



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**GÜÇ DAĞITIM SİSTEMLERİ LABORATUVARI
UYGULAMA KILAVUZU**

2024-2025 BAHAR DÖNEMİ

GÜÇ DAĞITIM SİSTEMLERİ LABORATUVARI

2024-2025 BAHAR DÖNEMİ

AÇIKLAMA

2024-2025 Bahar Döneminde Güç Dağıtım Sistemleri dersi kapsamında laboratuvar çalışmalarında toplam 3 farklı deney yapılacaktır. Deneylerin isimleri ve sorumlu kişilerin bilgileri aşağıdaki gibidir:

Deney No	Deney Adı	Deney Sorumlusu
D1	Üç Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon	Araş. Gör. İbrahim ARSLANOĞLU
D2	Yüksek Gerilim İletim Hattı Modeli	Araş. Gör. Büşra ÖZGENÇ
D3	Reaktif Güç Kompanzasyonu	Prof. Dr. Emre ÖZKOP

Öğrenci grupları ve bu grupların deney uygulama tarih ve saatleri, "Güç Dağıtım Sistemleri Dersi Laboratuvar Grupları" ve "Dağıtım Sistemleri Dersi Laboratuvar Uygulama Takvimi" başlıklarında belirtilmiştir.

Üniversitemizin Ön lisans ve Lisans Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ders içi laboratuvar uygulamasına ilişkin ilgili maddesi dikkatinize sunulmuştur:

MADDE 16 – (2) Bir dersin yarıyıl sonu sınavına girebilmek için, o derse kayıtlı olmak ve ilk defa alınan derslerin en az %70'ine, uygulama ve/veya laboratuvarların en az %80'ine ve öğretim elemanının gerekli gördüğü ve önceden öğrencilere duyurduğu diğer akademik çalışmalara katılmak zorunludur. Bu şartları yerine getiremeyen öğrenci yarıyıl sonu sınavına alınmaz. Bu öğrenciye (D) devamsız harf notu verilir. Derslere devam durumu öğretim elemanı tarafından izlenir. Devamsızlıkları nedeniyle sınava girme hakkı kazanamayanların isimleri dersi veren öğretim elemanı tarafından en geç derslerin son bulunduğu tarihte öğrencilere duyurulur.

(3) Bir dersten yarıyıl sonu sınavına girme şartını bir kere yerine getiren öğrenciden, bu dersi daha sonraki yarı yıllarda tekrarlama durumunda, sadece teorik derslerden devam şartı aranmaz. Ancak, uygulama, laboratuvar ve derse bağlı diğer yarıyıl içi çalışmalara devam şartı aranır.

(4) Üniversite tarafından çeşitli akademik, sosyal, kültürel ve sportif faaliyetlere katılmak üzere görevlendirilen öğrencilerin görevlendirildikleri süreler, devam şartı dışında tutulur ve katılmadıkları ara sınavlardan mazeret sınav hakkı verilir. Sağlık raporu devamdan sayılmaz. Sadece ara sınav ve sınav şeklindeki yarıyıl içi çalışmalar için mazeret sınav hakkı verilmesinde kullanılır.

Bu laboratuvar uygulamasında izlenecek yöntem ve açıklamaları aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

- Laboratuvar çalışmaları, belirtilen takvim ve gruplara göre yürütülecektir.
- Öğrenciler, belirtilen uygulama takvimine göre deney başlangıç saatinden 10 dakika önce laboratuvarında hazır bulunmalıdır.
- Öğrenciler laboratuvara geldiklerinde öncelikle Güvenlik Kuralları Beyan Formunu doldurulmuş ve ıslak imzalı olarak teslim etmelidir. Bu formu teslim etmeyen öğrenciler laboratuvar uygulamasına katılamayacaktır.
- Her deney grubu, her deney için bir Deney Hazırlık Raporu teslim edecektir.

5. Her deney grubu, deneye ait en az bir Deney Föyü ve Deney Rapor Tutanağını deney süresince yanında bulundurmalıdır.
6. Gruptaki her öğrenci deneye aktif olarak katılmalı ve bağlantı ile ölçme işlemlerinde görev almalıdır. Bu aktif katılım, deney içi etkinlik performansı kapsamında değerlendirilir.
7. Her bir deney için her grup bir "Deney Sonu Raporu" hazırlayacaktır. Bu rapor, bir sonraki iş günü saat 17:00'a kadar deney sorumlusuna teslim edilmelidir.
8. Hazırlanacak tüm raporlar için kapak sayfası zorunludur.
9. Her deneyin not ağırlıkları aşağıdaki gibidir:

Deney Aşaması	Not Ağırlığı (%)
Hazırlık Raporu	25
Deney içi Etkinlik	50
Deney Sonu Raporu	25
Genel Toplam	100

İlgili Rapor Kapağı, Güvenlik Kuralları, Beyan Formu, Deney Föyü ve Rapor Tutanaqları bu dokümanda paylaşılmıştır.

GÜÇ DAĞITIM SİSTEMLERİ DERSİ LABORATUVAR UYGULAMA TAKVİMİ

Deney (D)			Saat	Tarih
1	2	3		
G1	G2	G3	13.00-14.00	21.04.2025
G3	G1	G2	14.00-15.00	
G2	G3	G1	15.00-16.00	
G4	G5	G6	16.00-17.00	
G6	G4	G5	08.00-09.00	22.04.2025
G5	G6	G4	09.00-10.00	
G7	G8	G9	10.00-11.00	
G9	G7	G8	11.00-12.00	
G8	G9	G7	13.00-14.00	
G10	G11	G12	14.00-15.00	28.04.2025
G12	G10	G11	13.00-14.00	
G11	G12	G10	14.00-15.00	
G13	G14	G15	15.00-16.00	
G15	G13	G14	16.00-17.00	29.04.2025
G14	G15	G13	17.00-18.00	
G16	G17	G18	08.00-09.00	
G18	G16	G17	09.00-10.00	
G17	G18	G16	10.00-11.00	
G19	G20	G21	11.00-12.00	
G21	G19	G20	13.00-14.00	29.04.2025
G20	G21	G19	14.00-15.00	

Güç Dağıtım Sistemleri Dersi Laboratuvar Grupları

Grup	S.N	Öğ. No	Adı	Soyadı
G1	1	105683	TOLGA	ÖRSELOĞLU
	2	294683	SEMİH	ÇETİN
	3	294750	MERT	IŞIK
	4	329952	KAYACAN	AYDOĞAN
G2	5	329954	ULAŞ	TANŞI
	6	329960	UĞUR	BİÇER
	7	329966	ERTUĞRUL ONAT	YÜNGÜL
	8	383080	DOĞU KAAN	KEMERKAYA
G3	9	394596	HALİT	KOSKA
	10	394662	MUHAMMED SAIT	BAYAT
	11	407166	NAİLCAN	AKSOY
	12	394676	SELİN	AKTAŞ
G4	13	407124	MERT	ASLANTÜRK
	14	407135	TOLGAHAN	AKÇELİK
	15	407136	TOLGAHAN	KALINTAŞ
	16	407142	FURKAN	ÇELİK
G5	17	407152	ALPER	TUNA
	18	394664	KADRİ CAN	ÜLKER
	19	407182	ALPARSLAN	EKİCİ
	20	407217	AYŞENUR	YÖNTEM
G6	21	412512	FAİK	KOÇ
	22	412683	ESRA	BİLGİN
	23	412713	RAFET ALP	YAYLI
	24	413013	MUHAMMED ENES	KONDU
G7	25	413525	MUSTAFA	BADOĞLU
	26	413734	ASLIHAN	ALAGÖZ
	27	414076	İRFAN KEREM	GÜMRÜKÇÜOĞLU
	28	414187	ALİ KAAN	BEKTAŞOĞLU
G8	29	414399	GÖKSU	USTA
	30	414533	HAMZA EMİR	ÜNSAL
	31	415322	AHMET OĞUZ	MERTOĞLU
	32	415762	YILMAZ	EKE
G9	33	416380	TAHA RAMAZAN	UYSAL
	34	416516	BERK	YÜCESAN
	35	416560	TUNAHAN	ŞEKERCİ
	36	425305	SİNEM	ÖZALP
G10	37	422420	İBRAHİM	SEZGİN
	38	422478	JAVIDAN	JAFAROV
	39	422482	BEREKET	GEBREMEDHİN
	40	423566	YİĞİT CAN	TOPLU
G11	41	425252	EMİRHAN	İMAMOĞLU
	42	425253	AYŞEGÜL	YILDIZ
	43	425254	HALİSE NİSA	AYGÜN
	44	425255	SEMA NUR	GÜMRÜKÇÜOĞLU

Grup	S.N	Öğ. No	Adı	Soyadı
G12	45	425259	SEÇKİN ARDA	HUT
	46	425264	FIRAT	SARIOĞLU
	47	425265	İREM İLAYDA	ORAN
	48	425266	OĞUZHAN	MURSALLI
G13	49	425270	YUSUF MERT	ÖZDEMİR
	50	425271	SERKAN	ÖZ
	51	425272	HALİL İBRAHİM	YAZ
	52	425274	NESİBE	KURU
G14	53	425276	RIZA ERAY	KÜÇÜK
	54	425278	ŞEVVAL	SÖYLEMEZ
	55	425285	NERGİS BERRA	SEZGİN
	56	425294	ÖZLEM	ÇELİK
G15	57	425301	EMİRKAĞAN	BOZKURT
	58	425302	ÖMER MURAT	YILDIZ
	59	425304	HÜSEYİN	DEMİRCİ
	60	416888	BERKE	AYDEMİR
G16	61	425306	ALİ	SAĞLAM
	62	425307	MUSTAFA ALİ	KARA
	63	425311	ZEYNEP	HACIHALİLOĞLU
	64	425314	ABDULKADİR	KARMAN
G17	65	425320	YAREN	ÖZTÜRK
	66	425321	MERT CAN	ENGİN
	67	425323	GÜLCAN	TEK
	68	425324	KEVSER NAZLI	ALBAYRAK
G18	69	425325	SEMİH	AVCU
	70	425332	ÖMER	TOPBAŞ
	71	425341	MEHMET YUSUF	YILDIZ
	72	425344	MERT	ÇAKIR
G19	73	425347	GİZEM	AYDIN
	74	425352	MERVE	GENÇ
	75	430275	BURAK	ÖZTÜRK
	76	430476	YAVUZ	AYAR
G20	77	430600	MAHMUT	TOPALOĞLU
	78	430621	KEMAL CAN	ÇELİK
	79	430761	ÖMER SEFA	BİRİNCİ
	80	430842	EREN	SAĞAN
G21	81	430858	SEFA	GÜRLEYİK
	82	430996	CANAN	ÇELİK
	83	430997	ZEYNEP	MUTLU

ÜÇ FAZLI SENKRON GENERATÖR VE SENKRONİZASYON

1. Hazırlık Soruları:

- 1-) Bir senkron generatörün bir başka senkron generatörle veya şebeke ile paralel bağlanması için gerekli koşulları belirtiniz. Senkronizasyon anının belirlenmesinde kullanılan yöntemler nelerdir ?
- 2-) Senkron generatörlerde ikaz sistemi ne demektir, generatörün hangi büyüklüğünün ayarlanması hedeflenir açıklayınız.
- 3-) Senkron generatörlerde hız regülatörü ne demektir, ne için kullanılır?
- 4-) Senkron kompanzasyon nedir? Niçin ihtiyaç duyulur?
- 5-) Bir hidroelektrik santralde aktif güç çıkışının artması için senkron generatöre uygulanacak olan hangi büyüklük değişmelidir?
- 6-) Bir güç sisteminde üretilen güç ile tüketilen gücün arasındaki dengesizliğin sistem frekansına etkisi ne şekilde olur?
- 7-) Primer frekans kontrolü ne demektir? Kısaca açıklayınız.

2. Genel Bilgiler

2.1. Giriş

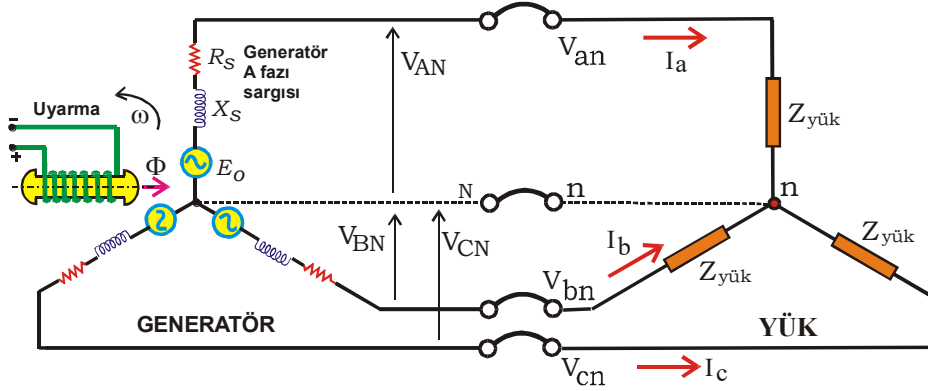
Üç fazlı senkron generatörler, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan temel elemanların başında gelir. Hidrolik, termik ve nükleer santrallerde su, ısı ve nükleer enerji türlerini elektrik enerjisine dönüştürmek amacıyla kullanılan temel elemanlardan birisidir. Senkron generatörler, millerine uygulanan mekanik gücü elektrik gücüne dönüştürürler.

Bir senkron generatörün miline uygulanan mekanik gücü elektrik gücüne dönüştürülebilmesi için iki tip sargıya sahip olması gerekir. Bunlardan biri, gerekli mıknatıslanmanın oluşturulması için DA uygulanan **uyarma sargısı** diğeri de elektrik gücünün alındığı 3-fazlı gerilimlerin indüklendiği **üç-faz sargılarıdır**. Uyarma ve 3-faz sargıları birbirine göre hareketlidir. Uyarma sargılarının ürettiği manyetik akı ile 3-faz sargılarının **kesişmesi** sonucu 3-faz sargılarında bir elektromotor kuvvet (EMK) indüklenir. Bu EMK dış devreye 3-faz gerilimleri olarak aktarılır. Güçleri ve tiplerine göre senkron makinaların 3-faz sargıları stator yada rotorda bulunabilir. Büyük güçlü makinalarda üretilen gücü dış devreye aktarma işlemini kolaylaştırmak, bilezik ve fırçaların olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla üç-fazlı sargılar sabit stator üzerine sarılırlar. Küçük güçlü makinalarda ise üç-fazlı sargılar dönen rotor üzerinde bulunabilirler.

