek ünite olarak kurmak Scott sisteminde mümkün değildir. Zira bu sistemin taban, ve yükseklik, trafolarını da 10 MVA'lık yapmak mecburiyeti vardır. Böylece de toplam işletme gücü 10 MVA + 10 MVA = 20 MVA olacaktır.

3/2 tipi bağlantı tek üniteden meydana geldiği için bu durumda yedek ünitenin alınması halinde yedeklilik nisbeti % 100 olmaktadır.

e) Monofaze yükleri simetrik hale sokmak için imkânlar.

b bölümünde bahsedilen bağlantılar trafo kullanılması halinde şebekede daima dengesizliğe sebebiyet verilmektedir.

Elektrik Mühendisliği 83

Scott veya benzeri bağlantılı transformatör kullanılması halinde, bu transformatörlerin sekonder taraflarındaki fazlarından ancak eşit yük çekilmesi halinde trifaze şebekedeki simetrik durum muhafaza edilebilir. Bu durum ise tatbikatta istisna teşkil eder.

1) a bölümünde trifaze şebekenin simetri durumu bir nümerik misal ile gösterilmiştir. Trifaze dengeli yüklerin simetri bakımından fevkalâde uygun olduğu bilinmektedir. Simetri bakımından bu imkân a kısmındaki nümerik misalle gayet barız bir şekilde anlaşılır. 100 MVA'lık

(§ _ A _ ^2_ % 15) trafo U_e beslenen ve u₂

Z = 0, 4 n/km. olan 100 Km. uzunluğundaki bir hattın nihayetinde monofaze yük çekildiği taktirde üç hal düşünülebilir.

- Zaman zaman yalnız monofaze yükün çekilmesi hali,
- Monofaze yük ve sükûnet halinde trifaze yükün birlikte çekilmesi hali,
- Monofaze yük ve döner alanlı makinalarla trifaze yükün birlikte çekilmesi hali,

Soru . Trifaze şebekeden, simetrisizlik % 2-5 arasında kalmak üzere ne kadar maksimum monofaze yük çekebilir.

Monofaze yük iki fazdan çekilecektir.

Yukardaki kabule göre ters sistemin akımı N

E = Toplam monofaze yük

2 y/j" U U = Fazlar arası gerilimi

a) Monofaze yük çekildiği zaman ters sistemdeki gerilim, hattın ve transformatörün toplam empedanslarından ve ters sistemdeki akımdan hesaplanır. Bu da Z_G, Z_L ve Z_T hattın ve trafonun empedansları ise

= I_G. Z_G = (Z_L + Z_T) olarak teşkil «dilir.

Z_L ve Z_T Yukarıdaki kabullere uygun olan

w = j (40 + 18) = j 58 n ^{110^a} j 100- 0,4 + j0, 15

olarak hattın ve trafonun reaktansı hesaplanır.

Ters sistemin geriliminin yüzde olarak doğru sistemin yıldız bağlı sistemdeki fazlar arası gerilimine nispet edersek :

y/3- u
W

$$2y/3 \cdot U \quad .100$$

$$2u^a \quad 100 \text{ Buradan}$$

$$' = \% 2 \text{ için } 2$$

$$2u^a \quad \text{den}$$

$$* K O Z_L + Z_T J O O N_E = 58$$

$$8,35 \text{ MVA bulunur. } Au'' = \% 5$$

$$\text{ için. } N_E = 20,9 \text{ MVA bulunur.}$$

b) 100 MVA lık bir şebekeden monofaze yük ilâve olarak sükunet halinde trifaze yük çekilmesi halini incelersek, burada hattın reaktansma trifaze yükün reaktansı paralel bağlanmış olur ve $\cos \phi_j = 0,8$ kabul edildiğine göre

$$,, \quad . (Z_L + Z_T) \cdot 100 (0,8 + 0,6j)$$

Fazlar arası gerilim 100 KV olarak alındığına göre burada trifaze yükün empedansı $\cos \phi = 0,8$ olması haline tekabül eder. Fakat güç naklini temin eden hattın yalnız endüktif reaktansı nazarı itibare alınmıştır.

