



**T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK
MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**ENERJİ İLETİM VE DAĞITIMI
LABORATUVARI DENEY FÖYÜ**

**Prof. Dr. Yüksel OĞUZ
Arş. Gör. Atakan ÖZTÜRK**

Afyonkarahisar 2022

Öğrencinin

Adı Soyadı :

Sınıfı :

Numarası :

Grup No :

DENEY TAKİP ÇİZELGESİ

Deney No	Deneyin Adı	Yapıldığı Tarih	Değerlendirme Notu	Öğretim Elemanı	
				Adı Soyadı	İmzası
1	Yüksüz Performans (Boş Çalışma Deneyi)	.../.../.....			
2	Uygun Yük Performans Karakteristiği	.../.../.....			
3	Üç Fazlı Kısa Devre	.../.../.....			
4	Omik- Endüktif Yük	.../.../.....			
5	Omik- Kapasitif Yük	.../.../.....			
6	Yalıtılmış Nötr Noktalı Sistem: Toprak Arızası	.../.../.....			
7	Petersan Bastırma Bobini	.../.../.....			
8	Paralel Kompanzasyon	.../.../.....			
9	Seri Kompanzasyon				
10	İki Hattın Seri Bağlanması				
11	İki Hattın Paralel Bağlanması				

Rapor Yazım Kılavuzu

Yapılan deneyler hakkında öğrenci tarafından hazırlanacak olan raporlar şu ana amaca yönelik olacaktır. Rapor, bir mühendisin yaptığı deneyde elde ettiği sonuçların belli bir disiplin ve düzen içinde diğer meslektaşlarına aktarmasını sağlayacak, tamamen anlaşılır ve belli kurallara bağlı olarak yazılmış bir metindir. Bu nedenle deney raporlarının öğrencilere yaptırılmasındaki amaç da bu bakış açısında ele alınmalıdır.

1. Bir deney raporu aşağıdaki ana bölümleri kapsar:

a. Deneyin amacı: Deneyin yapılması ve sonuçları sunulmasındaki ana amaç ve varsa bu amacı tamamlayıcı veya buna ek unsurlar raporun başında kısaca açıklanacaktır.

b. Deney düzeni ve kullanılan aletler: Ölçü düzeni blok şema halinde verilecek ve gerekli ise ölçme sırasında tutulacak yol kısaca açıklanacaktır. Bu işlemten sonra deney düzeninde mevcut ve deneyde kullanılan aletlerin gerekli özellikleri ile birlikte listesi verilecektir.

c. Ölçme sonuçları: İlgili ölçü düzenine ait çeşitli ölçme amaçları için elde edilen sonuçlar düzenli tablolar halinde ölçü Kartları ile birlikte verilecektir.

d. Raporla istenenler: Ölçü ve sonuçları ile ilgili hesaplar eğrilerin çizilerek sunulduğu, sonuçları değerlendirilmesi, ölçü sonuçlarından hesapların sunulduğu bu bölümde yapılacaktır.

e. Sonuç bölümü: Öğrencinin deney hakkındaki genel izlenimi deneyin aksayan hakkındaki fikirleri ve elde edilen sonuçların yorumu bu bölümde yapılacaktır.

2. Raporlar yukarıda açıklandığı gibi 5 ana bölüm altında düzenlenecektir. Raporlar beyaz A4 kağıtların tek yüzüne, mümkünse bilgisayar ile ya da okunaklı bir el yazısı ile yazılarak hazırlanacaktır.

3. Raporlardaki eğriler milimetrik kağıda, eksenler ve bu eksenlerdeki taksimatlarına ölçekleri açıkça belli olacak şekilde el ile çizilecek, bir eksen takımı üzerine birden fazla eğri çizildiğinde farklı çizgi şekilleri kullanılacaktır.

4. Raporun değerlendirilmesinde rapor düzeni de dikkate alınacaktır.

5. Deneyi yaptıran araştırma görevlisi deney föyündeki sorular ile kendi hazırladığı sorulardan bir kısmını veya tamamını raporu hazırlayacak öğrenciden bilgi düzeyini arttırmak için, yazılı olarak cevaplamasını isteyebilir.

6. Grup elemanları her deneyden sonra bireysel bir rapor hazırlayacaklardır.

7. Raporlar, deneyi yapan öğrencinin isminin, imzasının, tarih ve e-mail adresinin yer aldığı tek tip kapak sayfası ile başlayacaktır. Bunların dışında farklı yapılarda kapaklar kullanmayınız.

8. Raporlar deneyin yapıldığı tarihten bir hafta sonra deney saatinde teslim edilmelidir. Teslim zamanından geç getirilen raporlar kabul edilmeyecektir. Teslim edilmeyen raporların notu sıfır olarak belirlenecektir.

Deney raporu kapak sayfası aşağıda verilen formatta olmalıdır. (Renkli çıktı olmasına gerek yoktur.)

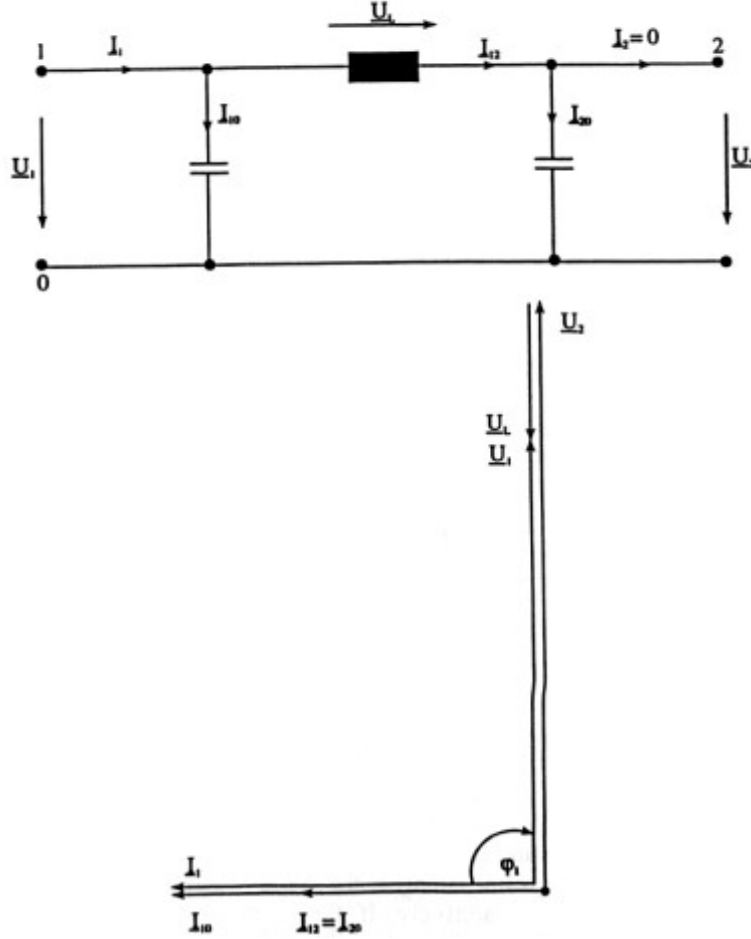
İÇİNDEKİLER

Havai Hatlar Hakkında Genel Bilgiler.....	2
Yüksek Gerilim Hatlarında Seri ve Paralel Bağlantılar.....	13
Deney 1- Yüksüz Performans (Boş Çalışma Deneyi).....	18
Deney 2- Uygun Yük Performans Karakteristiği	21
Deney 3- Üç Fazlı Kısa Devre	23
Deney 4- Omik- Endüktif Yük	24
Deney 5- Omik- Kapasitif Yük	26
Deney 6- Yalıtılmış Nötr Noktalı Sistem: Toprak Arızası	28
Deney 7- Petersan Bastırma Bobini	29
Deney 8- Paralel Kompanzasyon	31
Deney 9- Seri Kompanzasyon	33
Deney 10- İki Hattın Seri Bağlanması.....	35
Deney 11- İki Hattın Paralel Bağlanması.....	38

HAVAI HATLAR

Yüksüz çalışma

Yüksüz çalışma iletim hattının bir ucunda nominal gerilim varken ve diğer ucu yüksüzken gerçekleşir. Belli koşullar altında, açık iletim hattı sonundaki gerilim hat kapasitanslarından dolayı izin verilmez değerlere ulaşır. Bu olaya Ferranti etkisi denir ve şebeke koruma sistemi tarafından kompanze edilmesi gereken daha büyük hat uzunluklarında tehlikeli bir durum gösterir. Şebeke zayıf bir yüke bağlandığında Ferranti etkisi meydana gelir, örneğin gece.



Şekil-1 Yüksüz çalışmada kayıpsız hattın tek faz eşdeğer devresi ve uygun vektör diyagramı

Yüksüz durumda, iletim hattının sonunda yük yoktur, örn. $I_2 = 0$.

Hat sonu gerilimi U_2 (faz nötr gerilimi) olmak üzere hat başı gerilimi geometrik olarak U_2 'ye hat endüktörüne düşen gerilim düşümü U_L eklenerek bulunur.

Gerilim düşümü U_L hat sonundaki kapasitans $C_B/2$ 'ye karşı gelen $I_{12} = I_{20}$ akımı ile belirlenir.

Aşağıdaki denklemler uygulanır:

$$I_{20} = U_2 j\omega \frac{C_B}{2} \quad \text{ve} \quad U_L = I_{20} j\omega L$$

Hat başındaki akım I_1 için,

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_{10} + \underline{I}_{12} \quad \text{ile} \quad \underline{I}_{10} = \underline{U}_1 j\omega \frac{C_B}{2}$$

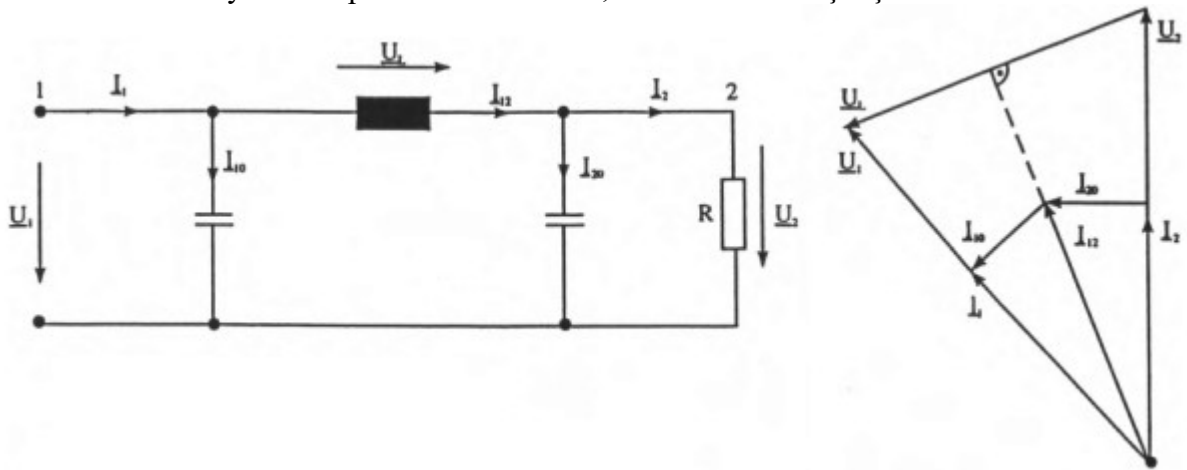
\underline{I}_{10} ve \underline{I}_{12} saf reaktif akımlardır, hat başındaki akım ve gerilim arasındaki faz açısı φ_1 tam olarak 90° 'dir.

Yüksüz durumda akan akıma şarj akımı, güce ise şarj gücü denir. Yukarıdaki ilişkilerden görülebildiği gibi, hat sonu gerilimindeki artış çalışma kapasitesini C_B 'nin değerine bağlıdır. Ferranti etkisi kablolar için daha güçlüdür. Ayrıca, şarj akımı iletim hattının uzunluğuyla orantılıdır ve kablolarda çok hızlı ısıl sınır akımına ulaşır, böylece hat yüksüz olduğu halde tam kapasitededir ve gerçek güç iletimi artık söz konusu değildir. Düşük-kayıplı iletim hattı yüksüz çalışmada biraz aktif güç tüketir.

Uygun yük

Uygun yük durumu iletim hattı karakteristik empedansa denk bir omik rezistans hat sonuna bağlanmasıyla meydana gelir. Bu durumda iletilen güce doğal yük denir. Hat akımı sadece hattın endüktörünün ve kapasitesinin reaktif güç tüketimini nötrlemek için yeterlidir; iletim hattı böylece çalışma için dışsal reaktif güce ihtiyaç duymaz. Bu durumda, iletimdeki aktif güç kayıpları gerçek iletim hatlarında en küçüktür, bu optimal durum olarak görülür. Bununla birlikte, sistemdeki yük performansına göre devamlı olarak değişir. Tüketicilerin doğal yüklerle çalışma durumu nadiren meydana gelir. İletim hattındaki akım değişirken, reaktif güç dengesi bozulur. Akım azalır, hat kapasitif davranır. Akım artarsa, hat endüktif performansa sahip olur. İki durumda da, gerçek iletim hatlarında aktif güç kayıpları artar. Hat başındaki gerilim sabit tutulursa, gerilimdeki artış hat sonunda endüktif çalışma olarak kaydedilebilir (sınırlama durumu olarak yüksüz). Hat sonundaki gerilim kapasitif çalışma durumunda azalır (sınırlama durumu olarak kısa-devre).

Tüketicilere sabit bir gerilim garantilemek için, değişken sistem yükleri durumunda gerilim kaynak transformatoründe regüle edilmelidir. Havai hatların yük kapasitesi (örneğin ısıl sınır oranı) doğal yükten oldukça yüksektir. Pratik çalışmada, havai iletim hatları en çok endüktif olarak yüklenirler. Yüksek gerilim kabloları, genellikle doğal yükten daha düşük olan maksimum ısıl bir yüke sahiptirler. Bu durumda, sadece endüktif çalışma mümkündür.



Şekil-2 Kayıpsız bir hattın tek faz eşdeğer devre şekli ve uygun vektör diyagramı

Uygun yüklü çalışmada, iletim hattı karakteristik empedans değerine sahip bir omik yüklerle sonlanır.

Tüketici akımını \underline{I}_2 gerilim \underline{U}_2 ile aynı fazdadır.

Akım $I_{20} = U_2 w \frac{C_B}{2}$ hat sonundaki kapasitans $C_B/2$ 'ye akar.

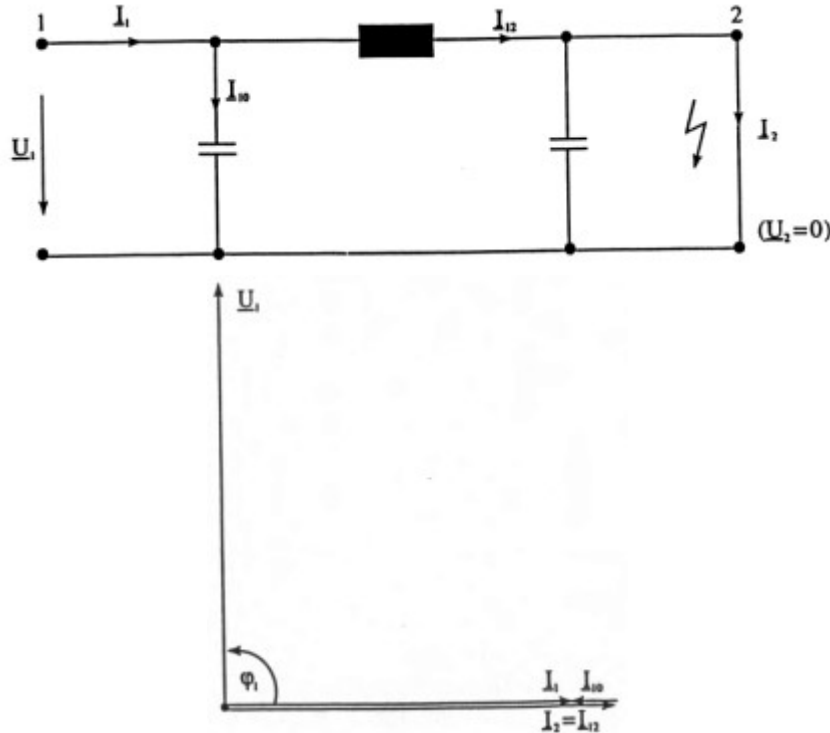
İki akım geometrik olarak toplandığında, sonuç hat endüktöründen akan ve gerilim düşümü $U_L = wL I_{12}$ 'ye neden olan I_{12} akımıdır. Gerilim U_L I_{12} 'ye diktir. İletim hattı başındaki gerilim U_1, U_2 ve U_L 'nin geometrik toplamına eşittir. Sonuç olarak, U_1 'in yönü bilindiğinde, hat başında kapasitans $C_B/2$ içerisinde akan akım I_{10} belirlenebilir. I_{12} ve I_{10} 'ın geometrik toplamı hat başında I_1 akımıdır. Sonuç olarak I_1 akımı ile U_1 geriliminin aynı fazda olması bu çalışma türünün karakteristiğindedir; bu durumda tüketici ile iletim hattı sadece aktif güç tüketir.

Kayıpsız iletim hatlarında, gerilimler U_1 ve U_2 aynı değere sahiptirler. Düşük kayıplı iletim hattı durumunda, U_1 U_2 'den bir dereceye kadar daha büyüktür, çünkü hat rezistansındaki gerilim düşümü kompanse edilmelidir.

Kısa-devre

Kısa devre durumunda, tüketici rezistansı bir arıza ile kısa devre edilir (metal tarafından ya da ark tarafından) böylece çok yüksek bir hat akımı akar.

Simetrik (üç-kutup) ve asimetrik (bir ya da iki kutup) kısa devreler arasındaki ayırım belirlenmelidir. Sadece üç kutup arızası tek faz eşdeğer devre diyagramında gösterilebilir. Bu yüzden aşağıdaki deneyde sadece bu çeşit arıza incelenir. Bir kısa devre meydana geldiğinde, iletilen güç iletim hattının ısı sınır oranından genellikle daha büyüktür. Arıza durumu şebeke koruma aygıtı tarafından fark edilmeli ve mümkün olan en kısa zamanda devre açılmalıdır.