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon

Senkron makinalar, biri **turbo generatör** olarak isimlendirilen ve aksel boyları çaplarına kıyasla daha uzun olduğundan yüksek hızlarda dönebilen **yuvarlak rotorlu**, diğeri de **hidro generatör** olarak isimlendirilen ve aksel boyları çaplarına kıyasla daha kısa olduğundan ancak düşük hızlarda dönebilen **çukuk kutuplu** olmak üzere iki tipte imal edilirler.

2.2. Senkron Generatör Eşdeğer Devresi



Şekil – 1. Üç fazlı senkron generatörün elektriksel olarak temsili ve yüke bağlantısı

Uyarma ve üç fazlı sargıları kapsayacak biçimde senkron generatörün elektriksel eşdeğer devresi Şekil 1'de verilmektedir.

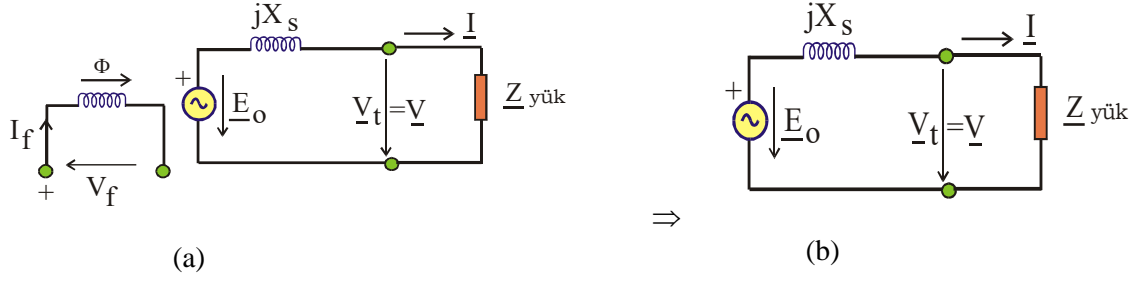
Dönen rotor üzerindeki uyarma devresine uygulanan I_f uyarma akımı bir Φ akısı meydana getirir. Bu akı nedeniyle statordaki 3-faz sargılarının her birinde E_0 gibi bir EMK endüklendir. Bu endüklenen gerilimin değeri

$$E_0 = 4,44 N_s K_w F \Phi_1 \quad (1)$$

bağıntısı ile belirlenebilir. Bu denklemden E_0 : endüklenen gerilimin faz başına etkin değeri (V), N_s : faz başına stator sarım sayısı, K_w : sargı dağılımı ve kutup sayısına bağlı sargı katsayısı, F : statorda endüklenen gerilimin frekansı (Hz) ve Φ_1 : kutup başına akı dağılımının ana bileşeni (Wb) dir.

3-faz sargıları 120° aralıklı yerleştirildiklerinden, endüklenen faz gerilimlerinin aralarında da 120° lik faz farkı bulunur. Her faz sargısının bir X_s senkron reaktansı ve R_s sargı direnci vardır. Senkron reaktans E_0 ve R_s ' ye seri olarak bir AA endüktansı gibi davranır. X_s ' nin değeri R_s 'nin değerine göre 10-100 kat daha fazladır. **Bu nedenle de senkron makina eşdeğer devrelerinde R_s direnci genellikle göz ardı edilir.** Senkron generatör sargıları dengeli 3-fazlı bir sistemin sargıları olduklarından Şekil 1, faz başına eşdeğer devre olarak Şekil 2 (a) ile temsil edilebilir.

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon



Şekil – 2. Senkron generatörün faz-başına eşdeğer devresi

Şekil 2 (a) 'da uyarma devresine uygulanan V_f uyarma gerilimi ve uyarma devresinden akan I_f uyarma akımı ϕ akısını meydana getirir. Bu akı da E_0 geriliminin indüklenmesine neden olur ve bu gerilim dış devreye V terminal gerilimi olarak aktarılır. Kirchoff'un gerilim yasası uygulanırsa a fazı terminal gerilimi için

$$\underline{V} = \underline{E}_0 - j\mathbf{X}_s \underline{I} \quad (2)$$

yazılabilir. Diğer fazlara ilişkin faz-nötr gerilimleri de benzer şekilde elde edilebilir. Yalnız aralarında 120° ' lik faz farkları olacaktır. Bu denklemde E_0 , I_f uyarma akımının fonksiyonu olduğundan E_0 'ın denklemde bulunması aynı zamanda I_f akımı, dolayısıyla V_f gerilimini de ifade eder. Denklem yazılırken uyarma devresine ilişkin herhangi bir terim gelmediğinden eşdeğer devreden uyarma devresi çıkarılırsa eşdeğer devre Şekil 2 (b)'deki basit hale gelir.

2.3. Yük Altındaki Senkron Generatör

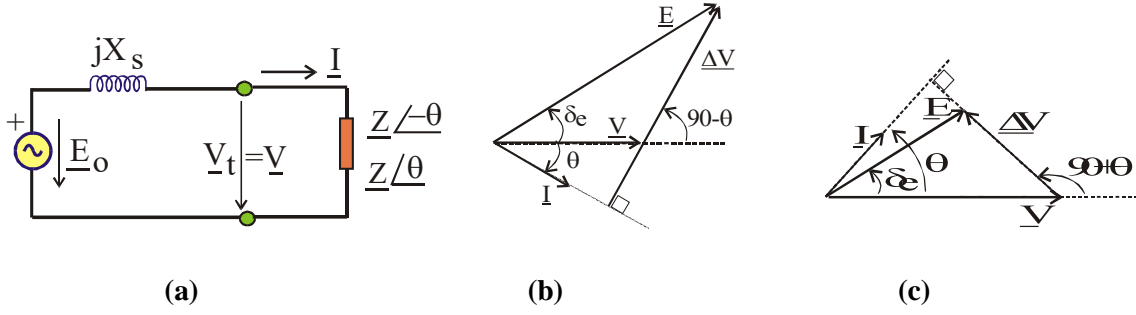
Bir alternatörün davranışı, beslediği yükün türüne bağlıdır. Değişik türde birçok yük bulunmasına rağmen bu yükler iki temel kategoride toplanabilirler.

- 1) İzole edilmiş yükler (tek bir alternatör tarafından beslenirler)
- 2) Sonsuz şebeke

2.3.1. İzole Edilmiş Yük

İzole edilmiş yük, bir generatörün tek başına beslediği yük durumudur. Bu durumda yük omik, endüktif ve kapasitif olabilir. Bu sisteme ilişkin faz başına eşdeğer devre Şekil 3' de verilmektedir.

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon



Şekil – 3. Endüktif veya kapasitif yükü besleyen alternatörün eşdeğer devresi ve ilgili fazör diyagramları

- Eşdeğer Devre
- Endüktif yükü besleyen alternatörün fazör diyagramı
- Kapasitif yükü besleyen alternatörün fazör diyagramı

- Endüktif yük olması durumunda:**

Bu sistemde Şekil 3(b) 'de görüldüğü gibi yük akımı I , yüke uygulanan V geriliminden θ kadar geridedir. Endüktif yükü besleyen alternatörün uç gerilimi endüklenen gerilime göre küçüktür. ($V < E$)

- Kapasitif yük olması durumunda:**

Bu sistemde Şekil 3(c)'den görüldüğü gibi yük akımı I , yüke uygulanan gerilime V göre ileri fazda olacağından yük ileri fazlı güç katsayısına sahiptir. Kapasitif yükü besleyen alternatörün uç gerilimi endüklenen gerilimden büyüktür. ($V > E$)

Kapasitif yük durumunda terminal gerilimin daha büyük genliğe sahip olmasının nedeni, X_s senkron reaktansının yük kapasitesi ile kısmi bir rezonans oluşturmasıdır.

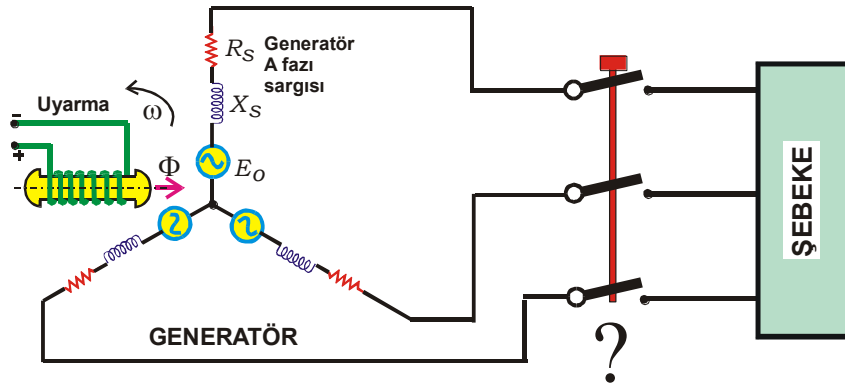
3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon

2.3.2. Sonsuz Şebekeye Paralel Bağlama (Senkronizasyon)

Senkron kelimesi anlam olarak eş zamanlı demektir. Generatör senkronizasyonu ise basit olarak açıklarsak, generatörlerin eş zamanlı yani birden çok generatörün tek bir kaynak gibi çalışmasıdır. Generatör senkronizasyon sistemlerinin en temel özelliği bir veya daha fazla generatörün, başka generatör veya şebeke ile aynı enerji hattı üzerinde çalışması ve yük paylaşımı yapmalarıdır. **Bu çalışma şekli generatörlerin ürettikleri gerilim sinyalinin genliği, frekansı ve faz açısının kontrol edilmesiyle sağlanmaktadır.**

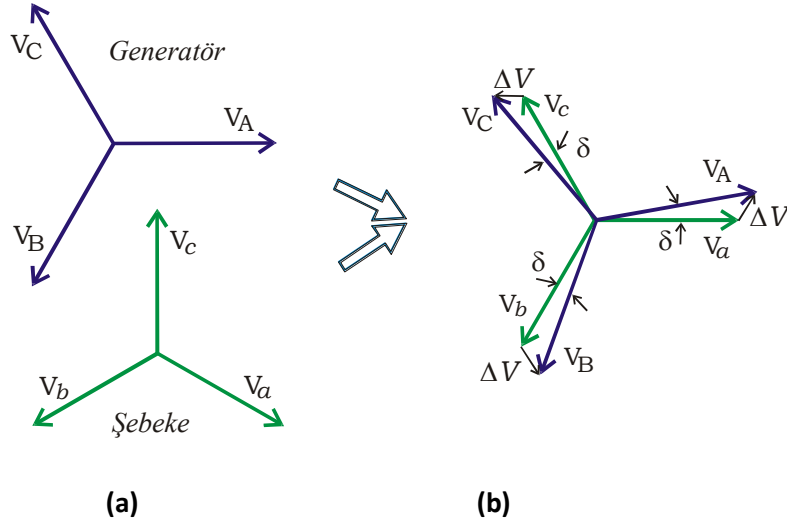
Bu durumda generatörün sonsuz büyüklükteki bir şebekeye bağlanarak bu şebekeye güç aktarması söz konusudur. Buradaki sonsuz şebeke tanımlanması, generatörde yapılan ayarlamaların bu şebekeyi hiçbir suretle etkilemediği anlamındadır. Yani şebeke o kadar büyük ki, generatörde ne olursa olsun şebeke gerilimi bundan etkilenmemektedir. Bir generatörün şebekeye bağlanması demek, o şebeke ile senkronize olması demektir.

Senkron generatörlerin birbirlerine veya şebekeye paralel bağlanırken kısa devreye yol açmamak için, bağlanacak iki noktanın potansiyel farkları sıfır iken bu işlem gerçekleştirilir. Ancak bağlantı yapıldıktan sonra da bu sıfır potansiyel farkının korunması gerekir. Şekil 4' de gösterildiği gibi iki adet 3-fazlı alternatif akım sisteminin paralel bağlanması söz konusu olduğu için, bu iki sistemin fazörel büyüklükleri incelenerek gerekli bağlantı koşulları belirlenebilir. Birbirine paralel bağlanacak olan iki güç sisteminin de dengeli üç fazlı olmaları gerekir. Ancak Şekil 5 (a) ve (b)' de gösterildiği gibi dengeli üç fazlı olmalarına rağmen bu sistemlerin gerilim fazörleri **farklı genliklere, farklı dönme hızlarına ve bir referansa göre farklı faz açısına sahip olabilirler.** Kısa devreye yol açmamak için, bağlantı anında $\underline{V}=0$ V olacak şekilde her iki sistemin gerilim fazörleri aynı genlik ve aynı hızla, aynı yönde dönmelidir. **Paralel bağlama ya da senkronizasyon** olarak isimlendirilen bu işlem için gerekli koşullar ve bu koşulların sağlanıp sağlanmadığını anlamak için uygulamada **senkronoskop** adı verilen cihazlar kullanılır. Laboratuvar ortamlarında kullanılan yöntemler aşağıdaki gibi özetlenebilir.



Şekil – 4. Senkron Makine ve şebeke

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon



Şekil – 5. Dengeli üç fazlı iki farklı sistemin gerilim fazörleri

Senkronizasyon Koşulları

- Gerilim fazörleri aynı genlikte olmalı
- Gerilim fazörleri aynı yönde dönmeli
- Aynı fazın gerilim fazörleri arasında faz farkı olmamalı
- Gerilim fazörleri aynı hızla dönmeli

a) Gerilim genliklerinin eşitliği

Senkronizasyon işleminde paralel bağlanacak olan iki sistemin gerilim genlikleri voltmetrelerle gözlemlenebilir.

b) Aynı yönde dönme (Faz sıralarının aynı olması)

Söner lamba yöntemi

Şekil 6' da gösterildiği gibi aynı fazlar karşılıklı birer lamba üzerinden bağlanır. Anahtar açık, senkron generatör dururken lambalar sürekli yanar. Generatörün hızı artırıldıkça bir gerilim indüklenir ve lambalar bu iki sistemin gerilimleri arasındaki fark kadar bir gerilimin altında kalır. Lambalar aynı anda yanıp, aynı anda sönmeye başlayınca istenen faz sırası elde edilmiş olur.