Z_L ve Z_T için yukarıdaki aynı değerleri kabul etmekle $J58 Q$, yerine $Z_G = J41$ bulnur. (a) daki şekilde hesap yapılırsa

$$AU' = \% 2 \text{ için } N_E = \frac{2 \cdot 2 \cdot 100^2}{100 \cdot 41} = 9,8 \text{ MVA}$$

$$AU'' = \% 5 \text{ için } N_E = 24,5 \text{ MVA}$$

bulunur.

c) Şayet trifaze güç, umumi kaybı tam yük te tahminen % 25 olan döner alanlı trifaze makinalardan alınıyorsa, o takdirde

$$Z_G = j (Z_L + Z_T) \text{ paralel}$$

$$= \frac{j(Z_L + Z_T) \cdot 0,25 \cdot 100^2}{100} = (Z_L + Z_T) + 0,25 \cdot 100$$

$(Z_L + Z_T)$ için yine yukarıdaki değerleri alırsak

$$Z_{oss} = J17,5 \text{ fi bulunur.}$$

Diğer taraftan

$$AU' = \% 2 \text{ için } N_E = \frac{2 \cdot 2 \cdot 100^2}{100 \cdot 17,5} = 23 \text{ MVA}$$

$$AU'' = \% 5 \text{ için } N_E = 57 \text{ MVA bulunur.}$$

Burada da görülüyor ki, döner alanlı trifaze generatörlerin beslediği bir şebekeden, simetrisizlik kabili tecviz sınırlar dahilinde kalmak üzere, daha büyük bir monofaze güç çekebilme imkânı vardır.

2) Monofaze yükten dolayı trifaze şebekenin dengeye getirilmesi için ikinci bir hal çaresi de, statik olarak kondansatörler vasıtasıyla yapılan simetri tertibatıdır. Kondansatörlerle simetrisi sağlanmış bir sistemin monofaze yükü herhangi bir sebeple artacak olursa sistemde mevcut kondansatörün değeri değişmediğinden asimetri tekrar meydana gelir. Yani monofaze güce paralel olarak kondansatör gücünün de artması gerekmektedir. Yük değişmelerinden dolayı meydana gelen bu asimetri, simetriyi sağlamak maksadıyla devreye bağlanan kondansatörlerin bağlanmaması halindeki asimetreden daha büyük olurdu. Bu itibarla trifaze şebekenin bozulan simetrisini sağlamak maksadıyla devreye bağlanan kondansatörlerin simetriye tesir derecesi nominal güçleri ile orantılıdır.

Kabili ayar kondansatörler kullanmak suretiyle kondansatörlerin güçlerini trifaze şebekeden monofaze olarak alınan güce uydurmak mümkündür. Bu itibarla monofaze yükün değişmesi halinde dahi kabili ayar kondansatörlerin de değiştirilmesi ile şebekenin dengesi muhafaza edilebilir. Ancak, (1) elektrikli demiryolu şebekesinde monofaze transformatörden çekilen yükler trenlerin demeraj, normal seyir ve fren zamanlarına tabi olarak sık sık değişeceğinden, kabili ayar kondansatörlerin de değiştirilmesi bu periyotta olamayacağından şebekenin dengesizliğini düzeltmek pratikte mümkün değildir. Bunun için muayyen bir kalan simetrisizlikle iktifa etmek lâzımdır. Binaenaleyh bu simetrisizliklerin büyüklüğü kasten vuku bulan ayar geciktirmesine bağlıdır.

Bu gecikmeyi gerek zamana ve gerekse büyüklüğüne göre tespit etmek mümkündür. Güç faktörünü muayyen sınırlar içinde bulundurmanın, mevcut simetrisizliği gidermek demek olduğu aşikârdır.

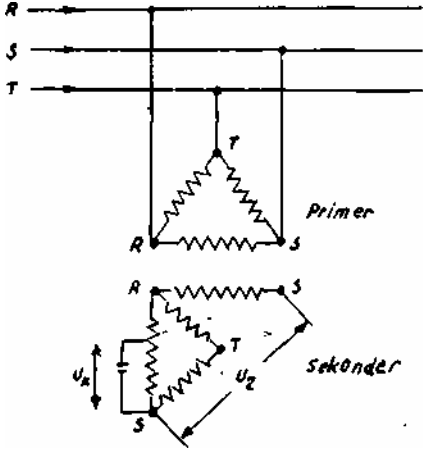
Bu ise, demiryolu şebeke geriliminin faz durumunu trifaze şebekeye göre değiştirmek demek olduğundan bunu sağlamak için ikinci bir ayar transformatörü kullanılır.