Şekil-3 Kısa devre ile kayıpsız hattın tek faz eşdeğer devre şekli ve uygun vektör diyagramı

Bu çalışma çeşidinde, iletim hattı sonda kısa devreli, örneğin $I_2 = I_{12}$ ve $U_2 = 0$. İletim hattı başındaki akım I_1 , hat endüktörü içerisinde akan I_{12} ve hat başındaki çalışma kapasitansı $C_B/2$ içerisinde akan I_{10} akımlarının geometrik toplamının sonucudur. U_1 ve I_1 arasındaki faz açısı φ_1 tam olarak 90° 'dir; düşük kayıplı iletim hatları için, yaklaşık 85° 'dir.

Nötr noktası bağlantısı

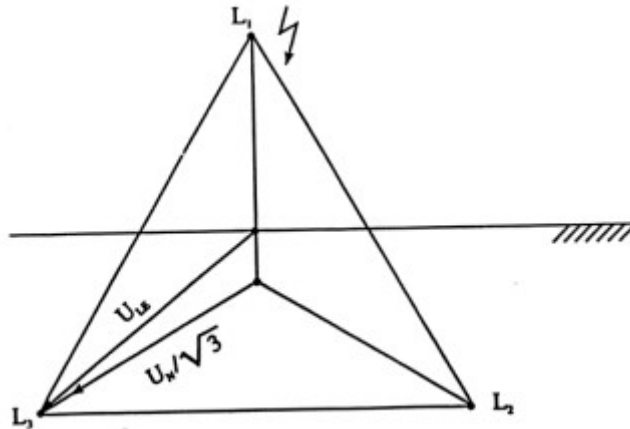
Üç fazlı temel sistemlerde, nötr noktası çeşitli şekillerde topraklanabilir. Yalıtılmış nötr sistemiyle sistemler arasındaki fark belirlenir (örneğin bağlantısız), topraklanmış-nötrlü sistemler ve düşük rezistanslı sistemler ya da geçici düşük-rezistansla bunların nötr topraklaması.

Nötr topraklaması topraklama sisteminin rezistansından başka ek rezistörler içermezse direkt olarak adlandırılır. Diğer bir durumda (eğer akım sınırlama rezistörleri ya da endüktörleri toprak iletkenine bağlanırsa) indirekt topraklamadır. Diğer taraftan, eğer yüksek omik ölçüm ve koruyucu aygıtlar ya da gerilim darbesi koruyucuları yoluyla topraklanırsa, nötr noktası sistemleri yalıtılmış olarak düşünülür.

Nötr noktası bağlantısı simetrik gerilimler ve akımlarla şebekenin normal çalışmasında rol oynamaz, bundan dolayı dönüş iletkeni (nötr hattı ya da toprak) sürekli akımsızdır. Sadece toprak bağlantısıyla bir asimetrik arıza (toprak arızası ya da toprak kısa devresi denir, topraklama metoduna bağlıdır) meydana geldiğinde, arıza süresince performansında ve sonuç tehlikelerinde, şebekenin gerilim seviyeleriyle bağlantıda, gerçek metot daha belirginleşir. Bu özellikle toprak arızası ya da toprak kısa devresi durumunda arıza akımının şiddetine göre uygulanabilir ve "sağlıklı" fazların gerilim artışı arıza açısından doğaldır.

Meydana gelen en genel arızalar toprak arızası ve toprak kısa devresi olmasından dolayı, bu durum için tercih edilen nötr noktası bağlantısının çeşitli olasılıklarının etkileri düşünülmeli ve birbiri ile karşılaştırılmalıdır.

Nicel olarak, nötr noktası sistemlerinin bağlantısı toprak arızası katsayısı δ ile gösterilir: katsayı δ aşağıdaki şekil-4'de gösterildiği gibi U_{LE} (bir iletkende toprak arızası olduğunda etkilenmemiş dıştaki bir iletken ve toprak arasındaki gerilim) ve $U_N/\sqrt{3}$ (bozulmasız çalışmada şebekenin aynı yerindeki faz gerilimi) oranıdır.



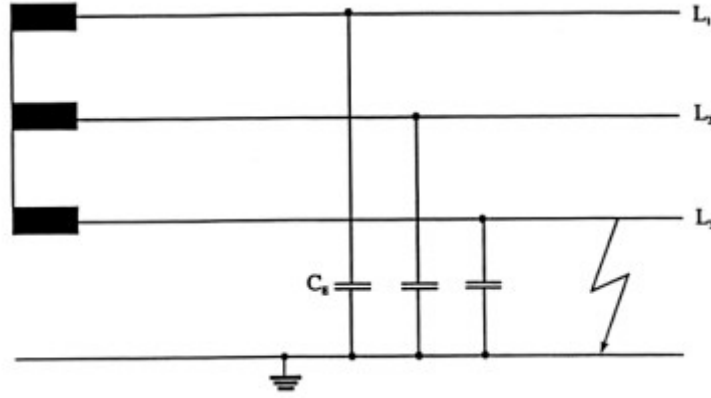
Şekil-4 Katsayı δ 'nın belirlenmesi için gerilimler

Daha büyük toprak arızası katsayısı, tek faz toprak arızasında sağlam fazlarda daha yüksek gerilime neden olur.

Artan yalıtım ihtiyaçlarından dolayı, çok yüksek gerilim sistemlerinde toprak arızası katsayısı olabildiğince küçük tutulmalıdır. Diğer taraftan, küçük toprak arızası katsayısı şebeke koruma sistemi tarafından belirlenmesi ve olabildiğince çabuk bağlantının kesilmesi gereken yüksek bir arıza akımına neden olur. Transformatörler yoluyla bağlanan şebekeler birbirlerinden yalıtılmışlardır ve sonuç olarak çeşitli nötr noktası bağlantılarına izin verirler. Aynı nötr noktası bağlantısıyla kurulan şebekeleri bölümlere ayırma kısmi şebeke olarak adlandırılır.

Yalıtılmış nötr noktası sistemi

Yalıtılmış nötr noktası bağlantılı güç sistemlerinde toprak arızası durumunda sadece düşük bir akım akar. Bu toprak arızası akımı olarak adlandırılır. Sistem toprak arızasıyla kısa bir süre çalışabilir; havai hatlarla sistemlerde, arızaya neden olan bir ark genellikle otomatik olarak söndürülür. Arıza süresince sağlam fazlarda gerilim artışı dezavantajdır. Şekil-5'te gösterildiği gibi, toprak arızası akımının şiddeti aslında tek hattın toprak kapasitansı C_E tarafından belirlenir.



Şekil-5 Yalıtılmış nötr noktalı bir şebekede toprak arızası

Güç hattının eşdeğer rezistansı dikkate alınmadığı durumda, toprak arızası akımının miktarı için aşağıdaki ifade kullanılır:

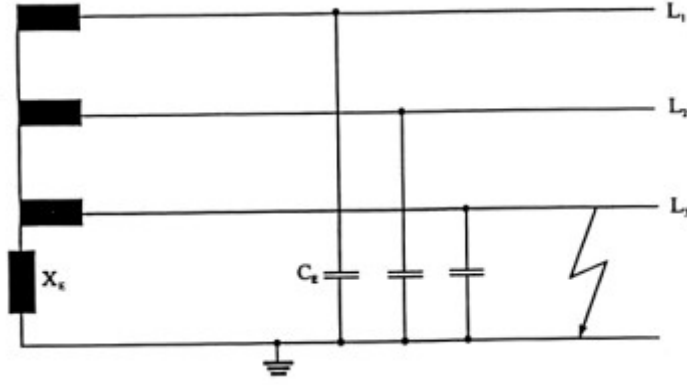
$$I_E \approx \sqrt{3}U_w C_E$$

$U=U_N$, arıza meydana gelmeden önce arıza yerindeki gerilim. (Bu ilişki hakkında her çıkarım sadece simetrik bileşenler metodunda kullanılabilir. Bu metot asimetrik arızaların incelenmesi süresince uygulanır).

Toprak kapasitansının hat uzunluğuyla orantılı olmasından dolayı, toprak arızası akımı güç sisteminin artan boyutuyla birlikte artar (transformatörlerin ve tüketicilerin kapasitansları bu içerikte dikkate alınmaz). Sonuç olarak, yalıtılmış nötr noktası bağlantılı sistemler sadece sınırlı bir boyuta sahip olabilir.

Toprak arızası nötrleyicisi

Önceki bölümde gösterildiği gibi, toprak arızası akımı durumunda gerçekte saf kapasitif akım güç sistemlerinde tehlikeli sayılabilen yüksek değerlere ulaşır. Belirli bir X_E değerine sahip kaynak endüktörü arıza devresine bağlanırsa, toprak arızası akımı nötrlenir ya da "söndürülür"; yani gerçekte görünmez. Endüktöre toprak arızası nötrleyicisi ya da Petersen bastırma bobini denir.



Şekil-6 Petersen bobinli bir şebekede toprak arızası

Değişen güç sistemi ilişkileri (hatların bağlanması ve sökülmesi) durumunda toprak kapasitansları değiştiğinden dolayı, Petersen bobininin endüktansı değişebilmelidir. Bu yüzden, güç sisteminin seçilen yerlerinde transformatörlerin nötr noktası bağlantılarını toprak hattına bağlayan ayırıcılarla piston bobinleri ya da bobinler kullanılır. Nötrleyici için gereken endüktansın matematiksel belirlenmesi sadece simetrik bileşenler metodu kullanarak mümkündür.

Toprak arızası nötrleyicisinin reaktansı için aşağıdaki eşitlik uygulanır:

$$X_E = \frac{1}{3\omega C_E}$$

Sürekli var olan hat rezistanslarından dolayı arıza akımı aktif bileşene sahip olduğundan toplam kompanzasyon mümkün değildir. Aktif bileşen arıza akımının yaklaşık %10'udur ve dengesiz artık toprak akımı olarak adlandırılır.

Bir havai güç sisteminde arıza yerinde bir ark bulunursa, bu yeterli küçük artık akım var olduğunda otomatik olarak söndürülür ve sağlam kısmı şebekenin devre dışı bırakılması gerekmez. Burada havai hatlarda ve birleştirilmiş havai hatlarda ve kablo şebekelerinde toprak arızası nötrleyicisinin büyük teknik ve ekonomik önemi vardır. Saf kablo şebekelerinde bir arıza durumunda arkın söndürülmesinin imkanı yoktur; sadece arıza akımını sınırlama olabilir. Aynı zamanda sistem içerisinde yayılan arızanın tehlikesi azalır. Sonuç olarak, Petersen bobinleri normalde orta ve yüksek güç sistemlerinde kullanılır.

Düşük rezistanslı nötr topraklama

Topraklamanın bu metodunda, bir ya da daha fazla nötr noktası direkt ya da düşük değerde bir rezistör yoluyla topraklanır. Topraklamanın bu çeşidi yüksek gerilim seviyesinin kablo şebekelerinde ve çok yüksek gerilim seviyesinin havai hat şebekelerinde kullanılır. Direkt nötr noktasının topraklanması tercih edilir.

Buradaki ilk avantaj küçük toprak arızası katsayısıdır, yani bir toprak arızası durumunda sağlam fazların gerilim artışı küçüktür. Bu hat yalıtımı ve bağlı transformatörlerin yalıtımı için ekonomik avantajlar sağlar. Bununla birlikte, akım tek-hat için çok yüksektir ve üç faz kısa devre akımının değerini yakalayabilir. Bu noktayı açıklamak için, bu arıza akımına (topraklama metotları için arıza akımlarına benzemez) toprak kısa-devresi akımı denir. Arızanın bu çeşidi şebeke koruma aygıtları tarafından mümkün olduğunca çabuk kesilmelidir. Sonuç olarak, aşağıdaki tablo standart topraklama metotlarının avantajlarının ve dezavantajlarının bir karşılaştırmasını gösterir.

Topraklama Çeşitleri			
	Yalıtılmış	Toprak arızası nötrleyicisi	Düşük dirençli topraklama
Arıza çeşidi	Toprak arızası	Toprak arızası	Toprak kısa devresi
Arıza akımı	Düşük	Düşük	Yüksek
Devre açma gerekliliği	Hemen değil	Arıza genellikle kendi kendine yok olur	Hemen
Toprak arızası katsayısı	Büyük	Büyük	Küçük
Sağlam fazlardaki gerilim artışı	Evet	Evet	Hayır
Yalıtım ihtiyaçları	Yüksek	Yüksek	Düşük

Şekil-11 Genel topraklama metotlarının avantajları ve dezavantajları

Asimetrik kısa-devreler

Hesaplama için, üç fazlı bir şebeke simetrik olarak yüklendiği sürece tek fazlı şebeke ile gösterilebilir (bu ayrıca üç fazlı kısa devre durumu için uygulanır).Asimetrik çalışma koşulları için (örn. tek faz ya da iki faz kısa devresi), tek-faz gösterim yeterli değildir. Fortescue tarafından düşünülen, “simetrik bileşenler metodu” denilen, bir hesaplama metodu genellikle bu durumlar için kullanılır. Burada, asimetrik üç fazlı sistem standart hesaplamaların uygulanabildiği (bileşen sistemleri) ayrı simetrik sistemlere dönüştürülür.

Birbirlerine 120^0 faz açılı fazlarla iki sonuç simetrik sistemlere pozitif faz ve negatif faz sırası sistemleri denir; eşit fazın üç akımı ya da gerilimi ile üçüncü sistem olan sıfır faz sırası sistemi tasarlanır. Üç fazlı sistem geri dönüş iletkensiz (toprak, toprak kablosu, kablo kılıfı, nötr iletkeni) üç iletkenli sistemse sıfır faz sırası sistemi yoktur. İlk olarak, bileşen sistemleri arasında ilişki yoktur.

Simetrik gerilim bileşenlerinin diğer gerilim bileşenleriyle ilişkisi pozitif faz sırası empedansı, negatif faz sırası empedansı ve sıfır faz sırası empedansı terimleri ifade edilir.

Pozitif faz sırası empedansı
$$\underline{Z}_M = \underline{U}_m / \underline{I}_m$$

Negatif faz sırası empedansı
$$\underline{Z}_g = \underline{U}_g / \underline{I}_g$$

Sıfır faz sırası empedansı
$$\underline{Z}_0 = \underline{U}_0 / \underline{I}_0$$

Bir elektriksel birimin pozitif faz sırası empedansı \underline{Z}_m pozitif faz sırası sisteminden hesaplandığında faz geriliminin ve iletken akımının bir birine oranıdır. Bu, iletim hatları için çalışma empedansına, transformatörler ve reaktör bobinleri için kısa devre empedansına ve generatörler için kısa devre anında efektif generatör empedansına eşittir. Bir birimin negatif faz sırası empedansı \underline{Z}_g simetrik negatif faz sırası sisteminden hesaplandığında faz geriliminin ve iletken akımının oranıdır. Statik kuruluşlar için (örneğin hatlar ve transformatörler) negatif faz sırası empedansı pozitif faz sırası empedansına eşittir. Bir elektriksel aygıtın sıfır faz sırası empedansı tüm üç faz tek bir ac gerilimle sağlandığında gerilimin ve akımın birbirine oranıdır. Dördüncü iletken (nötr iletkeni, toprak, toprak kablosu, kablo kılıfı, kablo zırhı) geri dönüş iletkeni görevini görürken, aygıtın üç fazı besleme iletkeninden oluşur ve paraleldir. Bu yüzden bu genel geri dönüş hattı üç kat sıfır faz sırası akımı taşır.

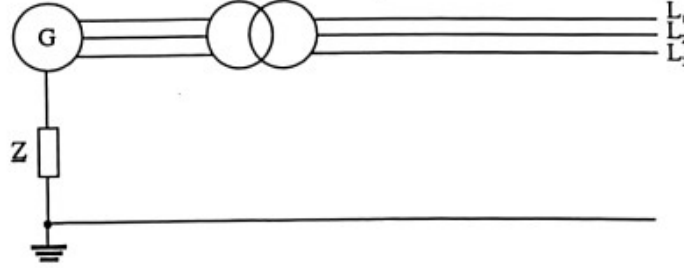
$$\underline{Z}_0 = \underline{Z}_m + 3.\underline{Z}_E$$

\underline{Z}_m = pozitif faz sırası empedansı

\underline{Z}_E =geri dönüş hattı empedansı

Üçgen bağlantıda cihazlar sıfır faz sırası empedansına ayıramaz. Bir aygıtın sıfır faz sırası empedansı ve pozitif ya da negatif faz sırası empedansları arasında genelde geçerli ilişki yoktur. İletim hatlarında, örneğin, sıfır faz sırası empedansı hat çeşidine(havai hat ya da kablo), hat yapısına (toprak hattı ya da kablo kılıfı ya da zırhı) bağlıdır.

Kısa devrelerin ayrı çeşitlerini çalışmanın temeli generatör, transformatör ve iletim hattından oluşan aşağıdaki Şekil-7’de gösterilen şebekedir.



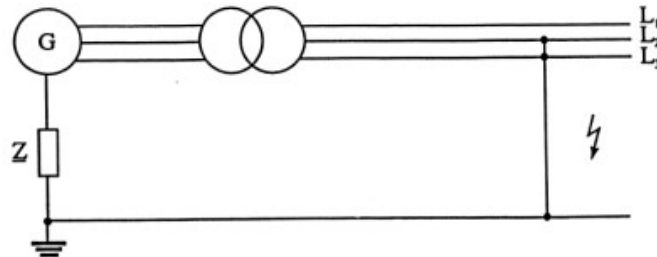
Şekil-7 Kısa devrelerin ayrı çeşitleri için şebeke

IEC düzenlemelerine göre, hesaplamalarda yüksüz bir şebeke kabul edilir. Hattın çalışma kapasitansları ihmal edilir. Yukarıdaki şekilde, \underline{Z}_0 ’dan (direkt topraklanmış nötr noktası) ve sonsuz (değişen nötr noktası) değer ile, nötr noktasının bağlantısının çeşidine dayanan, şebekenin toprak empedansıdır.