Parlak lamba yöntemi

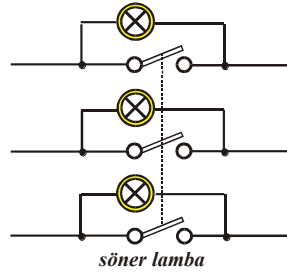
Şekil 7'de gösterildiği gibi lambalar farklı fazlar arasına bağlanmıştır. Lambalar birlikte yanıp birlikte sönyorsa bağlanacak sistemlerin faz sıraları aynı demektir.

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon

c) Aynı fazda olma

Söner lamba yöntemi

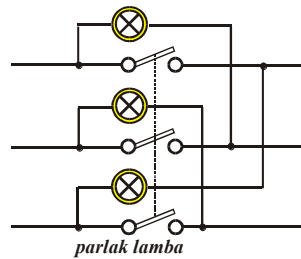
Şekil 6 da gösterildiği gibi aynı fazlar karşılıklı birer lamba üzerinden bağlanır. Fazların aynı yönde dönüp dönmediklerini belirlerken kullanılan bağlantı ile aynıdır. Her iki sistemin gerilim genlikleri birbirine eşit ve aynı yönde dönüyorlarsa generatörü süren motorun hızı ayarlanarak aynı fazların karşılıklı üst üste binmesi sağlanır. Bu koşul sağlandığında aynı fazlar arasında bağlı lambalar hep birlikte yanıp birlikte sönerler. Bu yanıp ve sönmeler yavaş biçimde gerçekleşir. Lambaların sönmek kaldığı sürenin tam ortasında bağlantı gerçekleştirilir.



Şekil - 6. Söner lamba bağlantısı

Parlak lamba yöntemi

Söner lamba yönteminde lambaların tam sönmek oldukları anın insan gözüyle tespit edilmesi her zaman mümkün olmayabilir. Eğer lambalar aydınlık bir ortamda iseler sönmeklik seviyeleri yeterince belli olmayabilir. Bağlantısı Şekil 7 de verilen parlak lamba yönteminde olduğu gibi lambalar yanıp söner. Fakat senkronizasyon anahtarı lambaların en parlak yandığı anda kapatılır. Tek fazlı sistemlerde bu yöntem maksimum gerilimi tam doğru fazda iken üretir. Fakat üç fazlı sistemlerde lambaların en parlak yandığı anda 60° lik bir faz hatası oluşur. Bu nedenle **parlak lamba yöntemi üç fazlı sistemlerde kullanılmaz.**

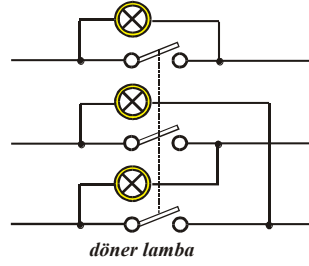


Şekil - 7. Parlak lamba bağlantısı

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon

Döner lamba yöntemi

Bu yönteme ilişkin bağlantı Şekil 8 de verilmektedir. İki parlak bir sönük lamba esasına dayalı olan bu yöntem döner lamba veya Siemens-Halske yöntemi olarak da bilinir. Burada generatörün bir fazı şebekenin aynı fazına bir lamba üzerinden bağlanırken diğer iki faz farklı fazlara gelecek şekilde yine birer lamba üzerinden bağlanır. Lambalar sırayla yanıp sönürler. Her iki sistemin frekansı eşit olduğunda aynı fazlar arasındaki lamba söner, diğer fazlar arasındaki lambalar aynı eşit parlaklıkla yanar. Bu durum sağlandığında senkronizasyon anahtarı kapatılır.



Şekil – 8. Döner lamba bağlantısı

Senkronoskop

Birbirinden bağımsız 2 güç sistem parçasının (iki adet generatör veya generatör grubu - şebeke) voltaj ve frekanslarını ve iki şebeke arasındaki anlık faz açısını ölçer. Bir senkronoskopun dönen bir paneli ve generatör frekansının şebeke frekansına göre yavaş veya hızlı olup olduğunu gösteren göstergeleri veya ibreleri bulunur. Döner panelin hızı çok yavaşlayınca kadar generatörün frekansı (hızı) ayarlanır. Döner panelin ibresi denge işaretine gelip kalınca senkronizasyon anahtarı kapatılabilir. **Yeni nesil jeneratör senkronizasyon uygulamaları daha PLC ve otomasyon donanı ile istenilen maksimum faydalı jeneratör senkronizasyon çalıştırma senaryoları elde edilir.**

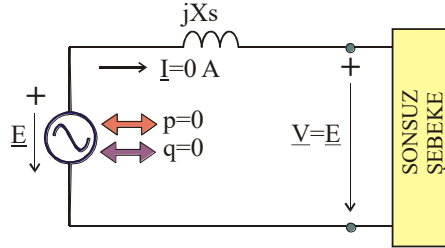


Şekil – 9. Dijital ve analog senkronoskop gösterge panelleri

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon

2.3.3. Uyarma Akımının Etkisi :

Senkron generatör bir şebekeye paralel bağlandığı zaman, hemen ilk anda endüklenen E gerilimi ile terminal gerilimi V birbirine eşit olur. Çünkü o anda generatör boşta çalıştığından sargularından akan akım ve X_s reaktansındaki gerilim düşümü sıfırdır. Senkronizasyonun gerçekleştiği anda genratör şebekeye herhangi bir güç aktarmaz. Şekil 9 da gösterilen bu durum generatörün **sonsuz şebekede akması** olarak isimlendirilir.



Şekil – 10. Alternatörün şebekeye bağlandığı an

Uyarma akımı biraz artırılırsa generatörde indüklenen E gerilimi de artmaya başlar. Şebekenin gerilimi değişmeyeceğinden buna bağlı generatörün terminal gerilimi de sabit kalmak zorundadır. Dolayısıyla E gerilimi arttıkça senkron reaktans üzerinde meydana gelen gerilim dönüşümü de artar. Bu gerilim düşümü

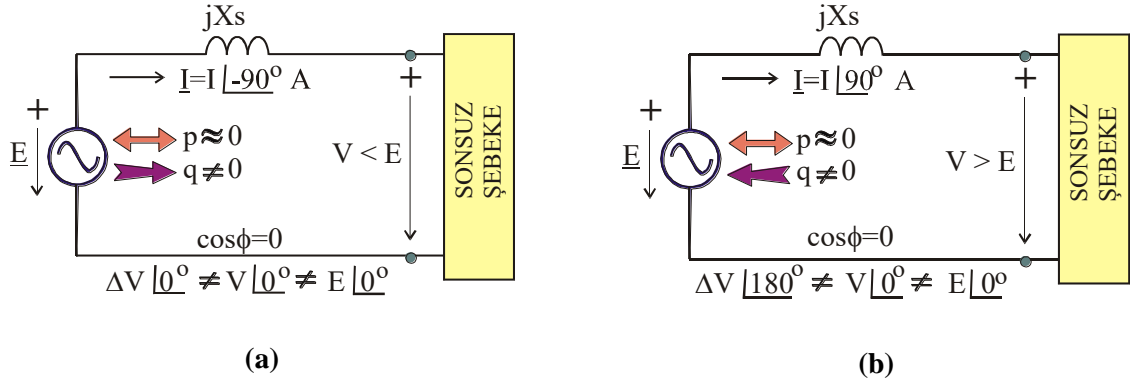
$$\underline{\Delta V} = \underline{E} - \underline{V} = \Delta V \angle \theta_{\Delta V} = E \angle 0^\circ - V \angle 0^\circ = \Delta V \angle 0^\circ \quad (3)$$

değerine sahip olacak ve devreden

$$\underline{I} = \frac{\underline{\Delta V}}{jX_s} = \frac{\Delta V}{X_s} \angle (\theta_{\Delta V} - 90^\circ) = I \angle (\theta_{\Delta V} - 90^\circ) = I \angle (-90^\circ) \quad (4)$$

akımı akacaktır. Senkron reaktans endüktif olduğundan, akan I akımı da ΔV gerilim düşümünden 90° geride olur. Böylece akım aynı zamanda terminal ya da şebeke gerilimi \underline{V} den de 90° geride olur. Bunun anlamı generatörün şebekeyi endüktif bir yükmiş gibi görmesidir. **Bu nedenle de aşırı uyarılmış bir senkron generatör şebekeye reaktif güç aktarır. Yani senkron kondansatör olarak çalışır. Bu reaktif güç, artan uyarma akımı ile artar. Bu durum gösteriyor ki generatörün uyarma akımını değiştirmek onun aktif gücünü etkilemez.** Senkron makinanın senkron kondansatör olarak çalıştığı bu durum Şekil 10 (a) 'da verilmektedir.

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon



Şekil – 11. Şebekeye bağlı (a) aşırı uyarılmış (b) az uyarılmış generatör

Senkronizasyonun yapıldığı andan sonra; yani Şekil 9 ile verilen çalışma durumunda iken uyarma akımı biraz azaltılırsa E indüklenen gerilim V terminal geriliminden daha düşük bir genliğe sahip olur. Bu durumda;

$$\underline{\Delta V} = \underline{E} - \underline{V} = E \angle 0^\circ - V \angle 0^\circ = -\Delta V \angle 0^\circ = \Delta V \angle 180^\circ \quad (5)$$

olur ve devreden

$$\underline{I} = \frac{\underline{\Delta V}}{jX_s} = \frac{\Delta V \angle 180^\circ}{X_s \angle 90^\circ} = \frac{\Delta V}{X_s} \angle 90^\circ = I \angle 90^\circ \quad (6)$$

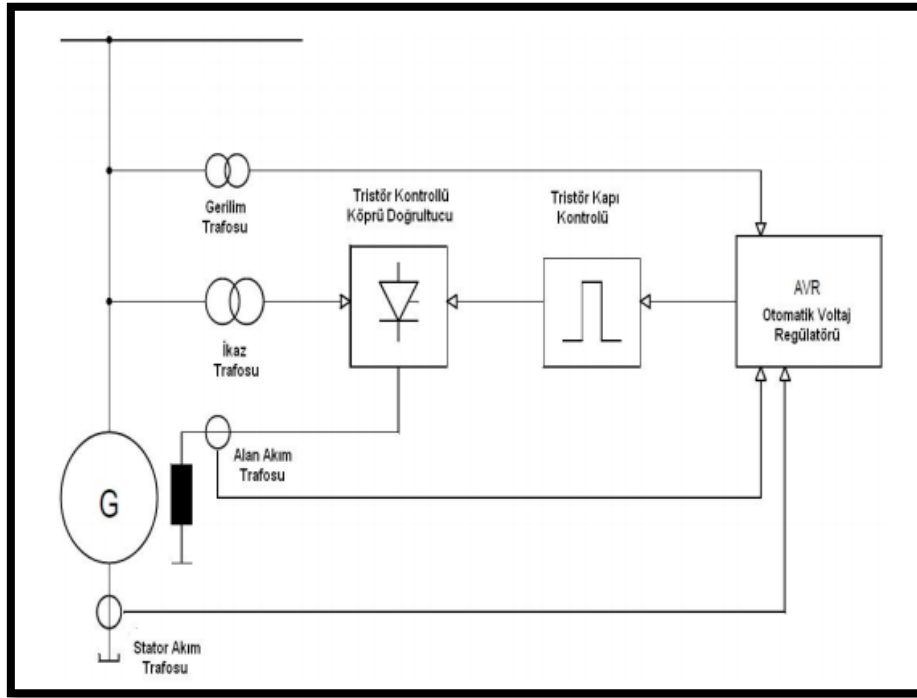
akımı akar. Görüleceği gibi I akımını ΔV gerilim düşümünden yine 90° geri fazda ancak terminal gerilimi \underline{V} den de 90° ileri fazdadır. **Bu durumda az uyarılmış generatör sonsuz şebekeden reaktörmüş gibi görünür. Dolayısıyla bu az uyarılmış generatör şebekeden reaktif güç alır. Bu reaktif güç, manyetik alanın bir kısmını oluşturmak için kullanılır. Manyetik alanın diğer kısmı ise I_f uyarma akımı tarafından sağlanır.** Senkron makinanın senkron reaktör olarak çalıştığı bu durum Şekil 10 (b)'de verilmektedir.

2.3.4. Gerilim Regülasyonu ve Senkron Kompanzasyon:

- Senkron generatörler gerilim kontrolünün temel yapı taşlarıdır.
- Güç sisteminin gerilim profilinin kontrolü için generatörün rotor (DA) ikaz sistemleri kullanılır.
- İkaz sistemi generatör terminal gerilimi ve MVA_r üretimini kontrol eder.
- Generatörün otomatik gerilim regülatörü ölçülen terminal gerilimi ile set edilen referans gerilimini karşılaştırır. Mevcut terminal gerilimi set değerden düşükse rotor DC ikaz akımı artırılır (**aşırı ikaz**) ve terminal gerilimi yükseltilir. Mevcut terminal gerilimi set değerden yüksekse rotor DC ikaz akımı düşürülür (**düşük ikaz**) terminal gerilimi düşürülür.

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon

- **Aşırı ikaz durumu reaktif enerji üretirken düşük ikaz durumu reaktif enerji tüketecektir.**
- Senkron ünitenin generatör olarak çalışma suretiyle sağladığı reaktif güç desteği bara gerilimini regüle için **yeterli olmadığına** karar verilirse ünite **senkron kompanzatör** olarak çalıştırılır.
- Bunun için paralel çalışmakta olan iki ünitenin bir tanesinin mekanik moment girişi kaldırılır ve ünite bu sefer kayıplarını karşılayacak kadar bir aktif gücü sistemden çekmek suretiyle **“motor”** modunda çalışmaya başlar. Bu durumda bara gerilimini regüle etmek için, ikaz akımı artırılıp azaltılarak sisteme verilen - çekilen reaktif güç miktarı birinci duruma göre daha yüksek olabilmektedir.