Bu bağlantıya ait prensip şeması şekil. 9 da gösterilmektedir.

Statik kondansatörleri devreye sokma ve çıkartma yük şalterleriyle yapılır. Şalter kontakları sık sık açma kapama neticesi ömürlerinden kaybeder. Bugünkü imkânlarımızla yapılan yük şalterlerinin ömürlerini uzatmak, açma kapama adedini gayeye uygun bir şekilde tahdit etmekle mümkündür.

Yukarıda ifade edildiği veçhile bu gibi tesislerle kaba bir ayarlama yapılabilir, böylelikle demiryolu tarafından meydana gelmiş bulunan asimetri oldukça düzeltilmiş olur.

(1) Mütercimim notu.



Şekil : 9 — Statik olarak dengeleme tertibatı prensip seması

Trifaze bir şebekeden asimetri doğmadan monofaze yük alabilmek için ikinci bir imkân da simetri makinalarının (Generatör) kullanılmasıdır. Bu makina reaktif güç veren bir trifaze generatör olup ters yönden gerilim sistemi meydana getirecek şekilde ikaz edilir. Şebeke gerilimine ait doğru sistem ile mevzu bahis generatörün meydana getirdiği ters sistem seri olarak bağlandığında, trifaze şebekeden simetrisi muhafaza edilmek üzere titreşimli monofaze güç çekilebilir. Aynı zamanda demiryolu tarafındaki monofaze yükün salınımları bu simetri genaratörünün dönen kütlesi tarafından kompanse edildiğinden trifaze şebekeye intikali önlenmiş olur.

Simetri generatörü ikazı değiştirildiğinden sadece reaktif güç görmektedir.

Harekete geçebilmesi için tahrik makinasından kendi iç kayıpları nisbetinde aktif güç çekmektedir. Simetri makinasının aşağıdaki hususiyetleri vardır.

1 — Çok kuvvetli amortisör sargısını ihtiva eder.

2 — Ters reaktansın mümkün mertebe küçük olması için stator magnetik akı dağılımının çok küçük olması lâzımdır.

Simetri generatörünün gerilimi öyle ayar edilmiştir ki, trifaze şebekenin normal işletmedeki bir faz geriliminin (fazı ve şiddeti bakımından) aynıdır. Bütün bunlara rağmen, trifaze şebekenin simetrisi tam olarak temin edilemez.

Ters reaktansın büyüklüğü umumiyetle simetrisizlikte müessir olduğu için, bu ters reaktans mümkün olduğu kadar küçük tutulmalıdır.

Tek faz yükünün toplam pülzasyonu simetri makinası tarafından karşılanacağı için bu makinada her ne kadar bir düzensizlik meydana gelirse de bunu karşılamak için makinanın savrulma momentini büyütmeye lüzum yoktur.

Trifaze şebekenin gücü mahdut olmasına rağmen simetri makinası sayesinde monofaze güç çekmek mümkündür. Çünkü monofaze gücün pülzasyonları bu durum muvacesinde şebekeye tesir etmez. Ve simetrisi muhafaza edilmiş olur.

H ü l â s a :

Yukarıda yapılan incelemeler neticesinde, trifaze şebekeden dengeyi muhafaza etmek şartıyla monofaze güç çekmek için muhtelif transformatör bağlantı şekillerinin inkişaf ettirildiği görülmüştür. Aynı zamanda basit bir misal ile monofaze yükün şebekedeki meydana getirdiği dengesizlik derecesi hesap edilmiştir.

Trifaze şebekede monofaze yükten dolayı meydana gelen asimetriye, senkron ve asenkron inşa tarzında olan döner alanlı makinaların tesirleri incelenmiştir.

Bunlardan başka, en sonunda da simetri tertibatları kullanmak suretiyle, şebekeden simetrisi muhafaza edilmek üzere demiryolu tarafından talep edilen monofaze gücün çekilme tarz ve miktarı görülmüştür.

Bu şartlar altında dengesizliğin en az meydana geldiği ve kısmen de bertaraf edildiği görülmüştür.