Kısa devrelerin ayrı çeşitleri için arıza akımlarını belirlemede simetrik bileşenler metodu uygulanır. Kısa devre çeşidine dayanan, belli koşullar, bileşen seviyesine dönüştürüldüğünde, bileşen sistemlerin birbirine nasıl bağlandığını belirleme şartı konulabilir. Ayrıca generatör gerilimi asimetrik yükler altında simetrik kalır, yalnızca arızanın neden olduğu şebekenin asimetrisidir. Bu sebepten dolayı, bileşen sistemlerinde efektif generatör gerilimi, negatif ve sıfır faz sırası sistemleri hiç güç sağlamazken, sadece pozitif faz sırası sisteminde görülür. Kısa devre meydana geldiğinde var olan gerilim ilk gerilim ya da subtransient gerilim “E” olarak gösterilir. Hesaplama süresince güvenilir tarafta kalmak için normalde $1.1.U_N / \sqrt{3}$ değeri kullanılır (tek faz gösterimi).

İki faz toprak arızası

Şekil-8’de gösterildiği gibi, dıştaki iki iletken L₂ ve L₃’ün toprağa bağlantısı iki faz (ya da çift hat) toprak arızası için ön koşuldur.



Şekil-8 İki faz toprak arızası

Kısa devre noktasında arıza akımı:

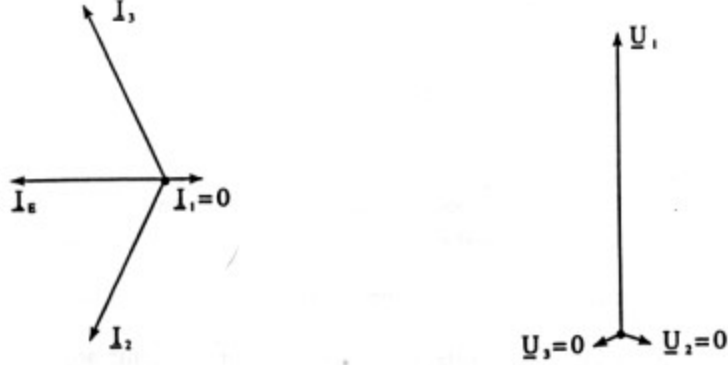
$$I_E = 3.E'' \left| \frac{\underline{Z}_g}{\underline{Z}_m.\underline{Z}_g + \underline{Z}_m.\underline{Z}_0 + \underline{Z}_0.\underline{Z}_g} \right|$$

\underline{Z}_m , \underline{Z}_g ve \underline{Z}_0 burada kısa devrede bileşen empedanslarının ayrı ayrı toplamlarını gösterir.

Arıza noktasındaki sağlıklı iletkenin gerilimi:

$$\underline{U}_1 = \frac{3 \cdot \underline{E}'' \cdot \underline{Z}_0 \cdot \underline{Z}_g}{\underline{Z}_m \cdot \underline{Z}_g + \underline{Z}_m \cdot \underline{Z}_0 + \underline{Z}_0 \cdot \underline{Z}_g}$$

Aşağıdaki şekil-9 arıza noktasındaki akımların ve gerilimlerin durumunu gösterir. Sadeleştirme için, şebekenin tüm eşdeğer rezistansları ihmal edilir.



Şekil-9 İki faz toprak arızasında arıza noktasındaki akımlar ve gerilimler için vektör diyagramları

Topraksız iki faz arızası

Topraksız iki faz arızası için dıştaki iki iletken L_2 ve L_3 arasında bir bağlantı kabul edilir.

Arızalı iletkenlerin akımları için aşağıdaki eşitlik uygulanır:

$$\underline{I}_2 = -\underline{I}_3 = -j\sqrt{3} \frac{\underline{E}''}{\underline{Z}_m + \underline{Z}_g}$$

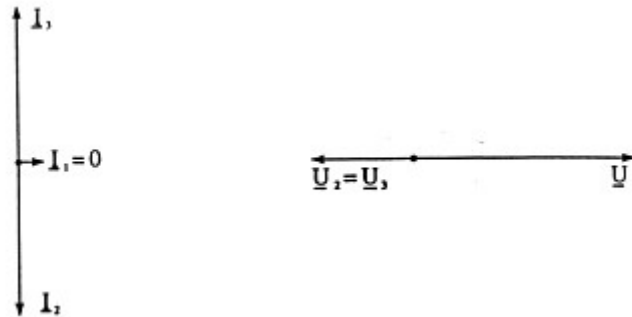
Z_m ve Z_g kısa devrede bileşen empedanslarının ayrı ayrı toplamlarını gösterir.

Arıza yerinde üç iletkenin gerilimleri toprağa göre aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\underline{U}_1 = 2 \cdot \underline{E}'' \frac{\underline{Z}_g}{\underline{Z}_m + \underline{Z}_g}$$

$$\underline{U}_2 = \underline{U}_3 = -\underline{E}'' \frac{\underline{Z}_g}{\underline{Z}_m + \underline{Z}_g}$$

Aşağıdaki şekil-10 arıza noktasındaki akımlar ve gerilimlerin durumunu gösterir; sadeleştirme için şebekenin tüm eşdeğer dirençleri tekrar ihmal edilir.



Şekil-10 Topraksız iki faz arızası için arıza noktasındaki akımlar ve gerilimler için vektör diyagramları

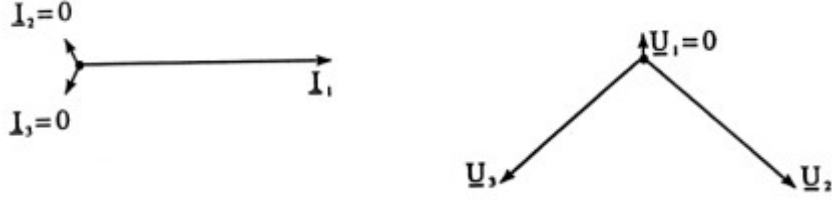
Tek hat toprak arızası

Düşük rezistanslı topraklanmış şebekede (toprağa kısa devre) tek faz toprak arızası için, dıştaki iletken L_1 ve toprak arasında bir iletken bağlantısı kabul edilir.

Kısa devre akımı:

$$\underline{I}_1 = \frac{3 \cdot \underline{E}''}{\underline{Z}_m + \underline{Z}_g + \underline{Z}_0}$$

Aşağıdaki şekil-1 arıza noktasında akımlar ve gerilimlerin durumunu gösterir; sadeleştirme için, şebekenin tüm eşdeğer rezistansları burada ihmal edilir.



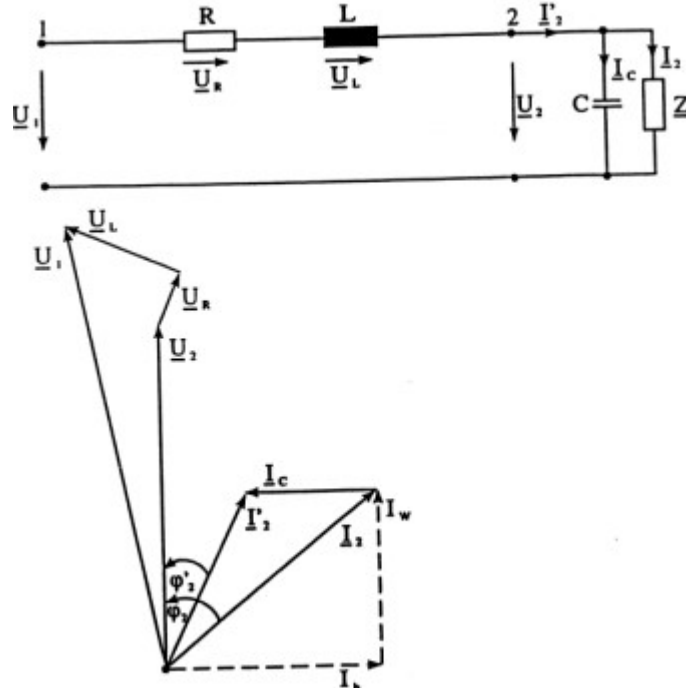
Şekil-11 Tek faz toprak arızası için arıza noktasındaki akımlar ve gerilimler için vektör diyagramı

Reaktif güç kompanzasyonu

Neredeyse tüm elektrik enerjisi tüketicileri çalışma için sadece aktif güce ihtiyaç duymazlar reaktif güce de ihtiyaç duyarlar. Genelde, bu tüm elektriksel sürücülerde gereken manyetik alanı oluşturmak için gereken endüktif reaktif güçtür. Aktif güç gibi, bu reaktif güç generatörler tarafından üretilmeli ve tüketicilere iletilmelidir. Ayrıca reaktif güç iletim etkisinden dolayı üç fazlı sistemin omik reaktansında aktif güç kayıplarına neden olur, elektrik şirketleri tüketicinin güç katsayısını mümkün olduğu kadar yüksek tutmaya çalışırlar (yani 1 civarında). Hatta 0,9'dan az güç katsayısı değeri görünür akımda fark edilebilir bir artışa yol açar ve böylece aktif güç kayıpları da artar.

Paralel kompanzasyon

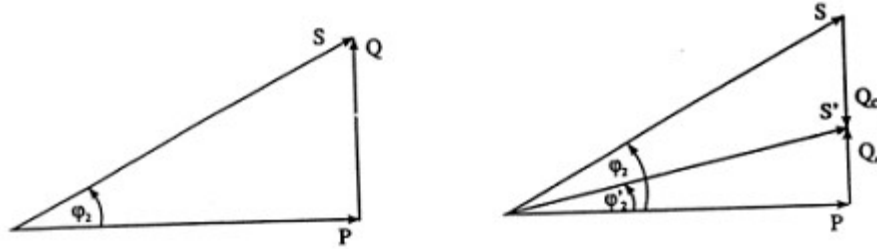
Kapasitansın paralel bağlantısı yoluyla, omik-endüktif bir tüketicinin güç katsayısı düzeltilebilir. Kapasitörün kapasitif reaktif akımı tüketici akımının endüktif bileşenini kompanze eder. Bu paralel kompanzasyonun prensibi, pratikte sık sık kullanılır. Sadeleştirme için, hattın işlevsel kapasitansı dikkate alınmaz.



Şekil-12 Reaktif gücün paralel kompanzasyonu ve vektör diyagramı

Kapasitörün kapasitif akımı I_c yük akımının reaktif bileşeni I_b 'yi C değerine göre kısmen yada tamamen kompanse eder. Tarife skalalarına sahip olmak için tam kompanzasyon elektrik şirketlerinde kullanılmaz. Kompanzasyon sadece gerekmeyen reaktif enerjiyi ödememek için yakalanan güç katsayısı $\cos \varphi_2$ ' de artık reaktif güç Q_r için gerçekleştirilir.

Kısmen kompanse edilmiş yada kompanse edilmemiş güç değerleri için, aşağıdaki vektör diyagramları geçerlidir (P, Q, S =tüketicinin aktif, reaktif ve görünür gücü; $\cos \varphi_2 =$ kompanzasyonsuz tüketicinin güç katsayısı ve $\cos \varphi_2' =$ kompanzasyonlu güç katsayısı).



Şekil-13 Kompanze edilmemiş ve kısmen kompanse edilmiş çalışma ile güç ilişkileri

Açı φ_2 'den açı φ_2' 'ne güç katsayısı düzeltme için gereken kompanzasyon gücü Q_c yukarıdaki vektör diyagramından çıkarılabilir:

$$Q_c = P(\tan \varphi_2 - \tan \varphi_2')$$

Yıldız bağlantıda bir kompanzasyon sisteminin üç ayrı kapasitansının gereken kapasitesi:

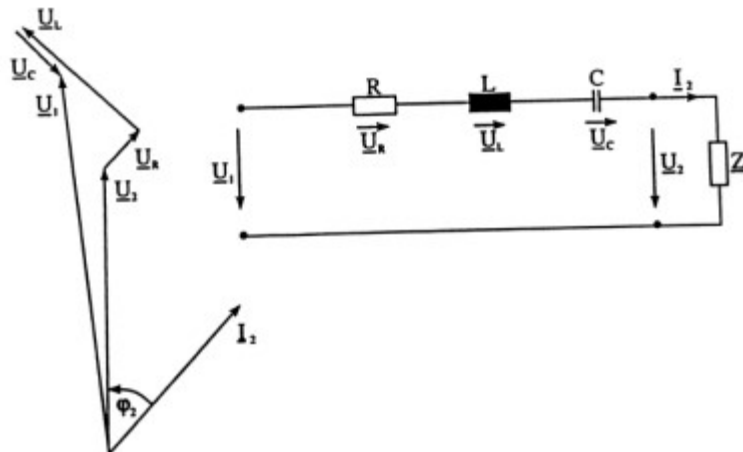
$$C = \frac{Q_c}{\omega U_N^2}$$

paralel kompanzasyon yüke bağlıdır. Pratikte, kapasitörler yük durumuna göre bağlanır ya da devreden çıkartılır.

Her tüketici bireysel kompanse edilirse, bireysel kompanzasyon denir. Genel bir kapasitör sistemini seri bağlı tüketicilerin kompanzasyonu için kullanılırsa (örneğin, bir endüstriyel kullanıcının tüm sürücüleri) merkezi yada grup kompanzasyonu denir. Kompanzasyon sistemini değişen yük koşullarına adapte etmek için bireysel kapasitörleri bağlama ve sökme imkanı olmalıdır.

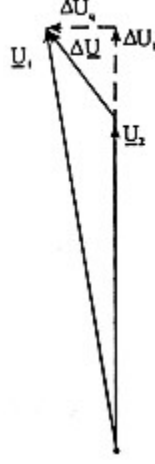
Seri kompanzasyon

Daha uzun hatların endüktansını kompanse etmek için kullanılırlar ve böylece iletim hattında gerilim düşümü azalır. Bununla birlikte, meydana gelen iletim kayıpları bu çeşit kompanzasyon kullanılarak azaltılamaz.



Şekil-14 Reaktif gücün seri kompanzasyonu ve vektör diyagramı

Hat başındaki gerilim \underline{U}_1 ve hat sonundaki gerilim \underline{U}_2 arasındaki gerilim düşümü $\Delta \underline{U}$ şekil-14'de gösterildiği gibi direkt-aksis bileşeni ΔU_1 'e ve dörtlük bileşeni ΔU_q 'ya ayrılabilir; dörtlük bileşeni daima direkt aksis bileşeninden daha küçüktür.



Şekil-15 Gerilim düşümünün direkt aksis ve dörtlük bileşenleri

Seri kompanzasyonun amacı mümkün olduğunca küçük direkt aksis gerilim düşümü oluşturmaktır. $\Delta U_1=0$ koşulunda ΔU_q ihmal edildiğinde seri kapasitörün kapasitansı için aşağıdaki eşitlik uygulanır:

$$C = \frac{1}{w(wL + R \cdot \cot \varphi_2)}$$

Seri kapasitörlerin etkisi yükün seviyesinden bağımsızdır, fakat yükün $\cos \varphi_2$ 'sine bağlıdır. Çünkü aynı çeşit tüketiciler de bu çok değişmez. Seri kapasitör, paralel kapasitöre benzemez, kontrolsüz olması gerekir.

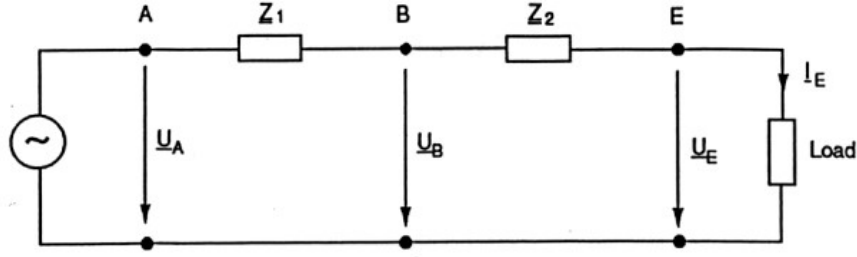
Kapasitör hat sonundaki kısa devrenin neden olduğu yüksek kısa devre akımının sonucu olarak gözükebilen yüksek gerilimlere karşı korunmalıdır. Bunun için, ayrıntılı ölçümler (örneğin, seri boşluk koruması) yapmak gerekir.

YÜKSEK GERİLİM HATLARINDA SERİ VE PARALEL BAĞLANTILAR

Seri Bağlantı

Seri bağlantı, çalışan teçhizatın her bir birimi sıralı olarak bağlandığı radyal şebekenin temelini oluşturur. Sadeleştirilmiş gösterim için ilk olarak şönt elemanların ilişkileri dikkate alınmaz, sonra da göz önünde bulundurularak daha gerçekçi bir hesaplama yapılır.

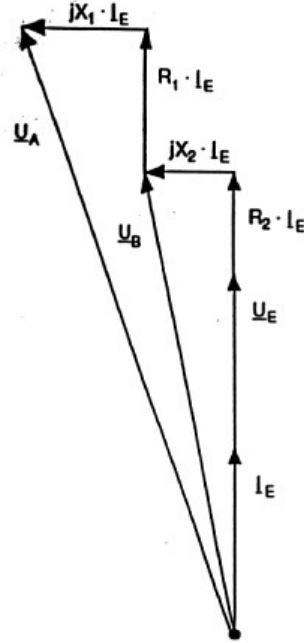
Seri devrelerin bir özelliği olarak, tüm kollardan hemen hemen aynı akım geçer. Böylece, en zayıf hattın kesim bölgesi, bir seri devreye yüklenebilecek yükün mertebesini kesinleştirir. Seri iki hattın sadeleştirilmiş eşdeğer devresi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 1

Hat 1'in boyuna empedansı, $Z_1 = R_1 + j\omega L_1 = R_1 + jX_1$
 Hat 2'nin boyuna empedansı, $Z_2 = R_2 + j\omega L_2 = R_2 + jX_2$
 Hat 1'in başındaki besleme gerilimi, \underline{U}_A
 Hat 2'nin sonundaki yük gerilimi, \underline{U}_E
 Yük akımı, ayrıca iki hattan geçen akım, I_E

Bir seri bağlantının karakteristik özelliklerini göstermek için, hat 2'nin sonundaki yükü saf omik yük olarak düşünmek yeterlidir. Böyle bir varsayım altında üretilecek ifadeler diğer yük durumları için de geçerlidir.