Şekil – 12. Generatör ikaz sistem yapısı

2.3.5 Mekanik Moment Girişi Etkisi / Hız Regülatörü

- Generatör kumandası için iki büyüklük kontrol edilir: **uyarma akımı ve yakıt, su miktarı.**
- **Uyarma akımı yukarıda bahsedildiği üzere reaktif güç - gerilim kontrolünde, yakıt - su miktarı da yük - frekans kontrolünde kullanılır.**
- Sistemden çekilen güç arttığında alternatördeki zorlanmaya bağlı olarak türbin devri düşer, gerilim ve frekans istenilen değer altına düşer. Türbini normal devrine getirmek için sisteme daha çok su almak gerekir.
- Aynı şekilde, sistemden çekilen güç azaldığında, alternatördeki boşalmaya bağlı olarak türbin devri artar, gerilim ve frekans istenilen değer üstüne çıkar. Bunları normal değerlerine getirmek için sisteme giren suyu azaltmak gerekir.

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon

- Bunun için otomatik kontrol sistemi (**hız regülatörü**) kullanılmaktadır. Bu sistem türbin devrini ölçen bir sensör ve devri sabit tutmak için sensörden alınan bilgiye göre ayar kanadını açıp kapatarak sisteme giren suyun miktarını ayarlayan bir mekanizmadan oluşur.
- Örneğin **sistem frekansının düştüğü** takdirde ünite aktif güç çıkışının artırılması gerekecektir. Bunun için yakıt miktarı veya su miktarı (türbin kanatları açısı ayarı ile) artırılarak generatör rotor miline uygulanan **mekanik moment girişi artırılmalıdır**.
- **Bu esnada** generatör mil hızının şebeke frekansını 50 Hz'de tutacak şekilde sabit kalması için **hız regülatörü** işlem görür. Bu sayede aktif güç çıkışı artırılırken frekans yani generatör mil hızı sabit kalır.

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon

3. Deneyin Yapılışı

Gerçekleştirecek olduğumuz deneydeki amaç, AC generatör senkronizasyonu için gerekli olan koşulların sağlanması ve 3 faz şebeke gerilimi ile paralel yapılarak (senkronizasyon) 3 faz dengeli omik yükün beslenmesidir. Senkronizasyon anının senkronoskop ve lamba yöntemiyle belirlenmesine göre deney tekrarlanacaktır. Deney için rotoru sargılı senkron generatör kullanılacak olup generatörün tork girişi DC motor kullanılarak gerçekleştirilecektir. Üretilen güç ile de senkron generatörün anma gücüne eşit 3 faz dengeli omik yük kullanılacaktır.

3.1. Deney 1

1-) Şekil-12 'de görüldüğü gibi senkronizasyon panelini deney setine bağlayınız.

2-) DC makineyi Şekil-13 'deki gibi bağlayınız.

3-) DC motoru çalıştırınız ve devir sayısı 1500 (d/d) olacak şekilde ayarlayınız. **(Generatörün 4 kutuplu olduğu göz önüne alınacak olursa üretilecek olan gerilimin frekansı 50 Hz olacaktır.)**

4-) Generatör çıkış geriliminin genliğini paralel bağlanılacak olan şebeke nominal gerilimi seviyesine (220 V) çıkartınız. Senkronizasyon panosu üzerindeki "incoming supply" ve "running supply" voltmetrelerinde aynı gerilim genlik değeri okunmalıdır.

5-) Genlik değerleri eşitlenen iki gerilim işareti için faz değerlerinin eşitlenmesi gerekmektedir. Bunun için senkronoskopun anahtarını "ON" konumuna getirerek senkronoskopun ibresinin yavaşlaması gözlenmelidir. Bunun gerçekleşmesi için generatöre mekanik giriş sağlayan DC makinenin dönüş hızı ayarlanarak generatörün çıkış geriliminin frekansı ayarlanmalıdır.

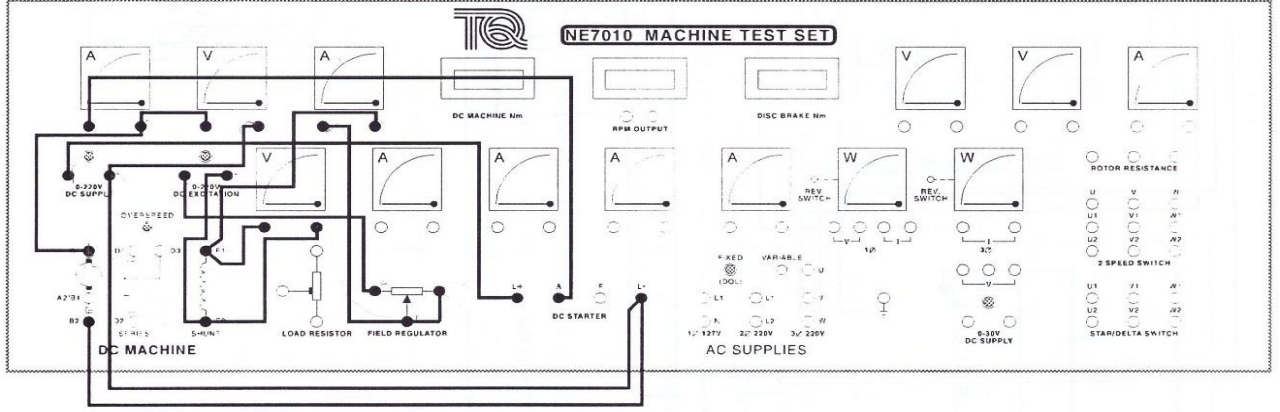
6-) Generatör çıkış geriliminin frekansı **senkronoskop** üzerindeki dijital ekrandan takip edilerek şebeke frekansına getirilmesinin yanısıra senkronoskop ibresinin giderek yavaşlaması ve dik bir şekilde saat 12 doğrultusunda (+- 5 °) sabitlenmesi gerekmektedir.

7-) Paralel bağlantının gerçekleştirileceği şebeke tarafı ve generatör için;

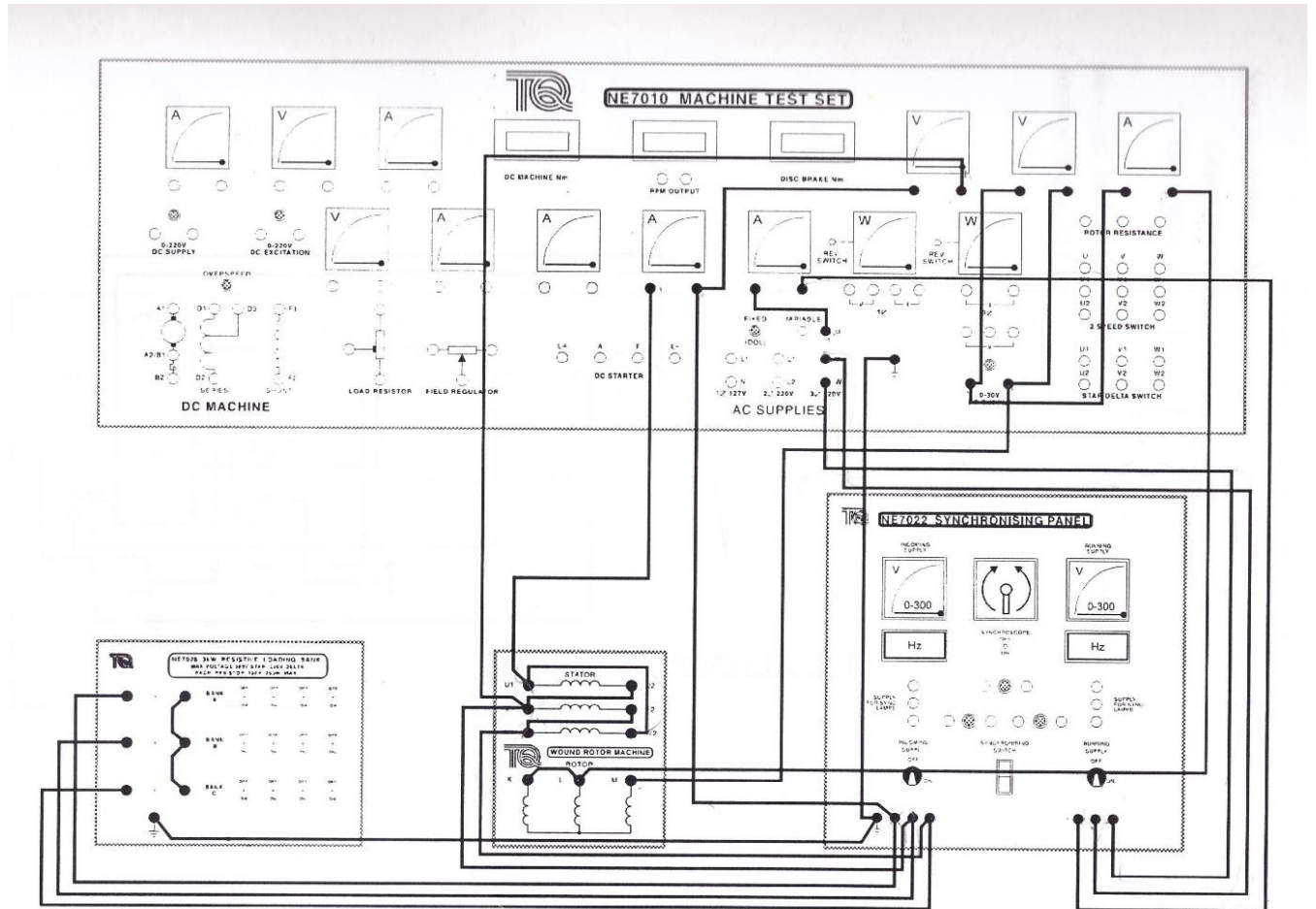
- Gerilim değerlerinin eşitlenmesi
- Faz sıralarının aynı olması
- Frekans değerlerinin eşit olması ve
- Faz değerlerinin örtüşmesi (senkronoskopun sabit durduğu an)

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon

koşullarının gerçekleştiğinin gözlemlendiği anda senkronizasyon anahtarını kapatınız ve sisteme bağlanmış olduğumuz omik yükü besleyiniz.



Şekil-12. DC Makinenin bağlantı şeması



Şekil-13. Senkronizasyon paneli ve yük için bağlantı şeması

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon

3.2. Deney 2

Bir önceki deneyde senkronizasyon anını senkronoskop kullanarak belirlemiştik. Bu adımda ise deney bağlantıları bir önceki deney ile aynı kalmakla birlikte yalnızca senkronizasyon panelindeki senkronoskop devreden çıkartılacak ve "**lambalar yöntemi**" kullanılacaktır.

1-) Şekil-12 ve Şekil-13 doğrultusunda gerçekleştirdiğimiz bağlantıları koruyarak Senkronizasyon panelindeki bağlantıları Şekil-14 'de görüldüğü gibi gerçekleştiriniz.

2-) Lambaları Şekil-14'de gösterilen " söner ışık bağlantısı" şeklinde bağladıktan sonra DC motoru çalıştırınız ve devir sayısı 1500 (d/d) olacak şekilde ayarlayınız.

4-) Generatör çıkış geriliminin genliğini paralel bağlanılacak olan şebeke nominal gerilimi seviyesine (220 V) çıkartınız. Senkronizasyon panosu üzerindeki "incoming supply" ve "running supply" voltmetrelerinde aynı gerilim genlik değeri okunmalıdır.

5-) Genlik değerleri eşitlenen iki gerilim işareti için faz değerlerinin eşitlenmesi gerekmektedir. Bunun için hızlı bir şekilde yanıp sönen lambaların aynı anda ve yavaş bir şekilde yanıp sönmeye başladığı an; generatöre mekanik giriş sağlayan DC makinenin dönüş hızı ayarlanarak takip edilmelidir. Lambaların iyice söndüğü an senkronizasyon anıdır.

6-) Generatör çıkış geriliminin frekansı senkronoskop üzerindeki dijital ekrandan takip edilerek şebeke frekansına getirilmesinin yanısıra senkronoskop lambaların yanıp sönmemesinin iyice yavaşlaması ve artık bir noktada sönük kalması gerekmektedir.

7-) Paralel bağlantının gerçekleştirileceği şebeke tarafı ve generatör için;

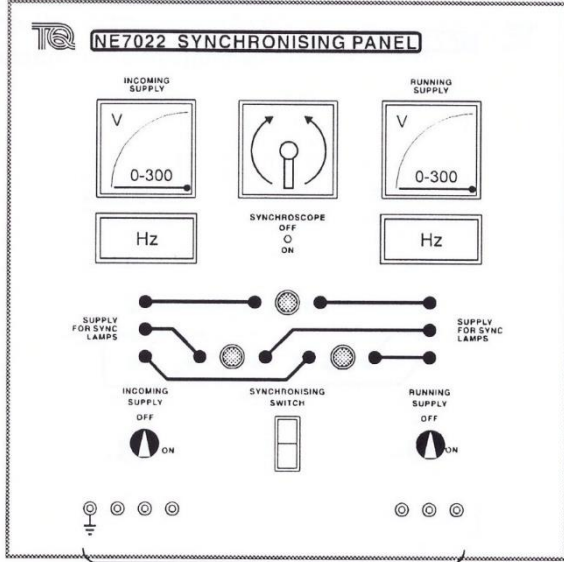
- Gerilim değerlerinin eşitlenmesi
- Faz sıralarının aynı olması
- Frekans değerlerinin eşit olması ve
- Faz değerlerinin örtüşmesi (lambaların söndüğü an)

koşullarının gerçekleştiğinin gözlemlendiği anda senkronizasyon anahtarını kapatınız ve sisteme bağlanmış olduğumuz omik yükü besleyiniz.

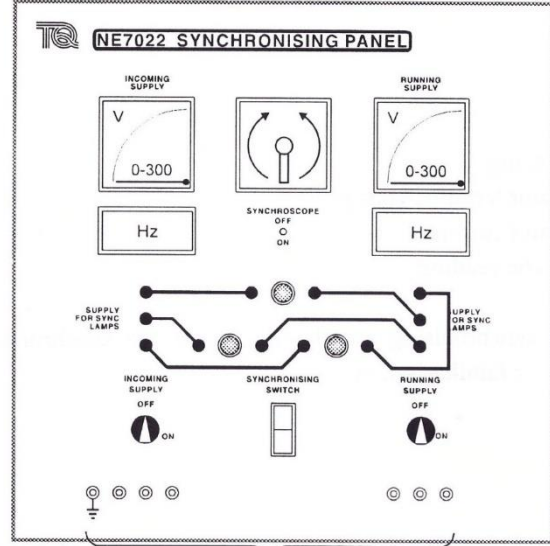
3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon

Deney setini durdurarak aynı işlemi "parlak ışık bağlantısı" ve "döner ışık bağlantısı" modları için Şekil-15 ve Şekil-16'daki bağlantıları gerçekleştirmek suretiyle tekrarlayınız.

Her bir durum için senkronizasyon anını belirleyiniz.

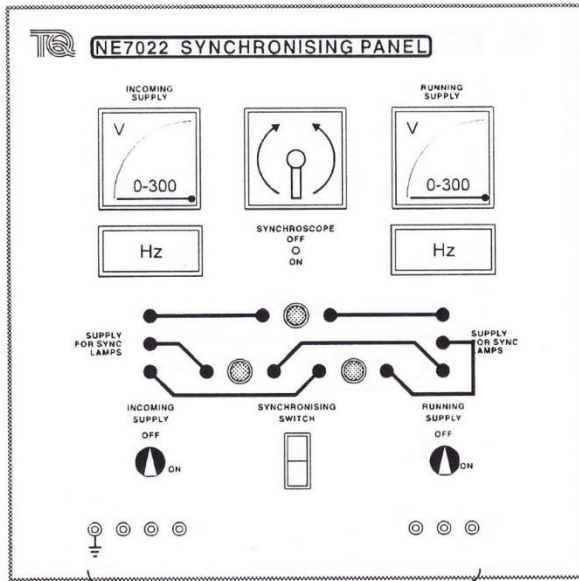


For required socket connections see Figure 7.3



For required socket connections see Figure 7.3

Şekil-14. Söner ışık bağlantısı için bağlantı şeması Şekil-15. Yanar ışık bağlantısı için bağlantı şeması



For required socket connections see Figure 7.3

Şekil-16. "Döner ışık bağlantısı" için bağlantı şeması

3 Fazlı Senkron Generatör ve Senkronizasyon

3.3. Deney 3

- 1-) Tek fazlı cosfimetre bağlantısını senkron generatörün stator sargılarından birinin çıkışı üzerinden gerçekleştiriniz.
- 2-) Bağlantıyı yaparken akım bobinini faz kolu üzerinde seri, gerilim bobinini de faz nötr arasına paralel bağlayınız.
- 3-) Şebeke ile senkronize olmuş sistemde, generatörün DC uyarım akımını arttırarak ve azaltarak cosfimetrede ne gibi değişimler olduğunu gözlemleyiniz ve belirlediğiniz 4 ayrı ölçüm örneğini not alınız.

3.4. Deney 4

- 1-) Generatör şebeke ile senkronize halden çıkartınız. (senkronizasyon anahtarın OFF konumuna getirilir) Omik yük ile generatörü baş başa bırakınız.
- 2-) Bu durumda gerilim ve frekans değişimini not alınız ve yorumlayınız.
- 3-) Böyle bir durumda generatöre bağlı omik yük değerini değiştiriniz. Frekans ve gerilim büyüklüklerini not alınız ve yorumlayınız.



Şekil-17. Bir ünite grubu için ve tekli halde senkronizasyon panoları

ÜÇ FAZLI SENKRON GENERATÖR VE SENKRONİZASYON

DENEYİ RAPOR TUTANAĞI

1. GİRİŞ

2. KURAM

3. DENEY YÖNTEMİ

4. DENEY SONUÇLARI

4.1. Şebekeye Bağlı Senkron Generatör Çalışması (Senkronizasyon anında)

Generatör terminal gerilimi (V)	
Generatör frekansı (V)	
Generatör stator akım değeri (A)	
Generatör rotor sargılarından akan akım (A)	
Şebeke gerilimi (V)	
Şebeke frekansı (Hz)	
DC makine uyartım devresi gerilimi (A)	
DC makine uyartım devresi akımı (A)	
DC makine endüvi gerilimi (V)	
DC makine endüvi akımı (V)	

4.2. Şebeke ile senkronize haldeki generatörün DC uyartım akımı arttırılırsa

Endüktif/Kapasitif Çalışma (Yanlış olanın üstünü çiziniz)		
Uyartım akımı (A)	Cos θ	Generatör Terminal Gerilimi (V)

4.3 Şebeke ile senkronize haldeki generatörün DC uyartım akımı azaltılırsa

Endüktif/Kapasitif Çalışma (Yanlış olanın üstünü çiziniz)		
Uyartım akımı (A)	Cos θ	Generatör Terminal Gerilimi (V)



4.4 Generatörün Senkronizasyondan Çıkartıldığı Durumda

Generatör terminal gerilimi (V)	
Generatör frekansı (V)	
Generatör stator akım değeri (A)	
Generatör rotor sargılarından akan akım (A)	
Şebeke gerilimi (V)	
Şebeke frekansı (Hz)	

4.5. Generatör Senkronizasyondan Çıkartıldığı Durumda ve Harici Omik Yük Arttırılırsa

Generatör terminal gerilimi (V)	
Generatör frekansı (V)	
Generatör stator akım değeri (A)	
Generatör rotor sargılarından akan akım (A)	
Şebeke gerilimi (V)	
Şebeke frekansı (Hz)	

4.6. Generatör Senkronizasyondan Çıkartıldığı Durumda ve Harici Omik Yük Azaltılırsa

Generatör terminal gerilimi (V)	
Generatör frekansı (V)	
Generatör stator akım değeri (A)	
Generatör rotor sargılarından akan akım (A)	
Şebeke gerilimi (V)	
Şebeke frekansı (Hz)	



5.DEĞERLENDİRME

Yukarıda gerçekleştirilmiş ölçümlerin sonuçlarının ne anlama geldiğini ifade ederek, deneyde bahsedilenleri yorumlayınız:

YÜKSEK GERİLİM İLETİM HATTI MODELİ

DENEYİN AMACI

İletim hattı modeli karakteristik verilerinin hesaplanması ve tam ölçekli iletim hattı değerleri ile karşılaştırılması. İletim hattı gerilim düşümü ve güç faktörünün tespit edilmesi.

HAZIRLIK SORULARI

- 1) Güç sistemlerinde birim değer kavramı nedir? Bu kavrama neden ihtiyaç duyulur?
- 2) İletim hattı modeli üzerindeki direnç doğrudan ohmmetre yardımıyla ölçülebilir mi? Yorumlayınız.
- 3) İletim hatlarında tek damar kablo yerine ikili, üçlü, dörtlü demet yapıda gruplanmış kablo kullanılmasının nedenlerini araştırınız.
- 4) İletim hatlarında kapasite nasıl oluşur? Açıklayınız.
- 5) Orta uzunluklu iletim hatlarında π ve T eşdeğer devrelerinde iletim (ABCD) T-parametrelerini elde ederek karşılaştırınız.
- 6) Orta iletim hattının akım ve gerilim fazörlerini hat sonundaki yükün a) ileri fazda güç katsayısına, b) geri fazda güç katsayısına, c) birim güç katsayısına sahip olduğu durumlar için çiziniz?
- 7) Frekans büyüklüğünün (örneğin 50 Hz. veya 60 Hz. olması durumu) enerji iletim hatları üzerinde herhangi bir etkisi var mıdır? Yorumlayınız.
- 8) Hangi hatlarda gerilim ve akım; mesafe ve zamanın fonksiyonu olarak tanımlanır?

GİRİŞ

Enerji iletim hatları incelenirken elektriksel eşdeğer devrelerden yararlanır. Bu eşdeğer devreler hattın uzunluğu ile orantılı olarak değerleri değişen R, L ve C elemanlarından oluşmaktadır. R; hattın omik direncini, L; hattın endüktansını ve C de hat iletkenlerinin birbirleri arasındaki ve hattın toprağa göre kapasitelerinin toplamını teşkil etmektedir.

$$\text{Hattın bir faz eşdeğer devresindeki seri empedansı: } Z = R + j2\pi fL \quad (1)$$

$$\text{Hattın bir faz eşdeğer devresinin toplam admitansı: } Y = G + j2\pi fC \quad (2)$$

G; hattın kaçak geçirgenliğini (kondüktans) ifade eder ve kondüktans sebebiyle akan akım hattın C eşdeğer kapasitesinden geçen akıma göre çok küçük olduğundan eşdeğer devredeki G parametresi genellikle ihmal edilir. R, L, C değerleri hattın uzunluğu ile orantılı olarak artmaktadır.

0-80 km uzunluğundaki hatlar	:Kısa İletim Hattı
80-240 km uzunluğundaki hatlar	:Orta Uzunluktaki İletim Hattı
240 km üzeri hatlar	:Uzun İletim Hattı

Enerji iletim hatlarının modeli hazırlanırken R, L, C elemanları kullanılarak nominal π ve nominal T eşdeğer devreleri elde edilir.

Bu deneyde MV 1420 modeli kullanılacaktır. **MV 1420**, 136 km uzunluğunda, 77kV anma gerilimi, 100A anma akım değerine sahip bir **enerji iletim hattı** modelidir. Her bir faz iletkeni 120 mm²'lik bir kesit alanına sahiptir. Hattın güç değeri aşağıda verilmiştir:

$$S = \sqrt{3} * 77 * 10^3 * 100 \cong 13 \text{ MVA} \quad (3)$$

Hat modeli, direnç, endüktans ve kapasitör içermekte ve gerçek bir iletim hattı boyunca dağıtılmış halde bulunurlar. Ancak bir modelde bunu emüle etmek zor olacaktır. Bu nedenle hat kapasitansı iki ayrı parça olarak hat sonlarında, yoğunlaştırılmış bir şekilde düzenlenmiştir.

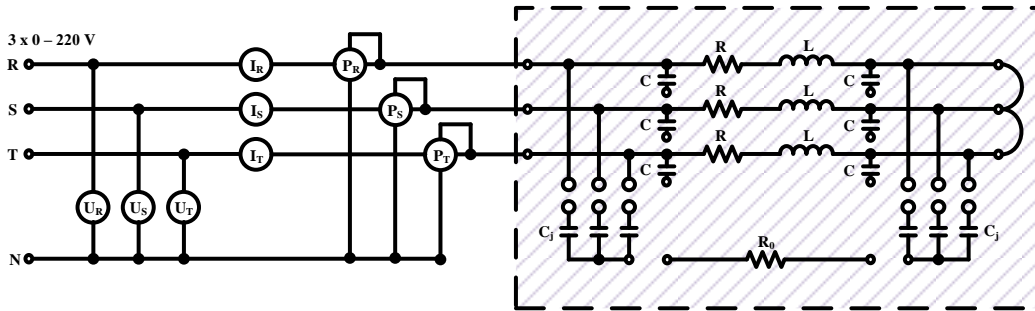
Bu model 77kV ve 100A gerçek hat değerleri yerine 220V'luk bir gerilim ve 5A ile çalışır. Bu nedenle gerçek hat için bu değerler modelin daha düşük nominal gerilimini ve akımını uyarlamak amacıyla belli bir ölçekte azaltılmalıdır.

Bunu gerçekleştirmek için gerilim, akım ve empedans ölçeği hesaplanır. B ölçek faktörüdür [boyutsuz].

$$B = (U_{\text{Gerçek}} / U_{\text{Model}}) / (I_{\text{Gerçek}} / I_{\text{Model}}) \quad (4)$$

Hattın empedansı için gerçek değerler en son hesaplanan B empedans ölçeği yardımı ile hesaplanır. Bu şekilde nominal değerler ve ölçülen değerler arasındaki oran model ve gerçek hat için aynı olur.

1. Kısa Devre Testi



Şekil 1. İletim hattı modeli kısa devre deney bağlantı şeması.

- 1.1. Şekil 1'e göre devre bağlantılarını yapınız. İletim hattı modeline ait fazların simetrik olması nedeniyle tek faza ait parametre değerlerinin ölçülmesi yeterli olacaktır.
- 1.2. Üç fazlı varyak yardımıyla gerilimi kontrollü bir şekilde ampermetreden **nominal akım (5A)** değeri gözlemleninceye kadar artırınız.
- 1.3. Bir faza ait gerilim, akım ve güç değerlerini **Tablo 1**'e kaydediniz.
- 1.4. Üç fazlı varyağı kapatınız.

Tablo 1. Kısa devre testi ölçüm sonuçları.

U_R (V)	I_R (A)	P_R (W)

- 1.5. **Tablo 1**'deki ölçülen değerleri aşağıda verilen denklemlerde kullanarak **modele ait** empedans (**Z**), endüktans (**X**), direnç (**R**), hattın uzunluğu (**L**) ve iletken kesit alanı değerlerini deney raporunda hesaplayıp **Tablo 2**'ye kaydedin.