Şekil 2

Toplam empedans iki hattın empedansları olan Z_1 ve Z_2 'nin toplamına eşittir:

$$Z_{\text{TOPLAM}} = Z_1 + Z_2 = R_1 + R_2 + j(X_1 + X_2)$$

Hat 1'in sonundaki gerilim:

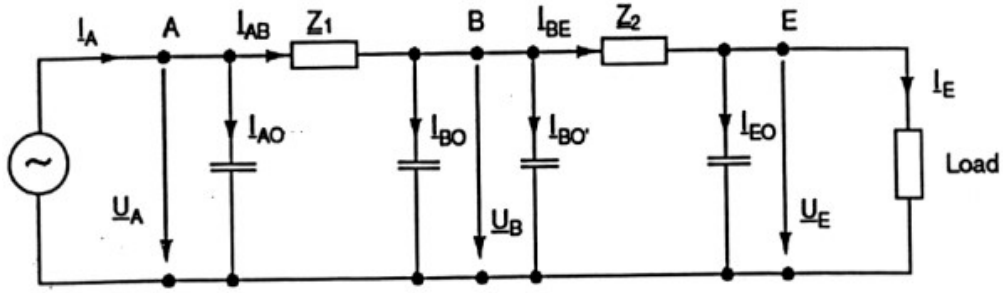
$$U_B = U_A - Z_1 \times I_E = U_A - (R_1 + jX_1)I_E$$

Hat 2 sonundaki gerilim:

$$U_E = U_A - Z_{\text{TOPLAM}} \times I_E = U_A - [(R_1 + R_2) + j(X_1 + X_2)]I_E$$

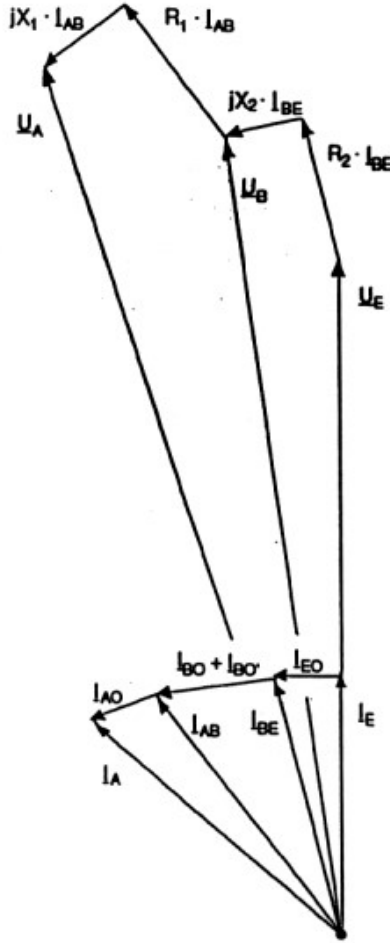
Buna göre benzer iki hat seri bağlanırsa bağlantı iki kat uzun tek hat gibi davranır (şönt elemanlar yok sayılmak şartıyla). Çok yüksek gerilim seviyesinde iletim gerektiren hat çok uzun olduğunda izin verilemez yüksek gerilim düşümleri meydana gelir.

Şönt elemanları göz önünde bulundurarak şöyle bir eşdeğer devre geliştirilmiştir (bkz. Şekil 3).



Şekil 3

Şekil 3'deki devrenin fazör diyagramı Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4

Hat 2'deki çalışan kapasitansın yarısı yüke paraleldir. Hat 2 üzerinde akan I_{BE} akımı hat 2 sonundaki şarj akımı ve yük akımından oluşur. I_{BE} akımı bilinirse hat 2 boyunca gerilim düşümü ve dolayısıyla U_B bulunabilir.

U_B 'nin bölünmesiyle hat 1 sonundaki I_{B0} ve $I_{B0'}$ şarj akımları bulunabilir. Bu akımları I_{BE} akımına ekleyerek hat 1'deki I_{AB} akımı ve buna karşılık gelen hat 1 üzerindeki gerilim düşümü; son olarak da bunlardan faydalanarak devre başlangıcındaki U_A gerilimi bulunur. Hat 1'in başındaki I_{A0} şarj akımı bu değerden bulunur ve devre akımı I_A 'yı elde etmek için I_{AB} akımına eklenir. Değerler gerçekte çalışan kapasitansların etkisinin fazör diyagramda gösterilenden daha küçük olduğunu gösterir. Dikkat edilmelidir ki burada hesaplanarak bulunan gerilimler hep faz – nötr arasında olup, asla faz – faz arası gerilimler değildir.

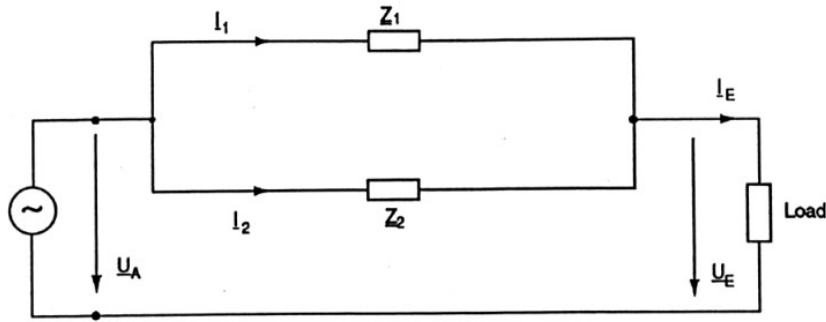
Dikkat edilecek bir nokta da burada kullanılan parametreler (özellikle çalışan kapasitansların durumunda) gerçek durumla tam anlamıyla uyuşmaz. Gerçek hayatta B düğümündeki I_{AB} ve I_{BE} akımlarının arasında fark yoktur.

Paralel Bağlantı

Bu tür bağlantılar, düğümlü şebekelerin temelini oluşturur. Burada yine, önce sadeleştirilmiş gösterim üretilecek ve ardından şönt elemanlar dikkate alınacaktır.

Paralel bir devrenin karakteristik özelliği olarak tüm kollarda eşit gerilim düşümü meydana gelir. Buna göre paralel devredeki toplam akım kollara ayrılır ve bu ayrılma kollarındaki empedanslar ile ters orantılı olacak şekilde gerçekleşir.

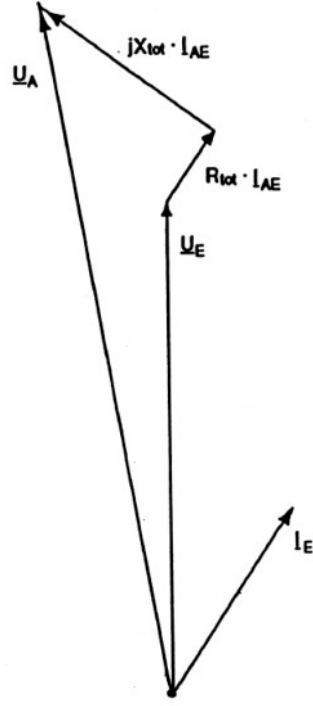
Paralel iki hattın sadeleştirilmiş eşdeğer devre şeması aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 5

- Hat 1'in boyuna empedansı, $Z_1 = R_1 + j\omega L_1 = R_1 + jX_1$
- Hat 2'nin boyuna empedansı, $Z_2 = R_2 + j\omega L_2 = R_2 + jX_2$
- Hatların başlangıcındaki besleme gerilimi, \underline{U}_A
- Hatların sonundaki yük gerilimi, \underline{U}_E
- Hat 1 akımı, I_1
- Hat 2 akımı, I_2
- Yük akımı, I_E

Bu deneyde reaktif güç talebine göre gerçek koşulları simüle etmek için iki hattın uçlarında omik-endüktif bir yük olduğu kabul edilir. Üretilen ilişkiler prensipte diğer yük durumları için de geçerlidir. Şekil 5'deki devrenin fazör diyagramı Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6

Toplam empedans Z_{TOP} Z_1 ve Z_2 empedanslarından aşağıdaki denklem kullanılarak bulunur:

$$\frac{1}{Z_{top}} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} = \frac{1}{R_1 + j\omega L_1} + \frac{1}{R_2 + j\omega L_2}$$

Yukarıdaki denklem çözümlürse:

$$Z_{top} = R_{top} + jX_{top} = \frac{R_1 R_2 (R_1 + R_2) + R_1 X_2^2 + R_2 X_1^2}{(R_1 + R_2)^2 + (X_1 + X_2)^2} + j \frac{X_1 X_2 (X_1 + X_2) + R_1^2 X_2 + R_2^2 X_1}{(R_1 + R_2)^2 + (X_1 + X_2)^2}$$

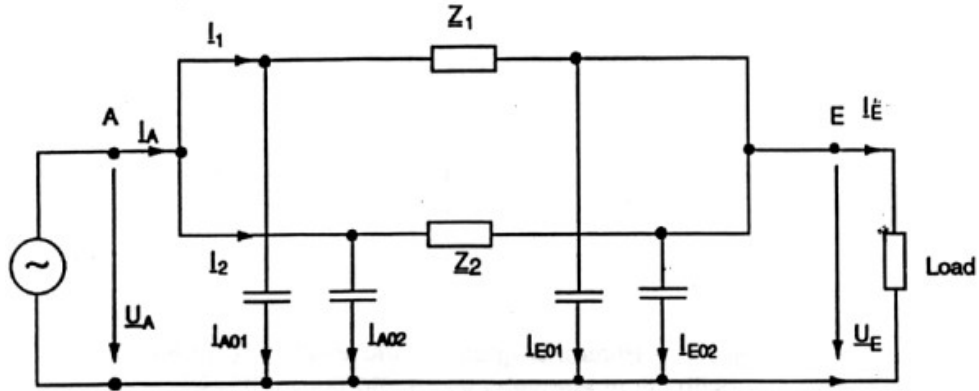
Hat 1 üzerinden geçen akım:

$$I_1 = (Z_{TOPLAM} / Z_1) I_E$$

Hat 2 üzerinden geçen akım:

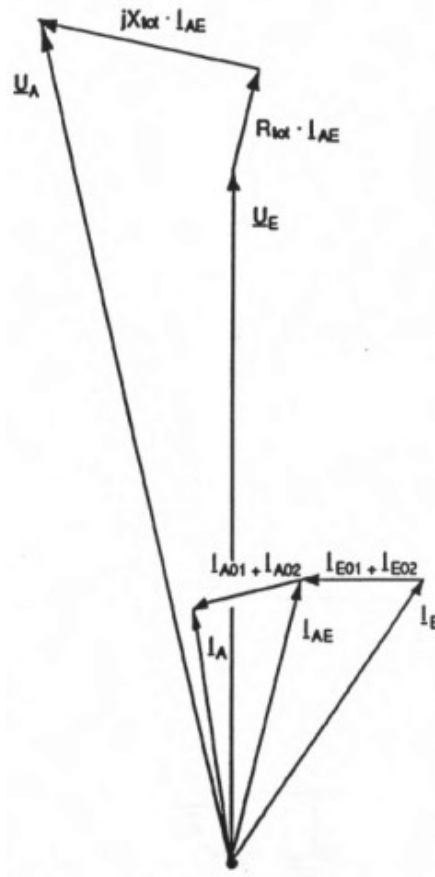
$$I_2 = (Z_{TOPLAM} / Z_2) I_E$$

Buna göre, eşit empedanstaki iki hat, toplam akımı yarı yarıya paylaşacaklardır . Çalışan kapasitansları dikkate alarak şöyle bir eşdeğer devre geliştirilmiştir:



Şekil 7

Şekil 7'deki devrenin fazör diyagramı Şekil 8'de görülmektedir.



Şekil 8

Fazör diyagramını çizmek için I_E yük akımı ve U_E gerilimi gereklidir. I_E ile I_{E01} ve I_{E02} 'yi toplayınca I_{AE} akımı bulunur. I_{AE} akımı, Z_1 ve Z_2 üzerinde bir gerilim düşümü oluşturur. Bu sadeleştirilmiş gösterim, paralel devre için de geçerlidir. I_A 'yı bulmak için I_{A01} ve I_{A02} kapasitif akımları hattın başındaki I_{AB} akımıyla toplanır.

Deney No : 1

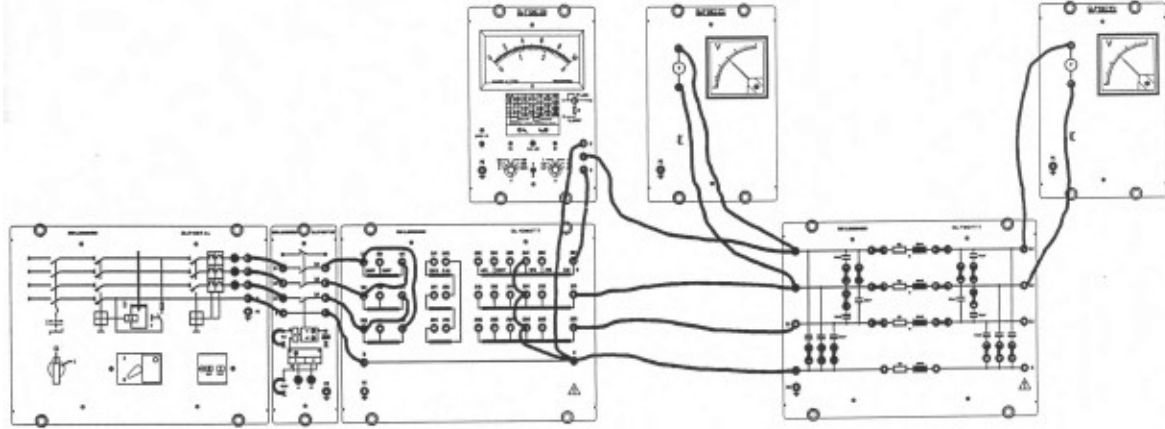
Deneyin Adı : Yüksüz Performans (Boş Çalışma Deneyi)

Amaçlar : - Yüksüz çalışmada gerilim ölçmek
- Çalışma kapasitansı kavramını öğrenmek
- Artan çalışma kapasitansı ile hat modelini incelemek

Malzemeler :

* 1 DL 2108TAL	Üç fazlı güç kaynağı ünitesi
* 1 DL 2108T02	Güç devre kesicisi
* 1 DL 1080TT	Üç fazlı transformatör
* 1 DL 7901TT	Havai hat modeli
* 2 DL 2108T03	Hat kapasitörü
* 1 DL 2109T26	Wattmetre
* 2 DL 2109T1PV	Voltmetre (600V)

Deneyin Bağlantı Şeması



Deney1.1:Yüksüz çalışma

İşlem basamakları

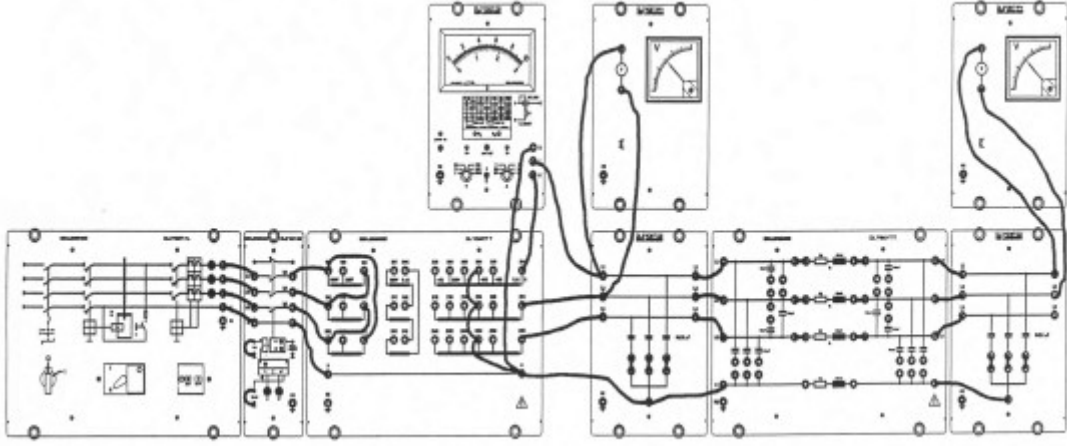
- 1- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 2- Üç fazlı transformatörün primer tarafını 380V üçgen bağlayınız ve sekonder tarafını $U_N - \%10$ 'a kademesinde yıldız bağlayınız.
- 3- Hat modeli üzerindeki kapasitansları bağlayan tüm köprüleri takınız.
- 4- Kaynak gerilimini $U_N = 380V$ 'a ayarlayınız.
- 5- Bir fazdan tüketilen aktif ve reaktif güçleri, hat başı ve hat sonundaki fazlar arası gerilimi ölçünüz.

$$U_1 = \dots V \quad P = \dots W \quad U_2 = \dots V \quad Q = \dots \text{Var}(\dots)$$

- 6- Ölçtüğünüz reaktif güç ile hesapladığınız reaktif gücü karşılaştırınız.

$$Q_c = w \cdot C_B \cdot U_N^2 = \dots \text{Var}$$

Not: Ölçülen değer tek faz değeri olduğunu aklınızda tutunuz ve bu yüzden 3 ile çarpılmalıdır

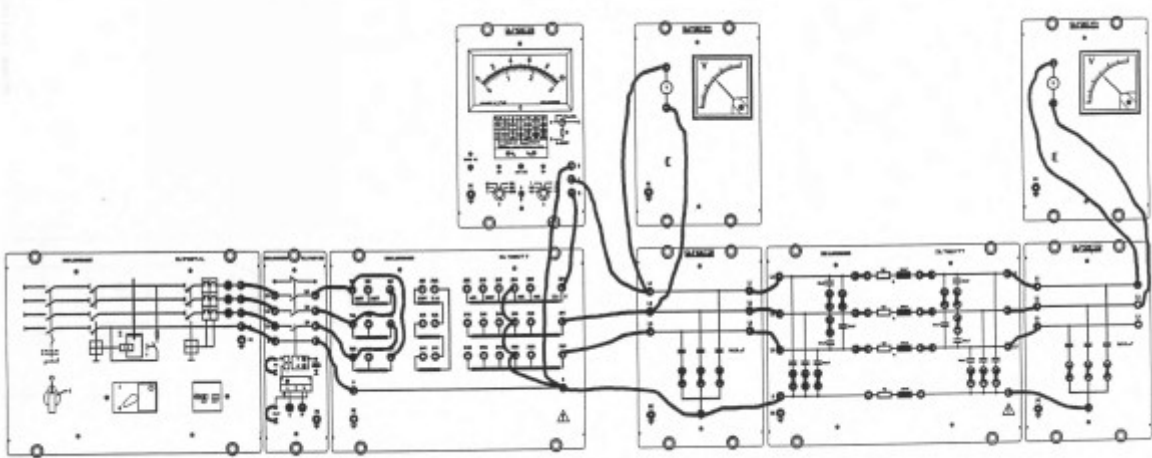


Deney1.2: Çalışma kapasitansı

İşlem basamakları

- 1- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 2-Üç fazlı transformatörün primer tarafını 380V üçgen bağlayınız ve sekonder tarafını köprüleri kullanarak yıldız U_N -%10'a kademesine alınız.
- 3- Hat modeli üzerindeki kapasitansları bağlayan tüm köprüleme fişlerini çıkartınız.
- 4- Hattın sonuna ve başına yapay hat kapasitanslarını bağlayınız.
- 5- Kaynak gerilimini $U_N=380V$ 'a ayarlayınız.
- 6- Bir fazdan tüketilen aktif ve reaktif güçleri, hat başı ve hat sonundaki fazlar arası gerilimi ölçünüz.

$$U_1=.....V \quad Q=.....Var(....) \quad U_2=.....V$$



Deney1.3: Artan çalışma kapasitansı ile hat

İşlem basamakları

- 1- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 2- Hat modeli üzerindeki tüm kapasitansları bağlayan köprüleri takınız.
- 3- Hatta ilave kapasitans bağlayıp hat kapasitesini iki katına çıkarınız.
- 4- Kaynak gerilimini $U_N=380V$ 'a ayarlayınız.
- 5- Bir fazdan tüketilen aktif ve reaktif güçleri, hat başı ve hat sonundaki fazlar arası gerilimi ölçünüz.

$$U_1=.....V \quad Q=.....Var(kap) \quad U_2=.....V$$

Sorular ve Cevaplar

1-Deneyde kullanılan malzemelerin teknik resimdeki sembollerini kullanarak deney bağlantı şemasını çiziniz.