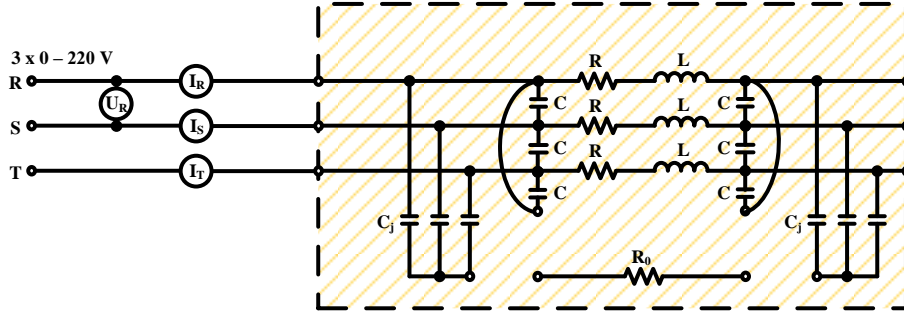
Tablo 2. Kısa devre testi hesaplanan değerleri

Hatırlatma	Açıklama	Hesaplanan Değer
$Z = U_R / I_R$	Empedans (Ω)	
$R = P_R / I_R^2$	Direnç (Ω)	
$X = \sqrt{Z^2 - R^2}$	Endüktans (Ω)	
$X * \frac{77000/220}{100/5} = 0.40(\Omega / km) * L(km)$	Hattın uzunluğu (km)	
$R * \frac{77000/220}{100/5} = (17\Omega.mm^2/km) * (L / A)$	İletken alanı (mm ²)	

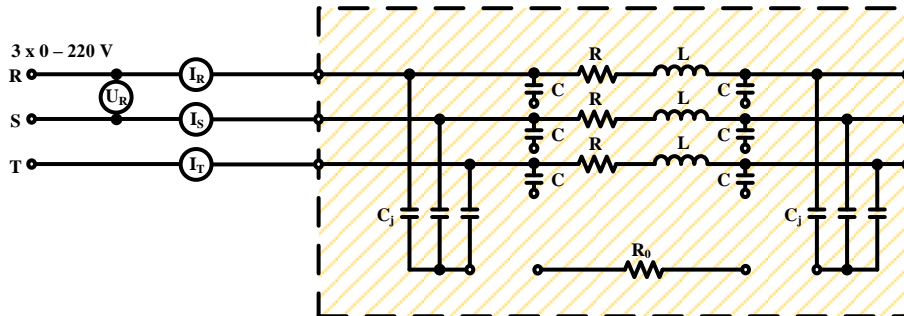
- 1.6. Hesaplanan iletken kesit alanına göre standart iletken kesitini belirleyiniz.
 1.7. Hesaplanan hat uzunluğu ile gerçek hat uzunluğu değerleri arasında fark mı? Var ise sebebi ne olabilir?

2. Yüksüz Durum Testi

- 2.1. **Şekil 2**'ye göre MV 1420 modeli üzerinde devre bağlantılarını yapınız.
 2.2. Üç fazlı varyak yardımıyla gerilimi kontrollü bir şekilde voltmetreden **faz-nötr nominal gerilim (127V)** değeri gözlemleninceye kadar artırınız.
 2.3. Bir faza ait ortak kapasitans akım (**I_c**) değerini **Tablo 3**'e kaydediniz.
 2.4. Üç fazlı varyağı kapatınız.



Şekil 2. İletim hattı modeli yüksüz durum deney bağlantı şeması I.



Şekil 3. İletim hattı modeli yüksüz durum deney bağlantı şeması II.

- 2.5. **Şekil 3**'te gösterildiği gibi fazlar arasındaki kapasitelere (**C**) ait bağlantıları kaldırınız, ama toprak kapasitelerinin (**C_j**) bağlantılarını koruyunuz.

- 2.6. Üç fazlı varyak yardımıyla gerilimi kontrollü bir şekilde voltmetreden **faz-nötr nominal gerilim (127V)** değeri gözlemleninceye kadar artırınız.
- 2.7. Bir faza ait toprak kapasitans akım (I_{cj}) değerini **Tablo 3**'e kaydediniz.
- 2.8. Üç fazlı varyağı kapatınız.

Tablo 3. Yüksüz durum testi ölçüm sonuçları.

I_c (A)	
I_{cj} (A)	

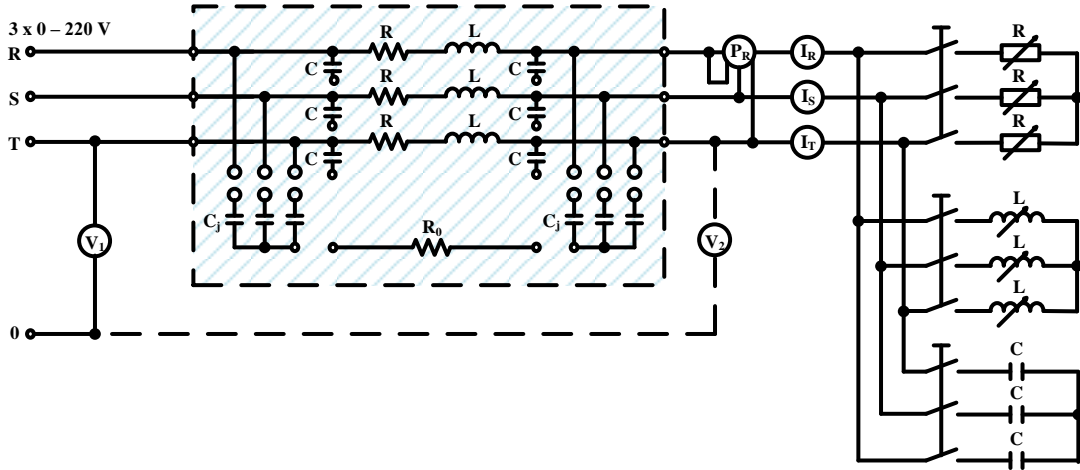
- 2.9. **Tablo 3**'teki ölçülen değerleri aşağıda verilen denklemlerde kullanarak modele ve hatta ait ortak (C) ve toprak (C_j) kapasitelerinin değerlerini deney raporunda hesaplayıp **Tablo 4**'e kaydediniz.

Tablo 4. Yüksüz durum testi hesaplanan değerleri.

Hatırlatma	Açıklama	Hesaplanan Değer
$I_c = (220/\sqrt{3}) * 2\pi * f * C$	Model ortak kapasitansı	
$I_{cj} = (220/\sqrt{3}) * 2\pi * f * C_j$	Model toprak kapasitansı	
$I_c * 20 = (77000/\sqrt{3}) * 2\pi * f * C$	Hattın ortak kapasitansı	
$I_{cj} * 20 = (77000/\sqrt{3}) * 2\pi * f * C_j$	Hattın toprak kapasitansı	

- 2.10. Ölçülen ortak kapasitans akımı ile toprak kapasitans akımı değerleri arasında fark mıdır? Var ise sebebi ne olabilir?

3. Yüklü Durum Testi



Şekil 4. İletim hattı modeli yüklü durum deney bağlantı şeması.

- 3.1. Şekil 4'e göre **MV 1420 modeli** üzerindeki bağlantıyı yapınız. Model çıkışına sadece direnç **yük** grubunu bağlayınız. İletim hattı modelindeki kapasiteleri çıkartınız. Yükler yıldız bağlı ve simetrik olduğu için bir faza ait parametre değerlerini ölçmek yeterli olacaktır.
- 3.2. Yük bankasının kademelerini ayarlayarak ampermetre, voltmetre ve cosφ metre değerlerini okuyup **Tablo 5**'e kaydediniz.

Tablo 5. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

3.2	Kademe	1.	2.	3.	4.	5.
	U ₁					
	I					
	U ₂					
	cosφ					

3.3. İletim hattı modelindeki bütün kapasiteleri devreye alarak sadece **direnç yük** grubunu model çıkışına bağlayınız.

3.4. Yük bankasının kademelerini ayarlayarak ampermetre, voltmeter ve cosφmetre değerlerini okuyup **Tablo 6**'e kaydediniz.

Tablo 6. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

3.4	Kademe	1.	2.	3.	4.	5.
	U ₁					
	I					
	U ₂					
	cosφ					

3.5. İletim hattı modelindeki kapasiteleri çıkartarak, model çıkışına **direnç yük** grubuna **paralel endüktif yük** grubunu bağlayınız.

3.6. Yük bankalarının kademelerini istenilen şekilde ayarlayarak ampermetre, voltmeter ve cosφmetre değerlerini okuyup **Tablo 7**'e kaydediniz.

Tablo 7. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

3.6	Kademe	1.	2.	3.	4.	5.
	U ₁					
	I					
	U ₂					
	cosφ					

3.7. İletim hattı modelindeki bütün kapasiteleri devreye alarak model çıkışına **direnç** ve **endüktif yük** gruplarını paralel bağlayınız.

3.8. Yük bankalarının kademelerini istenilen şekilde ayarlayarak ampermetre, voltmeter ve cosφmetre değerlerini okuyup **Tablo 8**'e kaydediniz.

Tablo 8. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

3.8	Kademe	1.	2.	3.	4.	5.
	U ₁					
	I					
	U ₂					
	cosφ					

3.9. İletim hattı modelindeki kapasiteleri çıkartarak, model çıkışına **direnç yük** ve **kapasitif yük** gruplarını bağlayınız.

3.10. Yük bankalarının kademelerini istenilen şekilde ayarlayarak ampermetre, voltmeter ve cosφmetre değerlerini okuyup **Tablo 9**'e kaydediniz.

Tablo 9. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

3.10	Kademe	1.	2.	3.	4.	5.
	U ₁					
	I					
	U ₂					
	cosφ					

3.11. İletim hattı modelindeki bütün kapasiteleri devreye alarak model çıkışına **direnç ve kapasitif yük** gruplarını paralel bağlayınız.

3.12. Yük bankalarının kademelerini istenilen şekilde ayarlayarak ampermetre, voltmetre ve cosφmetre değerlerini okuyup **Tablo 10**'e kaydediniz.

Tablo 10. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

3.12	Kademe	1.	2.	3.	4.	5.
	U ₁					
	I					
	U ₂					
	cosφ					

3.13. **Tablo 5-10**'deki ölçülen **3. kademe değerlerini** aşağıda verilen denklemlerde kullanarak iletim hattı modeline ait gerilim düşümünü (U_Δ), hattın ortak kapasitans akımını (I_c) ve faz açısını (φ) hesaplayınız.

Tablo 11. Yüklü durum testi hesaplanan değerler.

Hatırlatma	Açıklama	Hesaplanan
$I_c = 0.5 * 2\pi * f * C * U_2$	Model ortak kapasitans akımı	
$U_{\Delta} = U_1 - U_2 = R * I * \cos \varphi + X * I * \sin \varphi - X * I_c$	İletim hattı gerilim düşümü	
$\varphi = \arccos \varphi$	Güç katsayısı	

3.14. Direnç yük akımı veya gerilimini referans kabul ederek direnç yük, direnç- endüktif yük, direnç-kapasitif yükler için hat başı fazör diyagramlarını çiziniz.

3.15. **Tablo 5-10** aralarındaki yük üzerine düşen gerilim (U₂) ve kaynaktan çekilen akımı (I) kullanarak **3.2, 3.4, 3.6, 3.8, 3.10 ve 3.12** için **akım-gerilim grafiğini** çiziniz.

YÜKSEK GERİLİM İLETİM HATTI MODELİ

GİRİŞ

KURAM

DENEY YÖNTEMİ

DENEY SONUÇLARI

1. Kısa Devre Testi

Tablo 1. Kısa devre testi ölçüm sonuçları.

U_R (V)	I_R (A)	P_R (W)

Tablo 2. Kısa devre testi hesaplanan değerleri

Hatırlatma	Açıklama	Hesaplanan Değer
$Z = U_R / I_R$	Empedans (Ω)	
$R = P_R / I_R^2$	Direnç (Ω)	
$X = \sqrt{Z^2 - R^2}$	Endüktans (Ω)	
$X * \frac{77000/220}{100/5} = 0.40(\Omega / km) * L(km)$	Hattın uzunluğu (km)	
$R * \frac{77000/220}{100/5} = (17\Omega.mm^2/km) * (L / A)$	İletken alanı (mm^2)	

1.6. Hesaplanan iletken kesit alanına göre standart iletken kesitini belirleyiniz.

1.7. Hesaplanan hat uzunluğu ile gerçek hat uzunluğu değerleri arasında fark mı? Var ise sebebi ne olabilir?

2. Yüksüz Durum Testi

Tablo 3. Yüksüz durum testi ölçüm sonuçları.

I_c (A)	
I_{cj} (A)	

Tablo 4. Yüksüz durum testi hesaplanan değerleri.

Hatırlatma	Açıklama	Hesaplanan Değer
$I_c = (220/\sqrt{3}) * 2\pi * f * C$	Model ortak kapasitansı	
$I_{cj} = (220/\sqrt{3}) * 2\pi * f * C_j$	Model toprak kapasitansı	
$I_c * 20 = (77000/\sqrt{3}) * 2\pi * f * C$	Hattın ortak kapasitansı	
$I_{cj} * 20 = (77000/\sqrt{3}) * 2\pi * f * C_j$	Hattın toprak kapasitansı	

2.10. Ölçülen ortak kapasitans akımı ile toprak kapasitans akımı değerleri arasında fark mıdır? Var ise sebebi ne olabilir?

--

3. Yüklü Durum Testi

3.1. İletim hattı modeli üzerindeki kapasiteleri devre dışı bırakarak model çıkışında sadece **direnç yük** bağlı iken elde edilen ölçüm sonuçları.

Tablo 5. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

3.2	Kademe	1.	2.	3.	4.	5.
	U ₁					
	I					
	U ₂					
	COSφ					

3.2. İletim hattı modeli üzerindeki kapasiteleri devreye alarak model çıkışında sadece **direnç yük** bağlı iken elde edilen ölçüm sonuçları.

4. Tablo 6. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

3.4	Kademe	1.	2.	3.	4.	5.
	U ₁					
	I					
	U ₂					
	COSφ					

3.3. İletim hattı modeli üzerindeki kapasiteleri devre dışı bırakarak model çıkışında **direnç ve endüktif yükler** bağlı iken elde edilen ölçüm sonuçları.

Tablo 7. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

3.6	Kademe	1.	2.	3.	4.	5.
	U ₁					
	I					
	U ₂					
	COSφ					

3.4. İletim hattı modeli üzerindeki kapasiteleri devreye alarak model çıkışında **direnç ve endüktif yükler** bağlı iken elde edilen ölçüm sonuçları.

Tablo 8. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

3.8	Kademe	1.	2.	3.	4.	5.
	U ₁					
	I					
	U ₂					
	COSφ					

3.5. İletim hattı modeli üzerindeki kapasiteleri devre dışı bırakarak model çıkışında **direnç ve kapasitif yükler** bağlı iken elde edilen ölçüm sonuçları.

Tablo 9. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

3.10	Kademe	1.	2.	3.	4.	5.
	U ₁					
	I					
	U ₂					
	COSφ					

3.6. İletim hattı modeli üzerindeki kapasiteleri devreye alarak model çıkışında **direnç ve kapasitif yükler** bağlı iken elde edilen ölçüm sonuçları.

Tablo 10. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

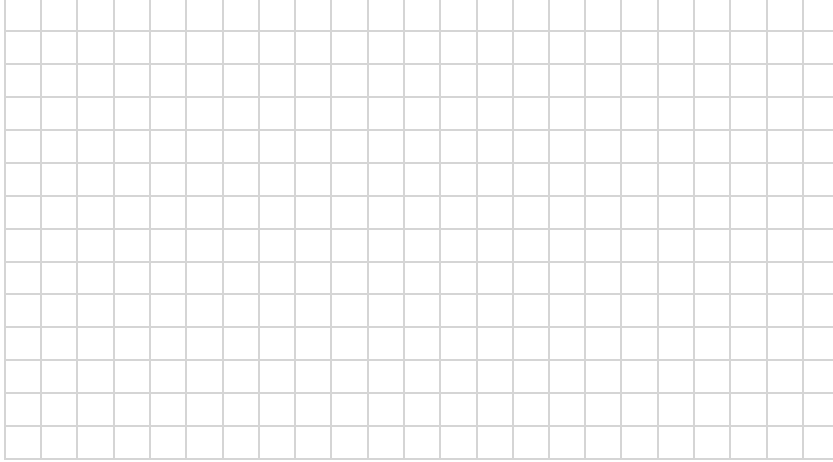
3.12	Kademe	1.	2.	3.	4.	5.
	U ₁					
	I					
	U ₂					
	COSφ					

3.7. Tablo 5-10'deki ölçülen 3. kademe değerlerini aşağıda verilen denklemlerde kullanarak iletim hattı modeline ait gerilim düşümünü (U_{Δ}), hattın ortak kapasitans akımını (I_c) ve faz açısını (φ) hesaplayınız.

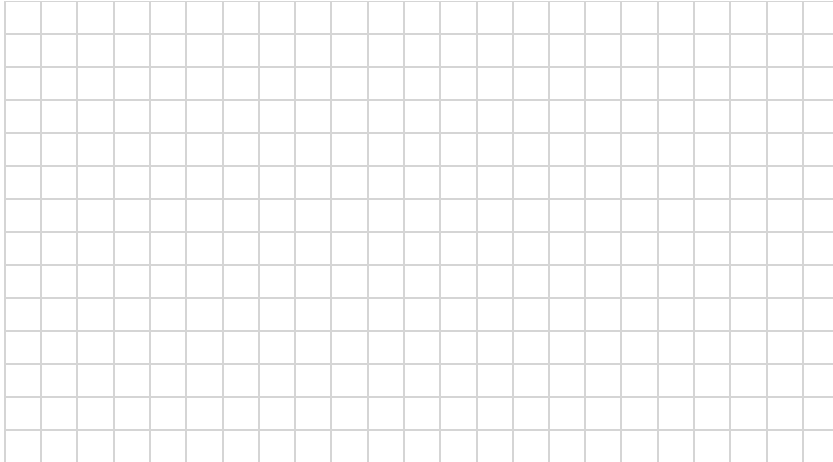
Tablo 11. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

	U_{Δ}	I_c	φ
3.2			
3.4			
3.6			
3.8			
3.10			
3.12			

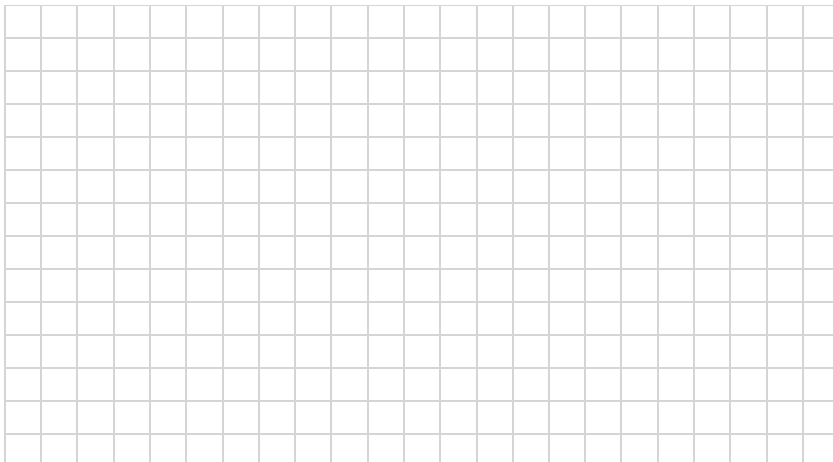
3.8. Hat sonundaki akım veya gerilimi referans kabul ederek **direnç yük, direnç-endüktif yük, direnç-kapasitif** yükler için hat başı fazör diyagramlarını çiziniz



Şekil 3.1 Direnç (R) yük fazör diyagramı

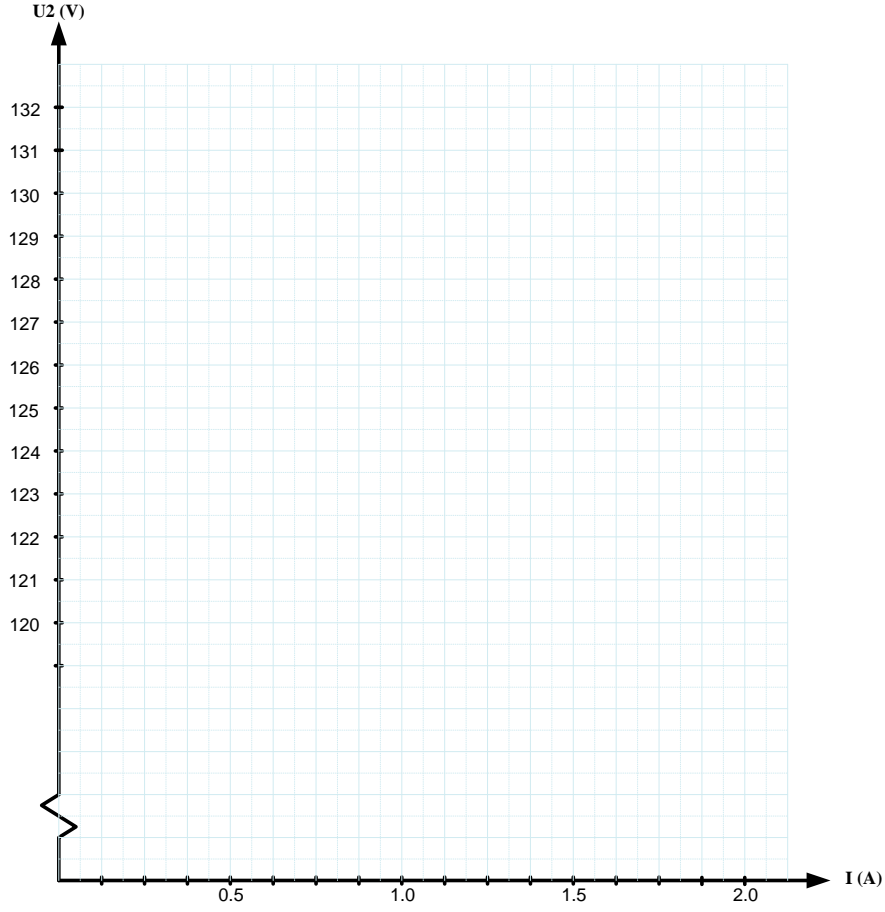


Şekil 3.2 Direnç- Endüktif (R-L) yük fazör diyagramı



Şekil 3.3 Direnç-Kapasitif (R-C) yük fazör diyagramı

3.9. Tablo 5-10 aralarındaki yük üzerine düşen gerilim (U_2) ve kaynaktan çekilen akımı (I) kullanarak 3.2, 3.4, 3.6, 3.8, 3.10 ve 3.12 için akım-gerilim grafiğini çiziniz.



Şekil 3.4 Yüklü durum testi akım-gerilim grafiği

4. DEĞERLENDİRME



REAKTİF GÜÇ KOMPANZAYONU

DENEYİN AMACI

Reaktif güç katsayısının düzeltilmesi işlemini genel hatları ile incelemek.

HAZIRLIK SORULARI

- 1) Kompanzasyon türleri nelerdir? Birkaç cümleyle açıklayarak birer örnek veriniz.
- 2) Akım trafosunun yapısı, işlevi ve çalışması kısaca açıklayınız?
- 3) Kompanzasyon sisteminde olabilecek arızalar nelerdir? Araştırınız.
- 4) Üç fazlı kompanzasyon sistemlerinde kondansatör gruplarının niçin üçgen bağlanması tercih edilir? Kondansatörlerin yıldız ve üçgen bağlanmasını şekil çizerek gösteriniz? Her iki bağlantı durumu için oluşan reaktif güç miktarlarını karşılaştırınız? (*)
- 5) Tek fazlı bir kompanzasyon sisteminde kondansatör grupları nasıl bağlanır?
- 6) Bir kompanzasyon sistemi tasarımı için reaktif güç kontrol rölesi olmasaydı güç katsayısının kontrolünü sağlayacak bir sistem (algoritma) öneriniz? (*)

TEORİK BİLGİ

1. Giriş

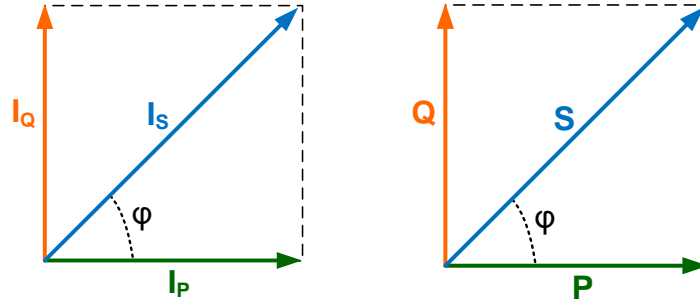
Sürekli gelişen elektrik ve elektronik sektöründe enerji kalitesi giderek daha büyük önem kazanmaktadır. Kaliteli enerjinin en önemli unsuru, güç katsayısı ($\cos \phi$) kontrolüdür. Düşük güç katsayısı, ekipmanların daha büyük kapasitede seçilmesine neden olur ve şebekeden daha çok güç çekerek elektrik faturalarının yükselmesine yol açar.

Elektrik yüklerini iki gruba ayırabiliriz: Birinci grup, elektrik enerjisini saf ısı enerjisine dönüştüren rezistör ve akkor flamanlı lambalar gibi sadece aktif güç çeken elemanlardır. İkinci grup ise manyetik veya statik alan ile çalışan işletme araçlarıdır – bobin, elektrik motorları, havai hatlar, redresörler, ark fırınları ve floresan lambalar.

İletim hatları üzerinden reaktif güç dağıtımı, aktif güçle birlikte gerçekleştiğinde kayıplar artar. Bu nedenle, kompanzasyon yoluyla iletim hattındaki reaktif gücü azaltmak güç katsayısını yükseltir. Bunun sonucunda transformatör daha çok alıcılığı besleyebilir, açma-kapama cihazları optimum boyutta seçilir ve daha küçük kablo kesiti kullanılabilir.

2. Reaktif Güç ve Güç Katsayısı

Tüketicilerin şebekeden çektikleri alternatif akımın aktif ve reaktif bileşenleri bulunur. Aktif akımdan oluşan güç, tüketici tarafından faydalı işe dönüştürülebilirken, reaktif akımdan oluşan güç faydalı güce çevrilemez. Reaktif güç yalnızca manyetik alan oluşturmak için şebekeden çekilir ve sonra şebekeye geri verilir. Bu süreç, hatlarda gerilim düşümüne yol açar ve devre elemanlarının daha yüksek akım ve güç çekmesine neden olur. Normal sayaçlar tüketicinin kullandığı aktif güç enerjisini ölçebilirken, reaktif enerjiyi ölçemez. Reaktif enerjiyi kaydetmek için özel bir reaktif güç sayacı gereklidir.



Şekil 1. Alternatif akımın ve gücün bileşenleri.

Şekil 1'de Alternatif akım ve güç fazörlerinin birbirine göre durumları gösterilmiştir. Faz gerilimi doğrultusundaki I_P aktif akımı ile I hat akımı veya P aktif gücü ile S görünür gücü arasındaki φ açısına **faz açısı** veya bunun kosinüsüne **güç katsayısı** denir.

Tablo 1. Alternatif akımın ve gücün bileşenleri.

Sıra	Eşitlik	Açıklama
1	$S = UI$	Görünür güç (VA)
2	$P = S \cos \varphi$	Aktif güç (W)
3	$Q = S \sin \varphi$	Reaktif güç (VAR)
4	$\cos \varphi = P/S$	Güç katsayısı
5	$I_P = I \cos \varphi$	Aktif akım (A)
6	$I_Q = I \sin \varphi$	Reaktif akım (VAR)
7	$I = \sqrt{I_P^2 + I_Q^2}$	Akım (A)

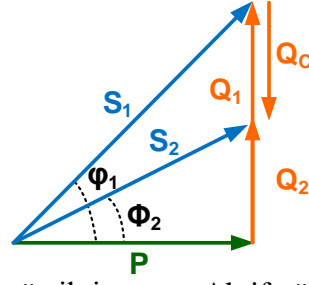
3. Reaktif Güç Üretimi ve Kompanzasyon

Reaktif güç ihtiyacını karşılamak için bu gücün bir yerde üretilmesi gerekir. Reaktif güç üretimini iki şekilde gerçekleştirebiliriz. Bunlardan ilki dinamik faz kaydırıcılarıdır. Bu grupta en çok tercih edilen cihazlar aşırı uyarılmış senkron motorlardır. Bu motorlar, santrallerden gelen enerji nakil hatlarının sonuna ve tüketim merkezlerinin başına paralel bağlanarak reaktif güç ihtiyacını karşılar.