2- Ferranti etkisi nedir ve nasıl oluşmaktadır?

3- Elde edilen ölçüm sonuçlarına göre deneydeki üç farklı bağlantıyı karşılatırınız.

4- Admitans, kondüktans ve süseptansın tanımını yapınız.

Not: Teorik bilgi ekleyerek, soruları A4 kağıdına cevaplayınız.

Deney No : 2

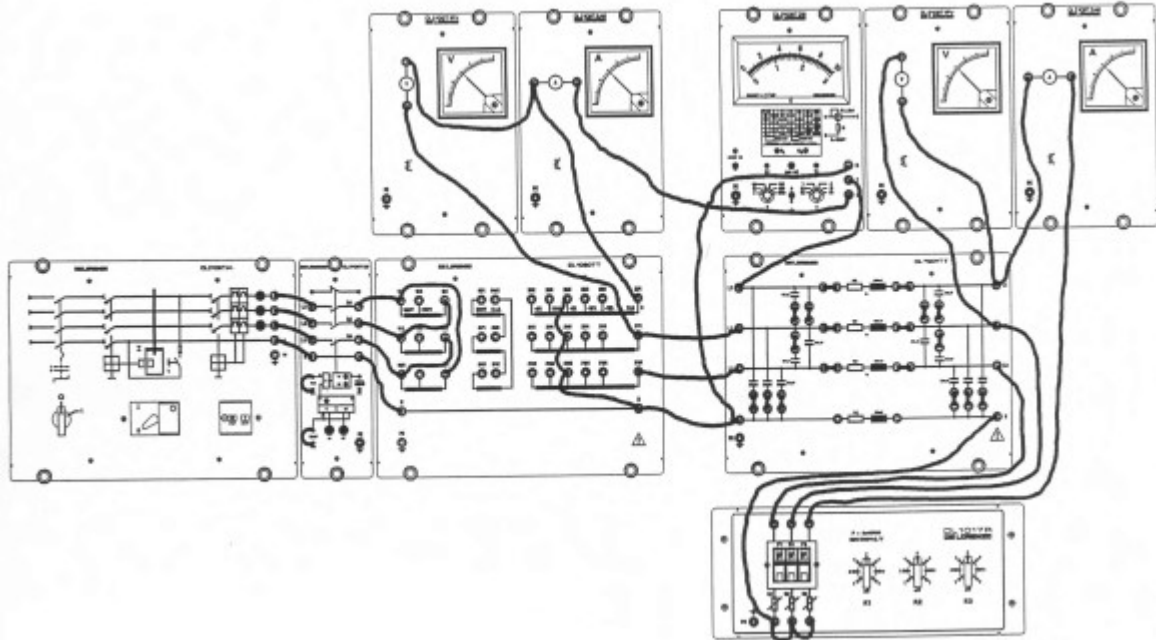
Deneyin Adı: Uygun Yük Performansı Karakteristiği

Amaçlar : -Uygun yüklü çalışmada bir havai hattın gerilim ve akım ilişkilerini ölçmek
- Karakteristik dalga empedansı, geri ve ileri çalışma, verim ve iletim kayıpları terimlerini öğrenmek

Malzemeler:

* 1 DL 2108TAL	Üç fazlı güç kaynağı ünitesi
* 1 DL 2108T02	Güç devre kesicisi
* 1 DL 1080TT	Üç fazlı transformatör
* 1 DL 7901TT	Havai hat modeli
* 1 DL 1017R	Omik yük
* 2 DL 2109T2A5	Ampermetre (2.5A)
* 2 DL 2109T1PV	Voltmetre (600V)
* 1 DL 2109T26	Wattmetre

Deneyin Bağlantı Şeması



Deney2: Uygun yük performans karakteristiği

İşlem basamakları

- 1- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 2- Üç fazlı transformatörün primer tarafını 380V üçgen bağlayınız ve sekonder tarafı köprüleme fişini kullanarak yıldız U_N -%5'e kademesine alınız.
- 3- Havai hat modeline kapasitansları bağlayan tüm köprüleri yerleştiriniz.
- 4- Hat sonuna üç fazlı dengeli omik yükü bağlayınız, omik yükü R_1 değerine ayarlayınız.
- 5- Kaynak gerilimini $U_N=380V$ 'a ayarlayınız.
- 6- R_1 değerinden başlayarak omik yükü R_7 kademesine kadar arttırınız. Her kademe için aşağıdaki değerleri ölçünüz:
Hat başı gerilimi U_1 , hat başı akımı I_1 , hat başı aktif gücü P_1 ve hat başı reaktif gücü Q_1 , hat sonu gerilimi U_2 ve hat sonu akımı I_2 değerlerini tabloya giriniz.

R	$U_1(V)$	$I_1(A)$	$P_1(W)$	$Q_1(Var)$	$U_2(V)$	$I_2(A)$
R_1						
R_2						
R_3						
R_4						
R_5						

R ₆						
R ₇						

7- Hattın hiç reaktif güç tüketmediği omik yük değerini belirleyiniz. Bu değeri karakteristik dalga empedansı $Z_w=240\Omega$ için belirlenen teorik değerle karşılaştırınız.

8- Karakteristik dalga empedansının yaklaşık değerini değiştirmeyen direnç değerinde üç fazlı transformatörün sekonder tarafında ayarlanabilen tüm kaynak gerilimleri için tablodaki büyüklükleri ölçünüz ve değerleri tabloya giriniz.

Kaynak gerilim	U ₁ (V)	I ₁ (A)	P ₁ (W)	U ₂ (V)	I ₂ (A)	P ₂ (W)	ΔP (W)	η (%)
U _N +%5								
U _N								
U _N -%5								
U _N -%10								
U _N -%15								

9- Uygun yük durumunda sadece aktif güç iletilir, Hat sonu ve hat başı aktif gücü aşağıdaki formülü kullanarak hesaplayınız ve tabloya giriniz.

$$P = \sqrt{3}.U.I \quad P_1 = \dots W \quad P_2 = \dots W$$

10- Hattın iletim kayıplarını hesaplayınız $\Delta P = P_1 - P_2 = \dots W$

11- Hattın iletim verimini hesaplayınız. $\% \eta = 100 \cdot \frac{P_2}{P_1} = \dots W$

Sorular ve Cevaplar

- 1- Deneyde kullanılan malzemelerin teknik resimdeki sembollerini kullanarak deney bağlantı şemasını çiziniz.
- 2- Karakteristik empedansı açıklayınız.
- 3- 40 km uzunluğunda üç fazlı kısa bir iletin hattının elektriksel hat sabitleri $r = 0,55 \Omega/\text{km}$, $x = j0,9 \Omega/\text{km}$ ve hat sonu fazlar arası gerilimi $U_2 = 50 \text{ kV}$, hat sonu toplam gücü $S_2 = 15 \text{ MVA}$ ve $\cos\phi = 0,9$ (geri) olarak veriliyor. Hat başı gerilim, akımını hesaplayınız.
- 4- Doğal görünür güç nedir? Ayrıntılı olarak açıklayınız.

Not: Teorik bilgi ekleyerek, soruları A4 kağıdına cevaplayınız.

Deney No : 3

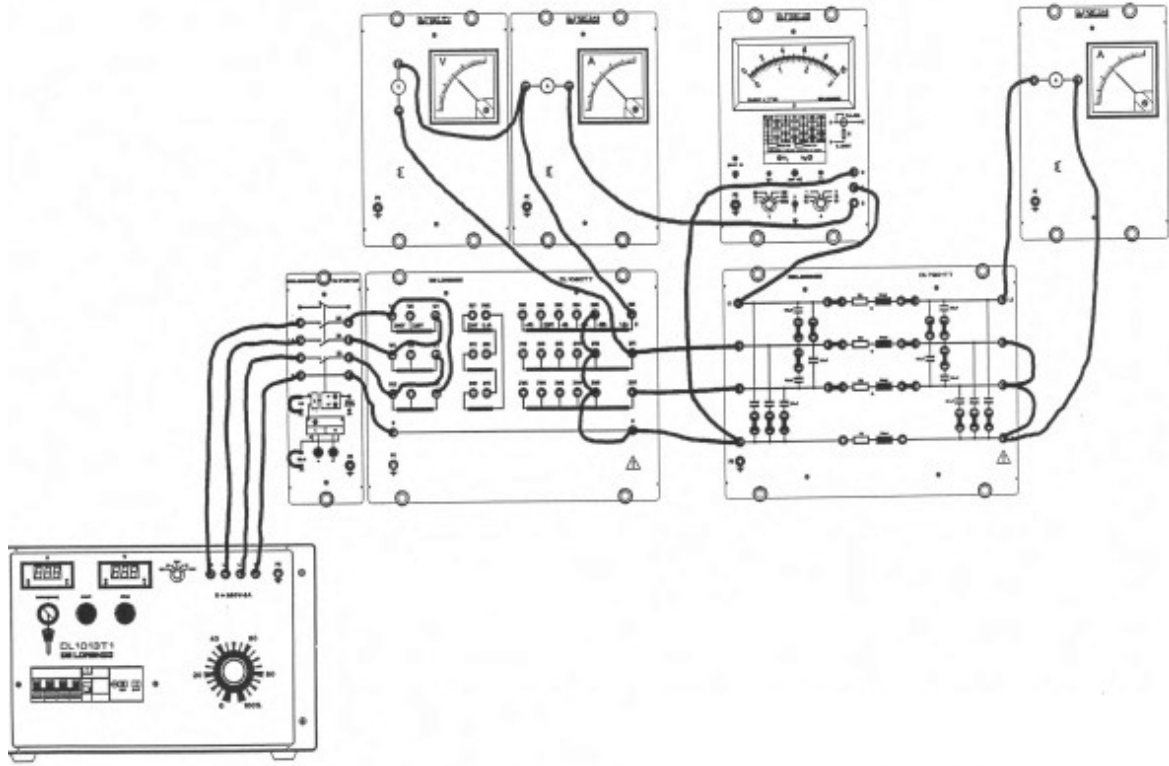
Deneyin Adı: Üç Fazlı Kısa Devre

Amaçlar : Üç fazlı kısa devre süresince bir iletim hattının akım ve gerilim oranlarını ölçmek ve yorumlamak

Malzemeler :

* 1 DL 1013T1	Üç fazlı güç kaynağı
* 1 DL 2108T02	Güç devre kesicisi
* 1 DL 1080TT	Üç fazlı transformatör
* 1 DL 7901TT	Havai hat modeli
* 2 DL 2109T2A5	Ampermetre (2.5A)
* 1 DL 2109T1PV	Voltmetre (600V)
* 1 DL 2109T26	Wattmetre

Deneyin Bağlantı Şeması:



İşlem Basamakları:

- 1- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 2-Üç fazlı transformatörün primer tarafını 380V üçgen bağlayınız ve sekonder tarafın köprülerini kullanarak yıldız U_N -%15 kademsine alınız.
- 3- Havai hat modeline kapasitansları bağlayan tüm köprüleri yerleştiriniz.
- 4-Kaynak gerilimini $U_N=170V$ 'a ayarlayınız (mümkün olan en küçük gerilimi kullanınız!):test kısa devre akımı 1.5A civarındadır.
- 5- Hat başı gerilimi, hat başı akımını, hat sonu akımını, hat başı aktif ve reaktif gücünü ölçünüz.

$$U_1=.....V \quad P_1=.....W \quad Q_1=.....Var(...) \quad I_1=.....A \quad I_2=....A$$

Sorular ve Cevaplar

- 1- Deneyde kullanılan malzemelerin teknik resimdeki sembollerini kullanarak deney bağlantı şemasını çiziniz.

2- Deney sonuçlarını yorumlayınız.

Not: Teorik bilgi ekleyerek, soruları A4 kağıdına cevaplayınız.

Deney No : 4

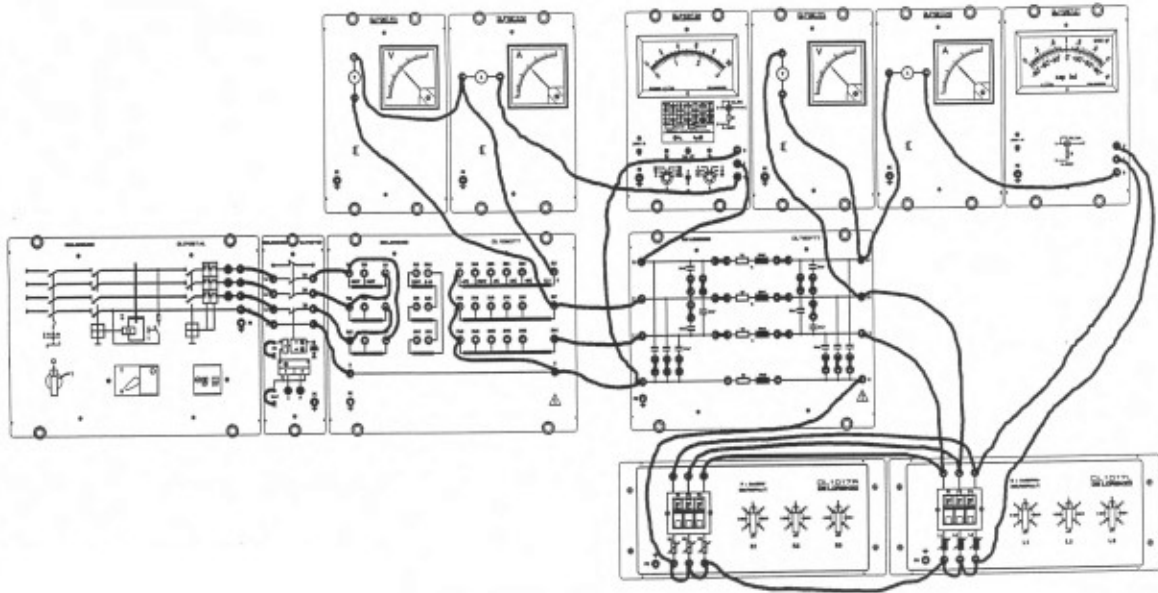
Deneyin Adı: Omik- Endüktif Yük

Amaçlar : Omik-endüktif ve saf endüktif yüklü iletim hattının akım ve gerilim oranlarını ölçmek ve yorumlamak

Malzemeler :

* 1 DL 2108TAL	Üç fazlı kaynak ünitesi
* 1 DL 2108T02	Güç devre kesicisi
* 1 DL 1080TT	Üç fazlı transformatör
* 1 DL 7901TT	Havai hat modeli
* 1 DL 1017R	Omik yük
* 1 DL 1017L	Endüktif yük
* 1 DL 2109T26	Wattmetre
* 1 DL 2109T27	Cos φ metre
* 2 DL 2109T2A5	Ampermetre (2.5A)
* 2 DL 2109T1PV	Voltmetre (600V)

Deneyin Bağlantı Şeması



İşlem Basamakları:

1- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.

2- Üç fazlı transformatörün primer tarafını 380V üçgen bağlayınız ve sekonder tarafı köprüleri kullanarak yıldız $U_N + \%5$ ' kademesine alınız.

3- Havai hat modeline kapasitansları bağlayan tüm köprüleri yerleştiriniz.

4- Hat sonuna üç fazlı dengeli omik-endüktif yükü bağlayınız: yük direncini R_1 değerine ayarlayınız ve endüktif yükün $L_4 = 1,27$ H değeriyle başlayınız.

5- R_1 değerinden başlayarak kademe kademe sırasıyla R_3 , R_4 ve R_5 değerlerine omik yükü ayarlayınız. Her kademe için hat başı gerilimi U_1 , hat başı akımı I_1 , hat başı aktif gücü P_1 ve hat başı reaktif gücü Q_1 , hat sonu gerilimi U_2 , hat sonu akımı I_2 ve hat sonu güç katsayısı $\cos \varphi_2$ ölçerek tabloya değerleri giriniz.

Endüktif yük: $L_4=1,27H$.

R	$U_1(V)$	$I_1(A)$	$P_1(W)$	$Q_1(Var)$	$U_2(V)$	$I_2(A)$	$\cos \varphi_2$
R_1							
R_2							
R_3							
R_4							
R_5							

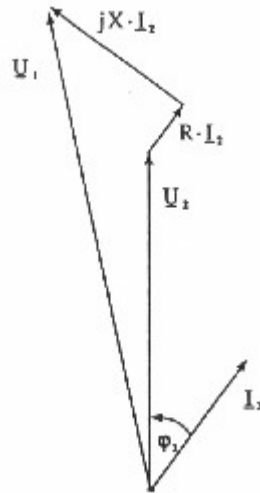
Endüktif yük: $L_5=0,9H$.

R	$U_1(V)$	$I_1(A)$	$P_1(W)$	$Q_1(Var)$	$U_2(V)$	$I_2(A)$	$\cos \varphi_2$
R_1							
R_2							
R_3							
R_4							
R_5							

Endüktif yük: $L_6=0,64H$.

R	$U_1(V)$	$I_1(A)$	$P_1(W)$	$Q_1(Var)$	$U_2(V)$	$I_2(A)$	$\cos \varphi_2$
R_1							
R_2							
R_3							
R_4							
R_5							

0,8 güç faktörlü omik-endüktif yük durumu için akım-gerilim vektör diyagramı aşağıdaki şekilde gösterilir (Hattın çalışma kapasitansı burada ihmal edilmiştir).



Şimdi rezistif yük bağlantısını kaldırınız ve $L_4=1,27H$ için ölçümü tekrarlayınız.

$U_1(V)$	$I_1(A)$	$P_1(W)$	$Q_1(Var)$	$U_2(V)$	$I_2(A)$	$\cos \varphi_2$

Sorular ve Cevapları

- 1- Hattın omik-endüktif veya saf endüktif yüklenmesi durumunda elde ettiğiniz ölçüm değerlerini karşılaştırmız.
- 2- Deneyde kullanılan malzemelerin teknik resimdeki sembollerini kullanarak deney bağlantı şemasını çiziniz.
- 3- Omik- endüktif yüklü ve saf endüktif yüklü iletim hattının vektör diyagramlarını çiziniz.

Not: Teorik bilgi ekleyerek, soruları A4 kağıdına cevaplayınız.

Deney No : 5

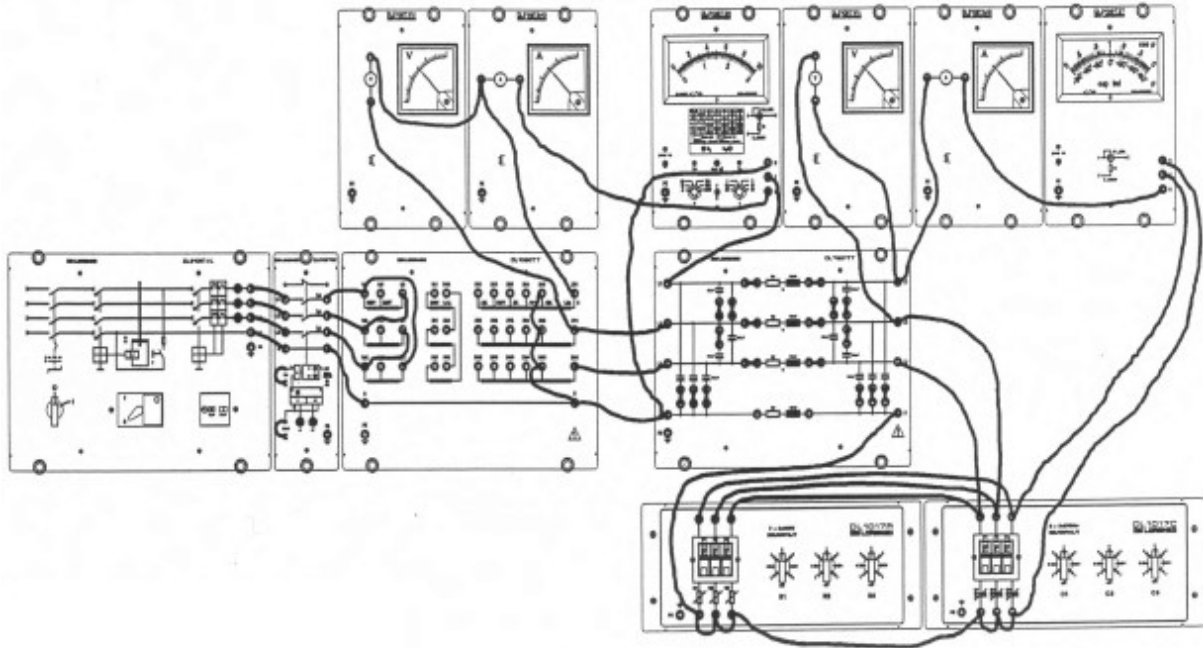
Deneyin Adı : Omik- Kapasitif Yük

Amaçlar : Omik-kapasitif ve saf kapasitif yüklü iletim hattının akım ve gerilim oranlarını ölçmek ve yorumlamak

Malzemeler :

- * 1 DL 2108TAL Üç fazlı kaynak ünitesi
- * 1 DL 2108T02 Güç devre kesicisi
- * 1 DL 1080TT Üç fazlı transformatör
- * 1 DL 7901TT Havai hat modeli
- * 1 DL 1017R Omik yük
- * 1 DL 1017C Kapasitif yük
- * 1 DL 2109T26 Wattmetre
- * 1 DL 2109T27 Cos φ metre
- * 2 DL 2109T2A5 Ampermetre (2.5A)
- * 2 DL 2109T1PV Voltmetre (600V)

Deneyin Bağlantı Şeması



İşlem Basamakları:

- 1- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 2- Üç fazlı transformatörün primer tarafını 380V üçgen bağlayınız ve sekonder tarafın köprüleme fişini kullanarak yıldız U_N -%15 kademesine alınız.
- 3- Havai hat modeli üzerindeki kapasitansları bağlayan tüm köprüleri yerleştiriniz.
- 4- Hat sonuna üç fazlı dengeli omik-kapasitif yükü bağlayınız, yükü R_1 değerine ayarlayınız ve kapasitif yükün $C_1=2\mu F$ değeriyle başlayınız.
- 5- R_1 değerinden başlayarak kademe kademe sırasıyla R_2 , R_3 ve R_4 değerlerini ayarlayınız.
- 6- Her kademe için hat başı gerilimi U_1 , hat başı akımı I_1 , hat başı aktif gücü P_1 ve hat başı reaktif gücü Q_1 , hat sonu gerilimi U_2 , hat sonu akımı I_2 ve hat sonu güç katsayısı $\cos \varphi_2$ ölçüp sonuçları tabloya giriniz.

Kapasitif yük: $C_1=2\mu F$.

R	$U_1(V)$	$I_1(A)$	$P_1(W)$	$Q_1(Var)$	$U_2(V)$	$I_2(A)$	$\cos \varphi_2$
R_1							
R_2							

R ₃							
R ₄							

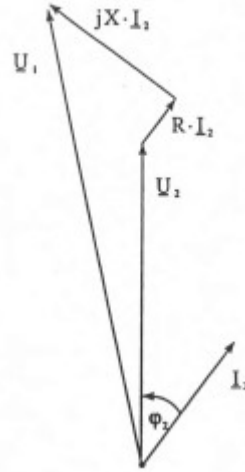
Kapasitif yük: $C_2=3 \mu\text{F}$.

R	U ₁ (V)	I ₁ (A)	P ₁ (W)	Q ₁ (Var)	U ₂ (V)	I ₂ (A)	cos φ_2
R ₁							
R ₂							
R ₃							
R ₄							

Kapasitif yük: $C_3=5 \mu\text{F}$.

R	U ₁ (V)	I ₁ (A)	P ₁ (W)	Q ₁ (Var)	U ₂ (V)	I ₂ (A)	Cos φ_2
R ₁							
R ₂							
R ₃							
R ₄							

0,8 güç faktörlü omik-kapasitif yük durumu için akım-gerilim vektör diyagramı aşağıdaki şekilde gösterilir (İletim hattın çalışma kapasitansı burada ihmal edilmiştir).



Şimdi omik yük bağlantısını kaldırmız ve $C_3=5\mu\text{F}$ için ölçümü tekrarlayınız.

U ₁ (V)	I ₁ (A)	P ₁ (W)	Q ₁ (Var)	U ₂ (V)	I ₂ (A)	cos φ_2

Sorular ve Cevapları

- 1- Hattın omik-kapasitif veya saf kapasitif yüklenmesi durumunda elde ettiğiniz ölçüm değerlerini karşılaştırınız.
- 2- Deneyde kullanılan malzemelerin teknik resimdeki sembollerini kullanarak deney bağlantı şemasını çiziniz.
- 3- Omik- kapasitif yüklü ve saf kapasitif yüklü iletim hattının vektör diyagramlarını çiziniz.

Not: Teorik bilgi ekleyerek, soruları A4 kağıdına cevaplayınız.

Deney No : 6

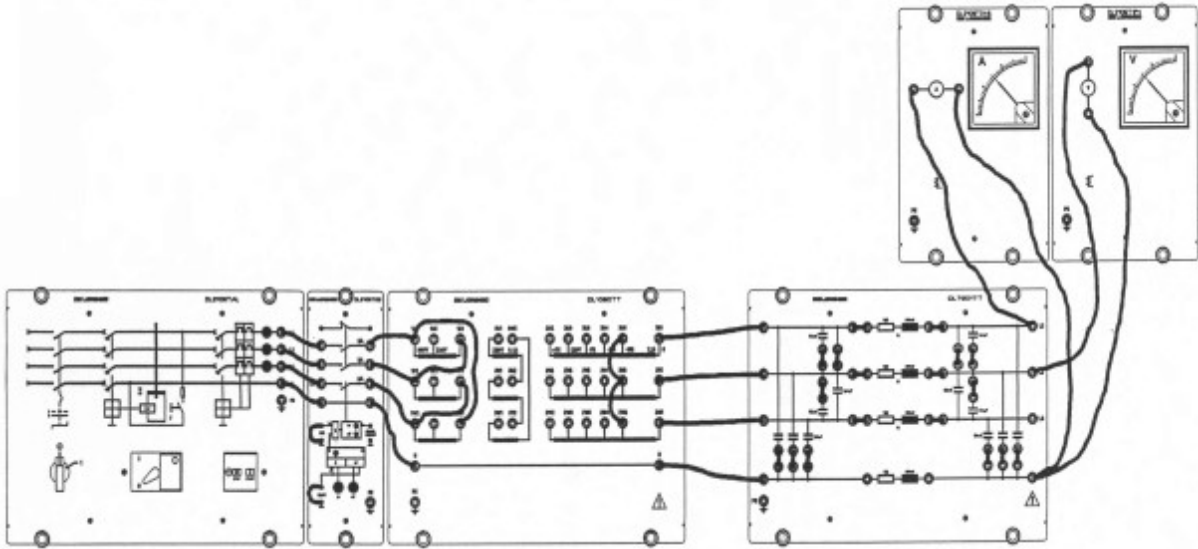
Deneyin Adı: Yalıtılmış Nötr Noktalı Sistem: Toprak Arızası

Amaçlar : - Toprak arızası durumunda yalıtılmış nötr noktası bağlantılı bir iletim hattının performansını incelemek
-Toprak arızası akımının ve sağlıklı hatların gerilim artışının ölçümünü gerçekleştirmek

Malzemeler:

* 1 DL 2108TAL	Üç fazlı kaynak ünitesi
* 1 DL 2108T02	Güç devre kesicisi
* 1 DL 1080TT	Üç fazlı transformatör
* 1 DL 7901TT	Havai hat modeli
* 1 DL 2109T2A5	Ampermetre (2.5A)
* 1 DL 2109T1PV	Voltmetre (600V)

Deneyin Bağlantı Şeması



İşlem Basamakları:

- 1- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 2- Üç fazlı transformatörün primer tarafını 380V üçgen bağlayınız ve sekonder tarafı köprüleri kullanarak yıldız U_N -%15 kademesine alınız. Yıldız nötr noktasını nötr iletkenine bağlamayınız.
- 3- Havai hat modeline kapasitansları bağlayan tüm köprüleri yerleştiriniz.
- 4- Kaynak gerilimini $U_N=380V$ 'a ayarlayınız.
- 5- Hem toprak arızası akımı I_E 'yi hem de sağlam fazların L_2 ve L_3 'ün toprağa göre gerilimlerini ölçünüz.

$$I_E = \dots\dots A \quad U_2 = \dots\dots V \quad U_3 = \dots\dots V$$

- 6- Ölçülen toprak-arızası akımını teoriye göre beklenen değerle karşılaştırınız:

$$I_E = \sqrt{3} \cdot w \cdot C_E \cdot U = \dots\dots A \quad U \text{ normal çalışma süresince arıza yerindeki gerilimdir.}$$

Sorular ve Cevapları

- 1- Yalıtılmış nötr noktalı bir sistemde faz toprak kısa devresi olması durumunda sağlam faz gerilimlerinde ne gibi değişme meydana gelir.
- 2- Deneyde kullanılan malzemelerin teknik resimdeki sembollerini kullanarak deney bağlantı şemasını çiziniz.

Not: Teorik bilgi ekleyerek, soruları A4 kağıdına cevaplayınız.

Deney No : 7

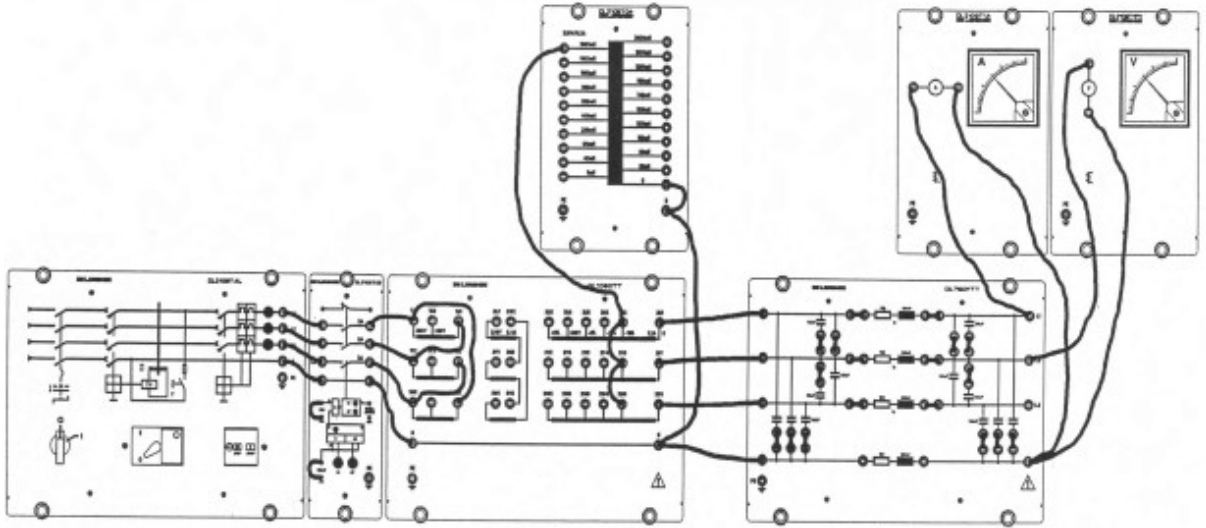
Deneyin Adı: Petersen Bastırma Bobini

Amaçlar : - Havai hat modeli için toprak arızası nötrleyicisinin endüktansını belirlemek
- Arızalı iletim hattının performansının incelenmesi ve deney 6'da yalıtılmış nötr noktalı sistemle toprak arızası süresince belirlenen akım değerleriyle karşılaştırmak

Malzemeler :

- | | |
|-----------------|-----------------------------------|
| * 1 DL 2108TAL | Üç fazlı kaynak ünitesi |
| * 1 DL 2108T02 | Güç devresi kesicisi |
| * 1 DL 1080TT | Üç fazlı transformatör |
| * 1 DL 2108T04 | Petersen bobini |
| * 1 DL 7901TT | Havai hat modeli |
| * 1 DL 2109T1A | Döner demirli ampermetre (1000mA) |
| * 1 DL 2109T1PV | Döner demirli voltmetre (600V) |

Deneyin Bağlantı Şeması



İşlem Basamakları:

- 1- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz
- 2- Üç fazlı transformatörün primer tarafını 380V üçgen bağlayınız ve sekonder tarafı köprüleri kullanarak yıldız U_N -%15 kademesine alınız. Yıldız nötr noktasını nötr iletkenine Petersen bobini yoluyla bağlayınız.
- 3-Havai hat modeline kapasitansları bağlayan tüm köprüleri yerleştiriniz.
- 4-Kaynak gerilimini $U_N=380V$ 'a ayarlayınız.
- 5- Kompanzasyon bobini için gerekli endüktansı belirlemek için, kullanılan endüktansın bir fonksiyonu olarak toprak-arızası artık akımını tabloda listelenen değerler için ölçünüz .

L(mH)	2000	1800	1600	1400	1250	1100	740
I_E (mA)							

6- Minimum toprak arızası artık akımının Petersen bobinin hangi kademesinde olduğunu belirleyiniz.

7- Bobinin endüktansını aşağıdaki formülü kullanarak hesaplayınız.($f=50$ Hz)

$$L_p = \frac{1}{3(2\pi 50)^2 \cdot 2.10^{-6}} = 1,69H$$

8-Havai hat modeline ayarlanan kompanzasyon bobini kullanılırken arıza yerinde sağlıklı iki hattın toprağa göre gerilimlerini ölçünüz.

$$U_2 = \dots V$$

$$U_3 = \dots V$$

Sorular ve Cevapları

- 1- Deneyde kullanılan malzemelerin teknik resimdeki sembollerini kullanarak deney bağlantı şemasını çiziniz.
- 2- Petersan bobinini kullanım amacını açıklayınız.
- 3- Toprak-arızası artık akımının eğrisini çiziniz.
- 4- Ölçüm sonuçları ile hesapladığınız sonuçları karşılaştırınız.

Not: Teorik bilgi ekleyerek, soruları A4 kağıdına cevaplayınız.

Deney No : 8

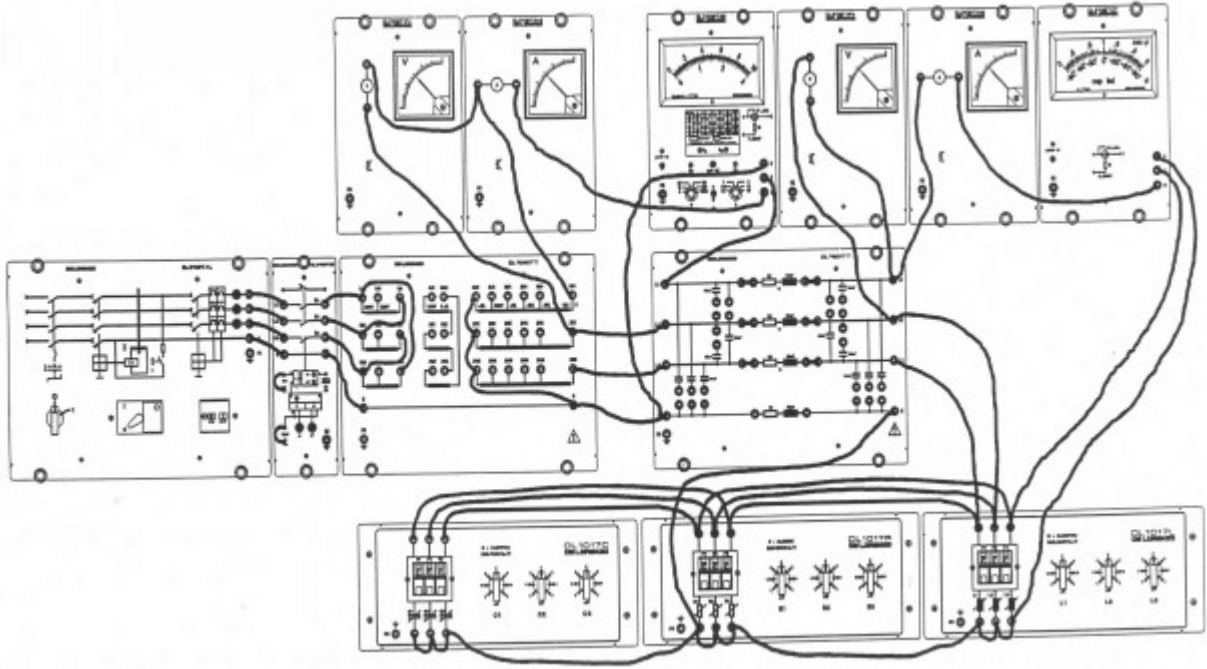
Deneyin Adı: Paralel Kompanzasyon

Amaçlar : Hattın iletim kayıplarında ve yükte gerilim kararlılığında paralel kompanzasyonun etkisini incelemek

Malzemeler :

* 1 DL 2108TAL	Üç fazlı güç kaynağı ünitesi
* 1 DL 2108T02	Güç devre kesicisi
* 1 DL 1080TT	Üç fazlı transformatör
* 1 DL 7901TT	Havai hat modeli
* 1 DL 1017R	Omik yük
* 1 DL 1017L	Endüktif yük
* 1 DL 1017C	Kapasitif yük
* 1 DL 2109T26	Wattmetre
* 1 DL 2109T27	Cos φ metre
* 3 DL 2109T2A5	Ampermetre (2,5A)
* 1 DL 2109T1PV	Voltmetre (600V)

Deneyin Bağlantı Şeması



Deney 9: Paralel kompanzasyon

İşlem basamakları:

- 1- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz
 - 2- Omik-endüktif yükün endüktif bileşeni paralel bağlı kapasitans kullanılarak kompanze ediniz.
 - 3- Paralel kompanzasyonun belli özelliklerini göstermek için, kapasitanssız hattı inceleyiniz.
 - 4- Havai hat modelinde C_E ve C_L kapasitanslarını bağlayan tüm köprüleri kaldırınız.
 - 5- Üç fazlı transformatörün primer tarafını 380V üçgen bağlayınız ve sekonder tarafı köprüleri kullanarak yıldız $U_N+5\%$ kademesine alınız.
 - 6- Kaynak gerilimini $U_N=380V$ 'a ayarlayınız.
 - 7- Endüktif yükü $L_2=3,19H$ değerini ayarlayınız, endüktansı tamamen kompanze etmek için tam olarak $3,2\mu F$ kapasitans gerekebilir ($w.C.L=1$).
- $C_2=3 \mu F$ kapasitans yük bağlayınız ve yük rezistansının çeşitli ayarları için U_1, I_1, P_1 ve Q_1 'i U_2, I_2 ve $\cos \varphi_2$ 'yi ölçünüz ve sonuçları tabloya giriniz
- Endüktif yük $L_2=3,19H$ kompanzasyon kapasitansı $C_2=3 \mu F$

R	U ₁ (V)	I ₁ (A)	P ₁ (W)	Q ₁ (Var)	U ₂ (V)	I ₂ (A)	cos φ ₂
R ₁							
R ₂							
R ₃							
R ₄							

8- Farklı endüktif yükler ve kompanzasyon kapasitansları için yukarıdaki ölçümleri tekrarlayınız.

Endüktif yük L₄=1,27H kompanzasyon kapasitansı C₄=8 μF

R	U ₁ (V)	I ₁ (A)	P ₁ (W)	Q ₁ (Var)	U ₂ (V)	I ₂ (A)	cos φ ₂
R ₁							
R ₂							
R ₃							
R ₄							

Endüktif yük L₅=0,9H kompanzasyon kapasitansı C₅=10 μF

R	U ₁ (V)	I ₁ (A)	P ₁ (W)	Q ₁ (Var)	U ₂ (V)	I ₂ (A)	cos φ ₂
R ₁							
R ₂							
R ₃							
R ₄							

Aşağıdaki deneyde yükün güç katsayısı belli bir değere kompanzasyonla düzeltilir.

Endüktif yük L₅=0,9H ve rezistif yük R₃=435Ω ile deney 4'ün (omik-endüktif yük) ölçüm sonuçlarından bu yük durumunda yaklaşık 0,5 cos φ₂ değeri meydana geldiğini biliyoruz.

Endüktif yükü L₅'e ve omik yükü R₃'e ayarlayınız.

9- Güç katsayısını yaklaşık 0,9'a düzeltmek için gereken kapasitans değerini belirlemek için güç cos φ 0.9 okunana kadar yük kapasitans değerlerini adım adım değiştiriniz. U₁, I₁, P₁, Q₁, U₂, I₂, cos φ₂'yi ölçünüz.

Kompanzasyon kapasitansı: 8 μF

U₁=....V I₁=.....A P₁=....W Q₁=.....Var U₂=.....V I₂=.....A cos φ₂=.....

Sorular ve Cevaplar

1- Deney 4'teki ölçüm sonuçlarıyla bu deneydekileri karşılaştırınız.

2-Deneyde kullanılan malzemelerin teknik resimdeki sembollerini kullanarak deney bağlantı şemasını çiziniz.

Not: Teorik bilgi ekleyerek, soruları A4 kağıdına cevaplayınız.

Deney No : 9

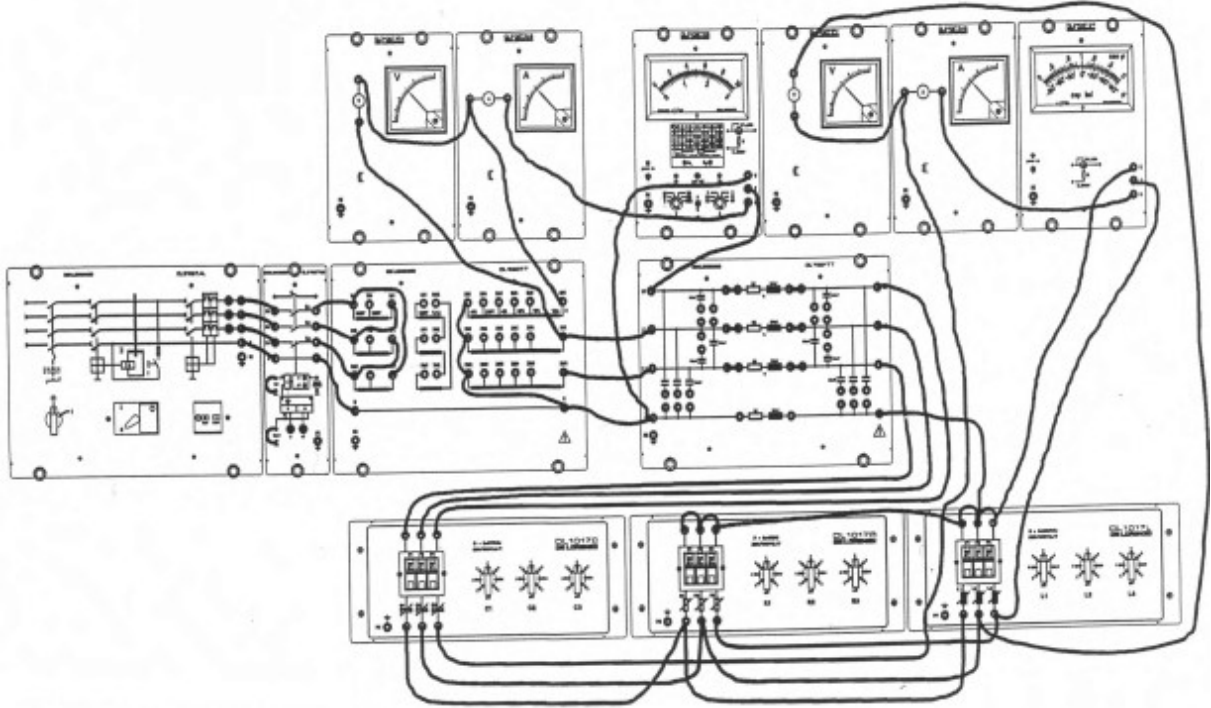
Deneyin Adı: Seri Kompanzasyon

Amaçlar : Yükte gerilim kararlılığında seri kompanzasyonun etkilerini incelemek

Malzemeler :

* 1 DL 2108TAL	Üç fazlı güç kaynağı ünitesi
* 1 DL 2108T02	Güç devre kesicisi
* 1 DL 1080TT	Üç fazlı transformatör
* 1 DL 7901TT	Havai hat modeli
* 1 DL 1017R	Omik yük
* 1 DL 1017L	Endüktif yük
* 1 DL 1017C	Kapasitif yük
* 1 DL 2109T26	Wattmetre
* 1 DL 2109T27	Cos ϕ metre
* 2 DL 2109T2A5	Ampermetre (2,5A)
* 2 DL 2109T1PV	Voltmetre (600V)

Deneyin Bağlantı Şeması



Deney 10: Seri kompanzasyon

İşlem Basamakları:

- 1- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz
- 2- Hattın endüktif bileşenini seri bağlı kapasitans kullanılarak kompanze ediniz.
- 3- Hattın üzerindeki kapasitansları iptal ediniz.
- 4- Havai hat modelinde C_E ve C_L kapasitanslarını bağlayan tüm köprüleri çıkarınız.
- 5- Üç fazlı transformatörün primer tarafını 380V üçgen bağlayınız ve sekonder tarafı köprüleri kullanarak yıldız $U_N + \%5$ kademesine alınız.
- 6- $\text{Cos } \phi_2$ yaklaşık 0,8 ile yükler 360 km uzaklıktayken havai hat modeli için gereken kompanzasyon kapasitansını hesaplayınız.
Her hat iletkenine seri bireysel kapasitanslar $C_7 = 18 \mu\text{F}$ bağlanması ile seri kapasitansı $18 \mu\text{F}$ 'a ayarlayınız.
- 7- Kaynak gerilimini $U_N = 380\text{V}$ 'a ayarlayınız.

8- Tek $\cos \varphi_2$ sürdürmek için, aşağıdaki tabloda ayrı ayrı verilen değerleri sırasıyla omik ve endüktif değerleri ayarlayınız ve her kademe için hat başı gerilimi U_1 , akımı I_1 , aktif gücü P_1 ve reaktif gücü Q_1 'i ve hat sonu gerilimi U_2 , akımı I_2 'yi ölçünüz.

L	R	$U_1(V)$	$I_1(A)$	$P_1(W)$	$Q_1(Var)$	$U_2(V)$	$I_2(A)$
L_4	R_4						
L_5	R_5						

Sorular ve Cevaplar

- 1- Deneyde kullanılan malzemelerin teknik resimdeki sembollerini kullanarak deney bağlantı şemasını çiziniz.
- 2- Hattın iki ucunda ölçülen gerilimlerle aynı L ve R yükleri için seri kompanzasyonsuz ölçülenleri (deney 4) karşılaştırınız.
- 3- Seri kompanzasyon ile paralel kompanzasyon arasındaki farkları açıklayınız.

Not: Teorik bilgi ekleyerek, soruları A4 kağıdına cevaplayınız.

Deney No : 10

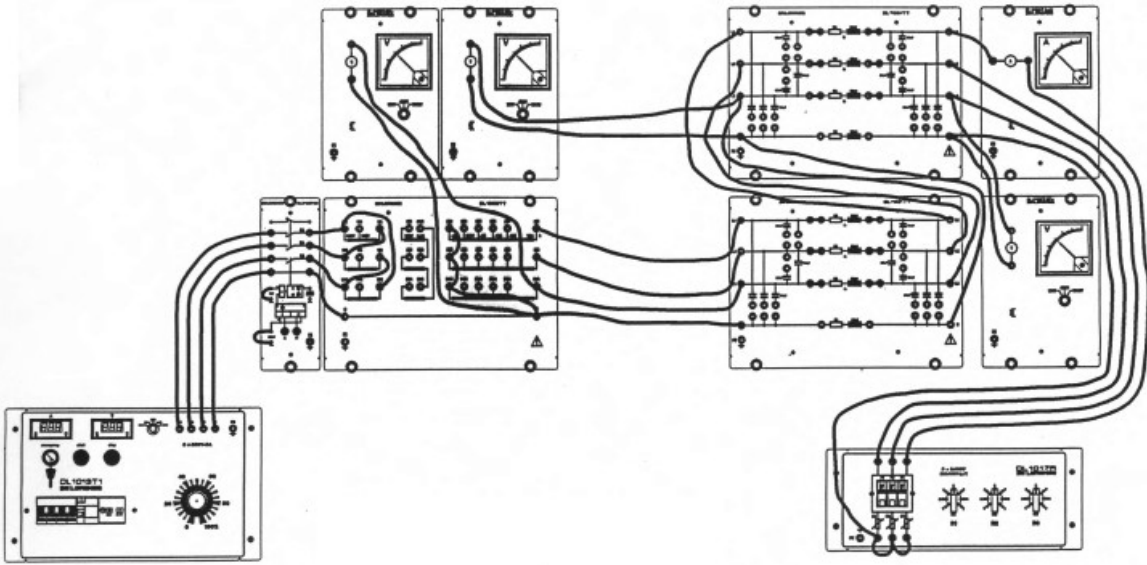
Deneyin Adı: İki Hattın Seri Bağlanması

Amaçlar : - İki hattın seri bağlantısında gerilim dağıtımını ölçmek
- Çalışan kapasitansların gerilimler ve akımlar üzerindeki etkisini incelemek

Malzemeler :

- * 2 DL 7901TT Havai hat modeli
- * 1 DL 1013T1 Üç fazlı güç kaynağı
- * 1 DL 1017R Omik Yük
- * 1 DL 1080TT Üç fazlı trafo
- * 1 DL 2108T02 Güç devresi durdurucusu
- * 3 DL 2109T2A5 Ampermetre (2,5 A)
- * 3 DL 2109T3PV Voltmetre (125 – 250 – 500 V)

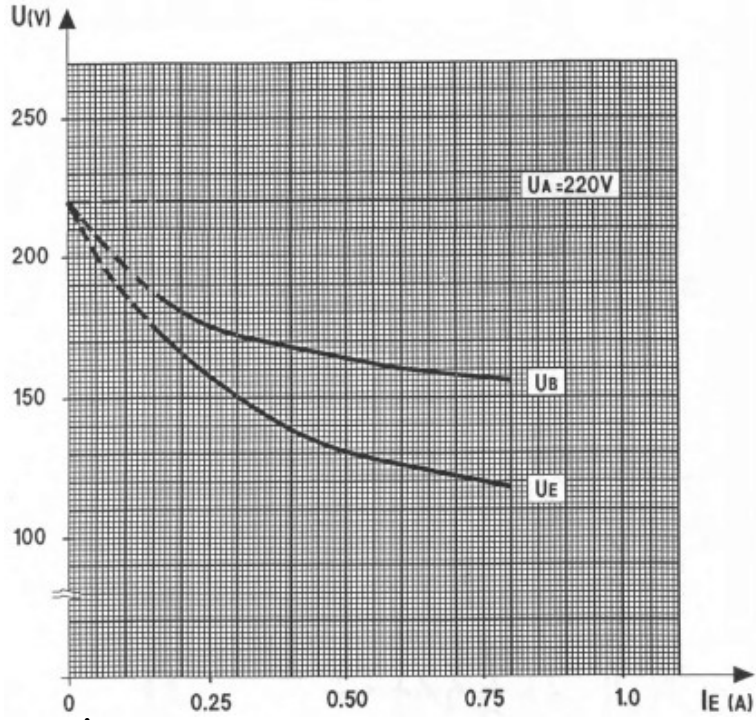
Deney 1.1 Seri Bağlı İki Hat



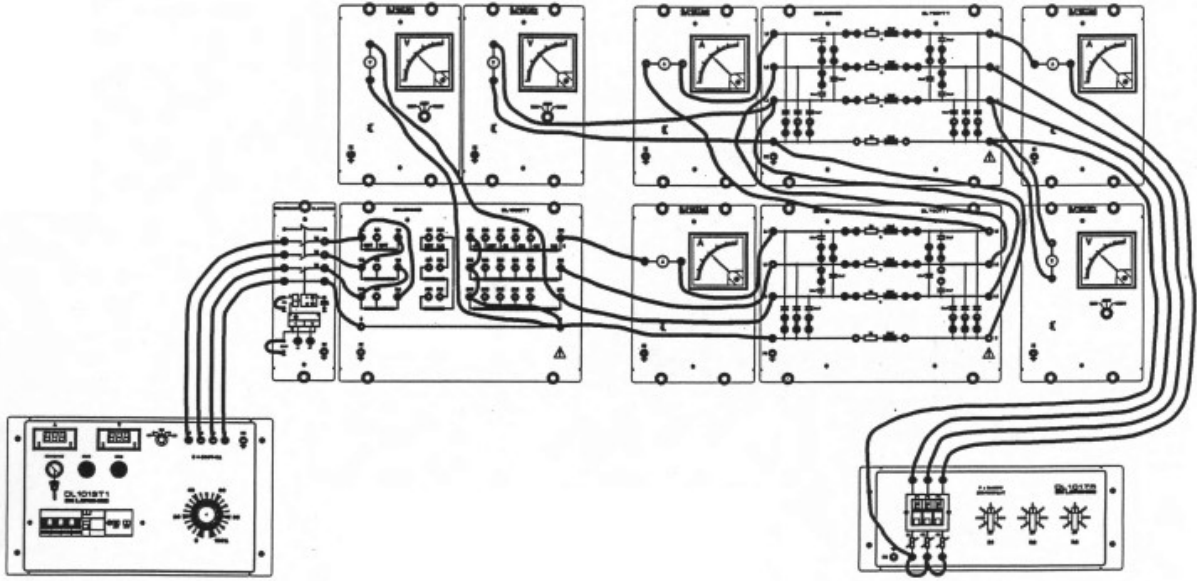
İşlem Basamakları:

1. Devreyi deney bağlantı şekline göre kurunuz
2. Üçgen bağlı 3 fazlı trafonun primer tarafını 380V ayarlayın ve sekonder tarafı yıldız bağlayıp $U_N + \%5$ kademesine alınınız.
3. Her iki hat modelinde kapasitansları bağlayan köprülerin hepsini kaldırın.
4. Üç fazlı dengeli yükü hat 2'nin sonuna bağlayınız. Yük değerini R_1 'e ayarlayınız.
5. Kaynak gerilimini nominal gerilim değeri olan $U_N = 380$ V (faz – nötr arası 220 V) değerini sağlamak için hat 1'in başında ayarlayın. Bu değer tüm ölçümlerde sabit tutulmalıdır.
6. R_1 'den R_6 'ya doğru adım adım yük miktarını arttırınız. Her adım için şu nicelikleri ölçünüz:
Hat 2 başındaki U_B değeri, yükteki U_E gerilimi, yük akımı I_E , iki hattan geçen akımları aşağıdaki tabloya yazınız:

U_A	R	U_B	U_E	I_E
220	R1			
220	R2			
220	R3			
220	R4			
220	R5			
220	R6			



Deney 1.2 : Seri Bağlı İki Hat

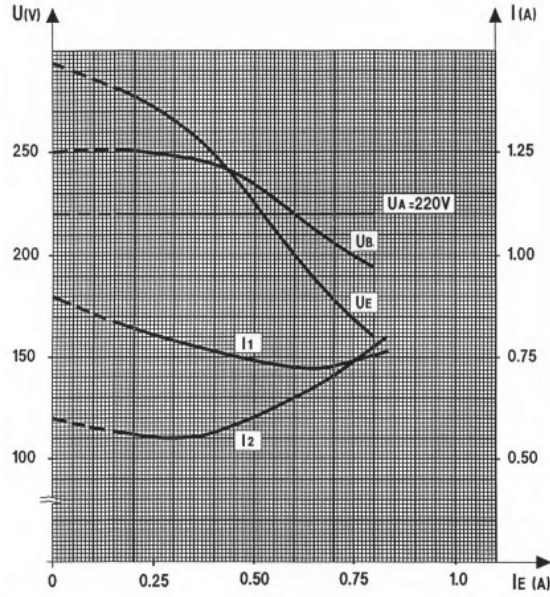


İşlem basamakları:

1. Devreyi deney bağlantı şekline göre kurunuz.
2. Üçgen bağlı 3 fazlı trafonun birincil tarafını 380 V ayarlayın ve ikincil tarafı yıldız bağlayıp $U_N + \%5$ kademesine alınız.
3. Kapasitanslara bağlanan bütün köprüleri her iki hat modeline bağlayınız.
4. Üç fazlı dengeli direnç yükünü hat 2'nin sonuna bağlayınız. Yük direncinin değerini R_1 kademesine ayarlayınız.
5. Hat 1'in başında $U_N = 380$ V nominal gerilimi sağlamak için kaynak gerilimini ayarlayınız. Bu değer tüm ölçümlerde sabit kalacaktır.
6. R_1 'den başlayarak yükü R_5 kademesine kadar adım adım arttırın. Her adım için aşağıdaki nicelikleri ölçünüz:
Hat 1 başındaki I_1 akımı, U_B gerilimi, hat 2 başındaki I_2 akımı, yükteki U_E ve I_E değerleri

Ölçtüğünüz değerleri aşağıdaki tabloya kaydediniz.

\underline{U}_A	R	I_1	\underline{U}_B	I_2	\underline{U}_E	\underline{I}_E
220	R1					
220	R2					
220	R3					
220	R4					
220	R5					



Sorular ve Cevaplar

1-Deneyde kullanılan malzemelerin teknik resimdeki sembollerini kullanarak deney bağlantı şemasını çiziniz.

2-Yük akımı ile gerilim arasındaki değişimin grafiğini çiziniz.

3- Hatların seri bağlanmasının amacı nedir?

4- Hattın üzerindeki kapasitanslar devredeyken veya devre dışıyken ne gibi değişiklikler meydana gelir?

5- Uyarım akımı ile, hat başı ve hat sonu gerilimi ile, uyarım gerilimi ve hat başı hat sonu akımlarıyla ilgili eğrileri çiziniz.

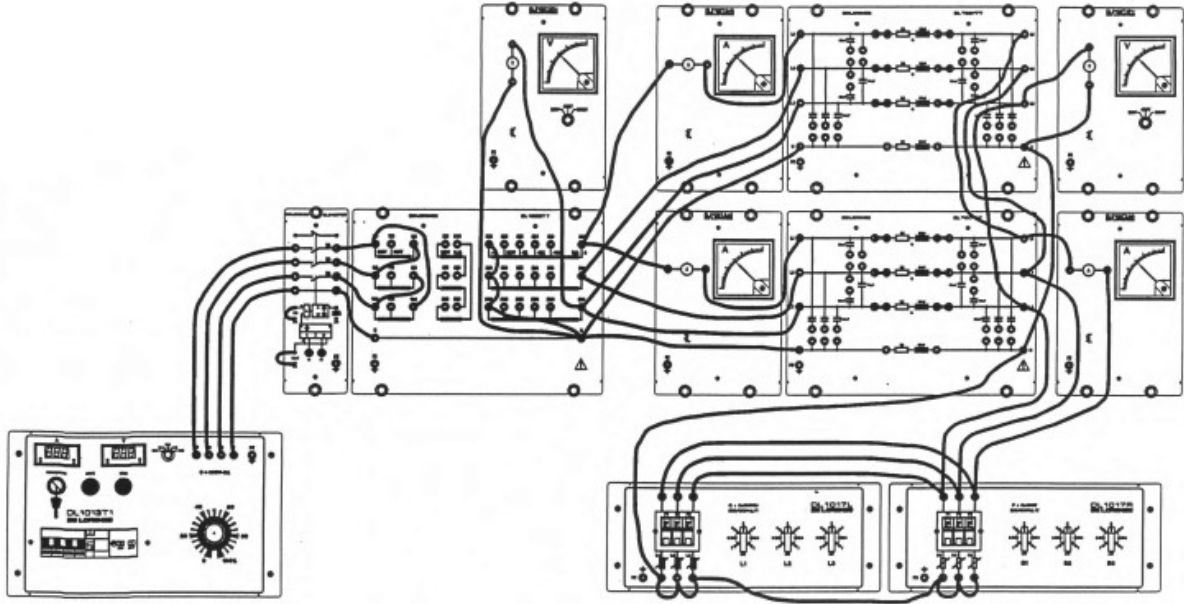
Not: Teorik bilgi ekleyerek, soruları A4 kağıdına cevaplayınız.

Deney No : 11

Deneyin Adı : İki Hattın Paralel Bağlanması

Amaçlar : - İki hattın paralel bağlantısında akım dağılımını ölçmek
- Kapasitansın gerilimler ve akımlar üzerindeki etkilerini araştırmak

Deney 2.1: İki Hattın Paralel Bağlanması



İşlem basamakları:

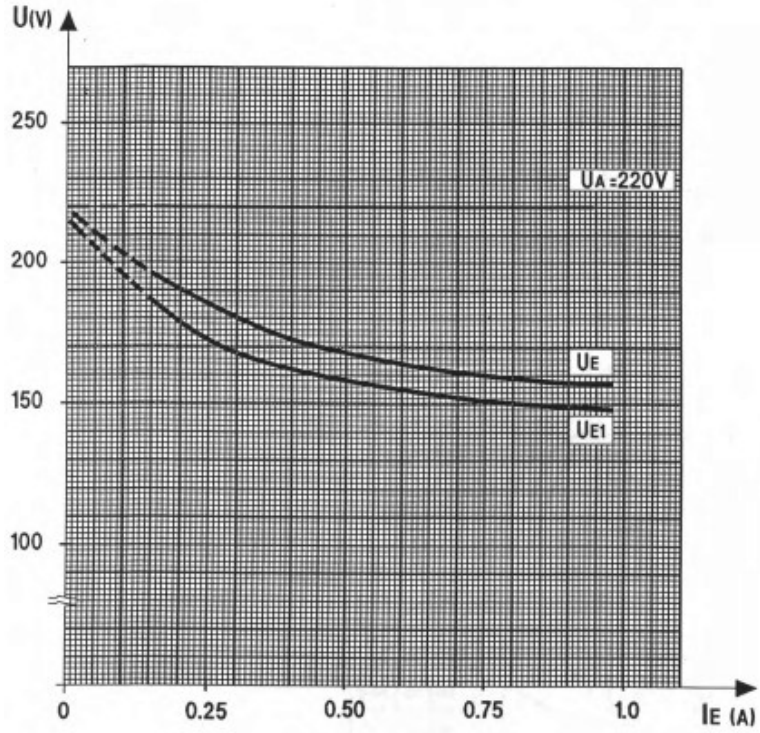
1. Devreyi deney bağlantı şekline göre kurunuz
2. Üçgen bağlı 3 fazlı trafonun birincil tarafını 380 V ayarlayın ve ikincil tarafı yıldız bağlayıp $U_N + \%5$ kademesine alınız.
3. İki hat modelindeki bütün köprüleri kaldırınız.
4. Üç fazlı dengeli omik - endüktif yükü paralel bağlı hatların sonuna bağlayınız. Yük direnç değerini R_1 ve endüktans değerini L_1 kademesine ayarlayınız.
5. Hat 1'in başında $U_N = 380$ V nominal gerilimi sağlamak için kaynak gerilimini ayarlayınız. Bu değer tüm ölçümlerde sabit kalacaktır.
6. $R_1 - L_1$ değerlerinden başlayarak yükü belirtilen değerlere adım adım değiştiriniz.
7. Her adım için hat 1 başındaki I_1 akımını hat 2 başındaki I_2 akımını yükteki I_E akımını ve U_E gerilimini ölçünüz ve tabloya giriniz.

U_A	R - L	I_1	I_2	I_E	U_E
220	R1 - L1				
220	R2 - L2				
220	R3 - L3				
220	R4 - L4				
220	R5 - L5				

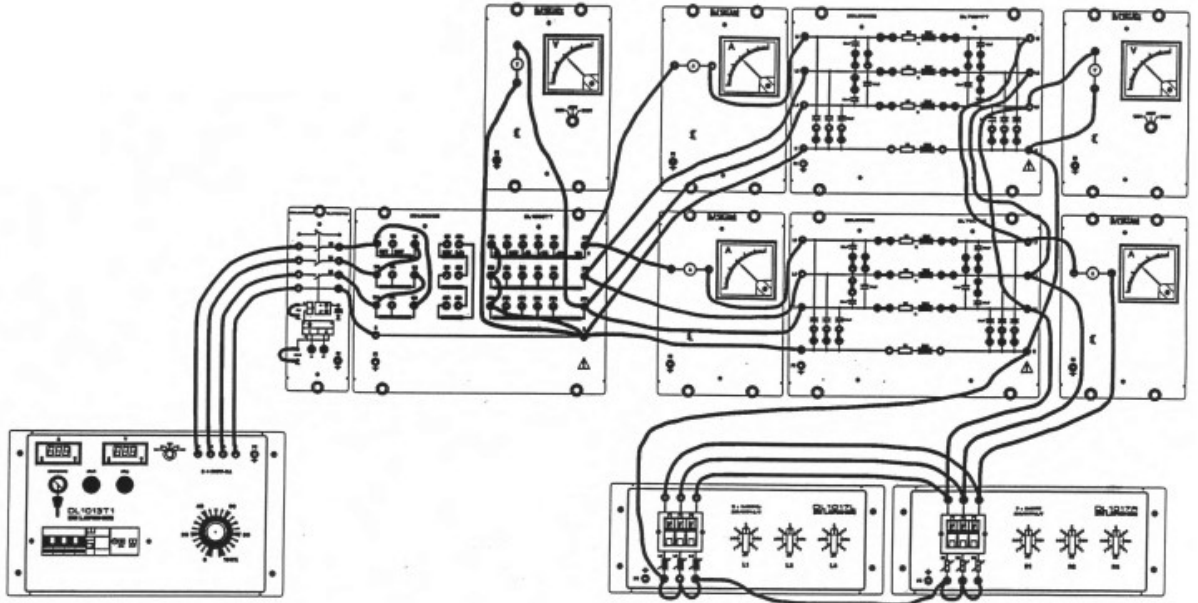
8. Hatlardan birini geçici olarak ayırınız ve ölçümleri tekrarlayınız.

U_A	R - L	I_1	I_2	I_E	U_E
-------	-------	-------	-------	-------	-------

220	R1 – L1			
220	R2 – L2			
220	R3 – L3			
220	R4 – L4			
220	R5 – L5			



Deney 2.2 : Paralel bağı İki Hat

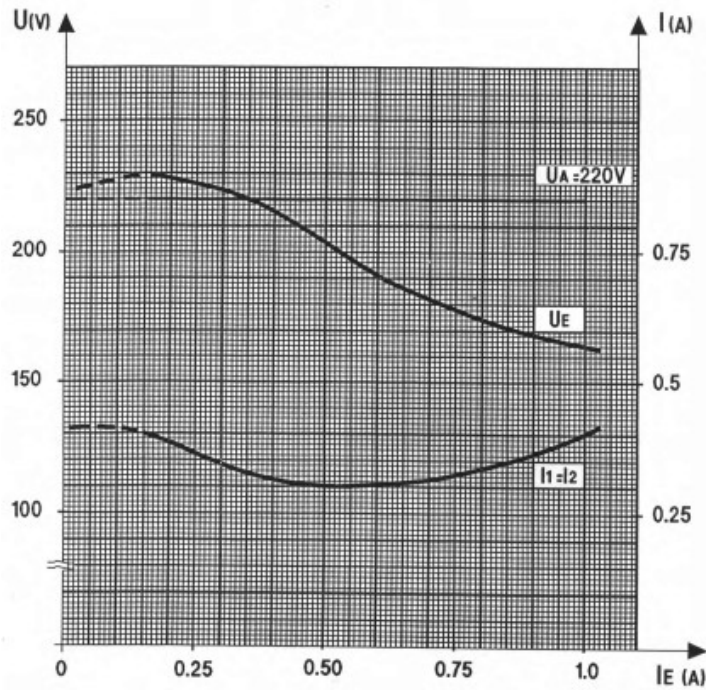


İşlem basamakları:

1. Devreyi deney bağlantı şekline göre kurunuz
2. Üçgen bağı 3 fazlı trafonun birincil tarafını 380 V ayarlayın ve ikincil tarafı yıldız bağlayıp $U_N + \%5$ kademesine alınız.
3. İki hat modeline de bütün köprüleri takarak kapasitansları bağlayınız.
4. Üç fazlı dengeli omik - endüktif yükü paralel bağı hatların sonuna bağlayınız. Yük direnç değerini R_1 ve endüktans değerini L_1 kademesine ayarlayınız.

5. Paralel bağılı hatların başında nominal $U_N = 380 \text{ V}$ (faz – nötr arası 220 V) gerilimi sağlamak için kaynak gerilimini ayarlayınız. Bu değer tüm ölçümlerde sabit kalacaktır.
6. $R_1 - L_1$ değerlerinden başlayarak yükleri belirtilen değerlere adım adım ayarlayınız.
7. Her adımda hat 1 başındaki I_1 akımını, hat 2 başındaki I_2 akımını, yük üzerindeki I_E akımını ve U_E gerilimini ölçüp aşağıdaki tabloya değerleri kaydediniz.

U_A	R – L	I_1	I_2	I_E	U_E
220	R1 – L1				
220	R2 – L2				
220	R3 – L3				
220	R4 – L4				
220	R5 – L5				



Sorular ve Cevaplar

1-Deneyde kullanılan malzemelerin teknik resimdeki sembollerini kullanarak deney bağlantı şemasını çiziniz.

2-Yük geriliminin yük akımına göre değişimini iki durum için çiziniz.

3- İletim hatlarının paralel bağlanmasının amacı nedir?

4-Yük geriliminde hat başı akımlarının değişimine göre grafiği çiziniz.

Not: Teorik bilgi ekleyerek, soruları A4 kağıdına cevaplayınız.