Kondansatörler, reaktif güç üreticilerinin ikincisidir. Bu cihazların kayıpları oldukça düşüktür ve güçlerinin %0.5'inden azdır. Ayrıca kondansatörler ile istenilen her güçte bir reaktif güç elde edilebildiğinden kompanzasyon için en uygun yöntemdir.

4. Reaktif Güç İhtiyacının Tespiti

Tüketicinin veya tesisin reaktif güç ihtiyacını tespit ederken önce söz konusu şebekeden çektiği S_1 görünür gücün, buna ait $\cos\varphi_1$ katsayısının ve bundan sonra güç katsayısının yükseltilmesi istenen $\cos\varphi_2$ değerinin bilinmesi gereklidir. Güç katsayısının $\cos\varphi_2$ değerine yükseltmek için gerekli olan reaktif gücü veya kondansatör gücünü belirlemek için gerekli fazör diyagramı aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2. Reaktif güç ihtiyacının Aktif güç sabitken tespiti.

Tablo 2. Kompanzasyon için reaktif güç tespiti.

Sıra	Eşitlik	Açıklama
1	$P = S_1 \cos \varphi_1$	Kompanzasyon öncesi aktif güç (W)
2	$Q_1 = S_1 \sin \varphi_1 = P \tan \varphi_1$	Kompanzasyon öncesi reaktif güç (VAR)
3	$P = S_2 \cos \varphi_2$	Kompanzasyon sonrası aktif güç (W)
4	$Q_2 = S_2 \sin \varphi_2 = P \tan \varphi_2$	Kompanzasyon sonrası reaktif güç (VAR)
5	$Q_C = Q_1 - Q_2$	Kompanzasyon için gerekli reaktif güç (VAR)
6	$Q_C = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$	Kompanzasyon için gerekli reaktif güç (VAR)
7	$Q_{C\Delta} = 3Q_{CY}$	Üçgen ve yıldız bağlantı için reaktif güç (VAR)

5. Reaktif Güç Kontrol Rölesi

Reaktif güç kontrol rölesi, otomatik olarak ayarlanan güç katsayısına ulaşmak için belirlenen değerlerdeki kapasite gruplarını devreye alıp çıkartan elektronik bir cihazdır. Şekil 3'teki blok diyagramında görüldüğü gibi, reaktif güç rölesi temel olarak ölçme, karşılaştırma ve anahtarlama olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır.



Şekil 3. Reaktif güç rölesinin ana bölümleri.

5.1. Ölçme Bölümü

Güç katsayısı düzenlenecek sistemin reaktif güç gereksinimini belirleyebilmek için röleye akım ve gerilim bilgilerinin verilmesi gerekir. Gerilim bilgisi, tek fazla çalışan rölelerde faz-nötr geriliminden yapılan bağlantıyla sağlanırken, üç faz bağlantılı rölelerde akım trafosunun bulunduğu faz dışındaki iki faz arasındaki gerilim ölçümde referans olarak kullanılır. Akım bilgisi ise akım trafosundan elde edilir.

5.2. Karşılaştırma Bölümü

Ölçme bölümünden gelen sinyal, sistemin reaktif güç ihtiyacını veya fazlalığını belirtir. Burada c/k ayarıyla rölenin ne zaman işleme geçmesi gerektiği, $\cos\phi$ ayarlarıyla da ulaşılmak istenen kompanzasyon düzeyi bilgi olarak verilir.

Otomatik kompanzasyon tesisleri, çekilen reaktif gücü yalnızca basamaklar halinde değiştirebilir. Buna karşın, güç gereksiniminin değişimi sürekli. Bu nedenle hedeflenen kompanzasyon düzeyine ancak zaman içindeki ortalama değer olarak ulaşılabilir.

5.3. Anahtarlama Bölümü

Anahtarlama bölümü, karşılaştırma bölümünden gelen bilgiyi kullanarak kademe kontaktörlerini denetler. Bu bölümdeki 'aşağı yukarı' sayıcı, devredeki kademe sayısını sürekli bellekte tutar. Sayıcı, karşılaştırma bölümünden gelen sinyale göre bir kademe kondansatörü ya devreye alır ya da devreden çıkarır. İki anahtarlama arasındaki gecikme de bu bölümde oluşturulur.

Röle türüne göre **8-20 saniye** arasında değişen bu geciktirmenin iki işlevi vardır: Devreden çıkarılan bir kondansatör grubunun üzerindeki kalıntı yük boşalmadan yeniden devreye alınmasını önler ve reaktif kontaklar ile kondansatörlerin hızlı değişimden kaynaklanan aşınmasını azaltarak ömürlerini uzatır. Kontaktör sargısının besleme yolunu açıp kapatmak için elektromekanik minyatür röleler kullanılır.

5.4. Reaktif Güç Kontrol Rölesinin Önemli Parametreleri

$\cos\phi$: Güç sisteminde tesisinizin şebekeden çekeceği reaktif gücü belirler. Ulaşılmak istenilen $\cos\phi$ değerinin röleye girilmesini sağlar.

c/k : Birinci kademede kondansatörün $kVar$ cinsinden gücünün, akım trafosu dönüştürme oranına bölümünden oluşur. Bazı reaktif güç kontrol rölelerinde hesaplanan c/k değeri röleye doğrudan girilirken, diğerlerinde ise kondansatör kademelerindeki kapasite değerleri ve akım trafosu dönüştürme oranı girildiğinde, röle c/k değerini kendisi hesaplar.

Kademe: Kompanzasyon için kaç kademe kapasite grubunun gireceğini belirler.

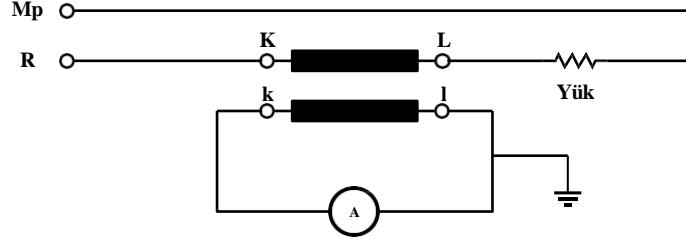
Sıralama: Kondansatör kademelerinin hangi sıra ile sıralanacağını belirler. Örneğin 1:1:1, 1:2:2, 1:2:4 gibi değerler alır. Bu sıralamalar sonucu farklı sayısal varyasyonlar oluşur. Burada dikkat edilmesi gereken husus; sıralamadaki herhangi bir sayı kendisinden önceki sayıdan küçük olmayacak ve en fazla 2 katı olabilir. Bazı rölelerde sıralama program olarak da ifade edilebilir.

Zaman: Kondansatörlerin hangi gecikme süresi ile devreye girip çıkacağı zamanı belirler. Tesisin enerji akışına göre, çok sık anahtarlama oluşturmayacak şekilde bir değere ayarlanır.

Trafo parametreleri: Akım trafosunun gerilim, dönüştürme oranı ve faz açısının girilir.

6. Akım Transformatörü

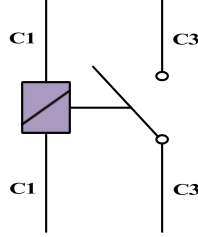
Akım trafosu, elektromanyetik bir devre elemanı olarak üzerinden geçen akımı belirlenen oranda düşürür ve sekonderine bağlı ölçü ve koruma sistemlerinin kullanabileceği seviyeye getirir. Bu ölçü transformatörü, gerekli akımı ve izolasyonu sağlar. Primer ve sekonder akımları arasında faz farkının sıfır olması, en önemli özelliklerinden biridir. Akım transformatörleri devreye seri bağlanır ve sekonder devreleri kısa devre prensibiyle çalışır.



Şekil 4. Akım transformatörü bağlantısı.

7. Kontaktör

Kontaktörler, devreyi açıp kapama özelliğine sahip yüksek güçlü elektromanyetik anahtarlardır. Temel olarak kontak ve elektromanyetik bobinden oluşurlar. Kontaklar devreyi açıp kapatır, bobin ise bu kontakların hareketini sağlar. Kontaktörlerde iki tür kontak bulunur: normalde açık (NA) ve normalde kapalı (NK). Kontaktör bobini enerjilendiğinde, NA kontakları kapanır ve NK kontakları açılarak anahtarlama gerçekleşir.

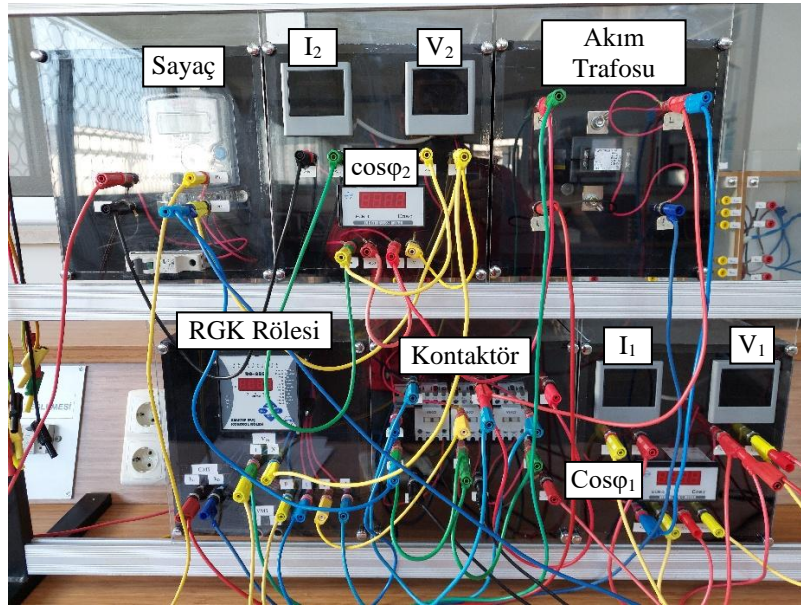


Şekil 5. Kontaktör anahtarlama bağlantısı.

- (4) **Kademe sırasını (1:2:3)** yaparak **Tablo 4**'teki rezistif yük değerlerini ve endüktif yük kademelerine göre yük bankasını yükleyiniz. Kapasite gruplarının değerlerini ayarlayınız. Her basamakta devreye giren kapasite gruplarını, akım, gerilim ve kosinüsfi değerlerini kaydediniz. (* işaretli olan değerleri teorik olarak hesaplayınız.

Tablo 4. Deney tablosu.

Sıra	P_R	Q_L	P_L	I_1	V	$\cos\phi_1$	I_2	$\cos\phi_2$	Q_C^*	Q_T^*	Kad.
1	100										
2	100										
3	100										
4	100										
5	100										
6	100										



(a) Temel deney kurulum durumu



(b) Endüktif yük bankı



(c) Kapasitif yük bankı

Şekil 7. Deney düzeneği fotoğrafı.

DENEY RAPORUNDA İSTENENLER

1. Tablo-3 ve Tablo-4'teki değerleri kaydediniz. Her iki tablo için hesaplamaları yaparak **c/k** değerlerini bulunuz.
2. Kompanzasyonda kullanılan üç faz kondansatör gruplarının içerisindeki kondansatörler neden üçgen bağlıdır? Yıldız bağlandığı durumlar var mıdır? Açıklayınız.

REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU

1. GİRİŞ

2. KURAM

3. DENEY YÖNTEMİ

DENEY SONUÇLARI

1. Reaktif Güç Rölesinin ayarının yapılması için ilk kademe kondansatörünüzün gücüne bağlı olarak formül yardımı ile c/k değerini hesaplayınız.

2. **Tablo-3**'deki rezistif yük değerlerini ve endüktif yük kademelerine göre yük bankasını yükleyiniz. Kapasite gruplarının değerlerini ayarlayınız. Her basamakta devreye giren kapasite gruplarını, akım, gerilim ve kosinüsfi değerlerini kaydediniz. (* işaretli olan değerleri teorik olarak hesaplayınız.

Tablo-3. Deney tablosu

Sıra	P_R	Q_L	P_L	I_1	V	$\cos\phi_1$	I_2	$\cos\phi_2$	Q_C^*	Q_T^*	Kademe
1	100										
2	100										
3	100										
4	100										
5	100										
6	100										

3. **Kademe sırasını (1:2:3)** yaparak **Tablo-4**'deki rezistif yük değerlerini ve endüktif yük kademelerine göre yük bankasını yükleyiniz. Kapasite gruplarının değerlerini ayarlayınız. Her basamakta devreye giren kapasite gruplarını, akım, gerilim ve kosinüsfi değerlerini kaydediniz. (* işaretli olan değerleri teorik olarak hesaplayınız.

Tablo-4. Deney tablosu

Sıra	P_R	Q_L	P_L	I_1	V	$\cos\phi_1$	I_2	$\cos\phi_2$	Q_C^*	Q_T^*	Kademe
1	100										
2	100										
3	100										
4	100										
5	100										
6	100										

4. Kompanzasyonda kullanılan üç faz kondansatör gruplarının içerisindeki kondansatörler neden üçgen bağlıdır? Yıldız bağlandığı durumlar var mıdır? Birkaç cümle ile açıklayınız.

4.1. Reaktif güç kompanzasyonu uygulamasını içeren aşağıdaki sisteme ait kompanzasyon hesabı yapılacaktır. Buna göre atölyede aşağıdaki yükler bulunmaktadır:

A Grubu Motorlar	B Grubu Motorlar	Aydınlatma	Harici Yükler	Akım trafosu Dönüştürme oranı (k)
$P_{\phi}=30 \text{ kW}$ $\eta=8X, Y$ $U=380 \text{ V}$ $I_n=84A$ 5 Adet	$P_{\phi}=75 \text{ kW}$ $\eta=9Y, X$ $U=380 \text{ V}$ $I_n=145A$ 3 Adet	$P_{\text{lamba}}=36W$ $\text{Cos}\phi=0,90$ $U=220 \text{ V}$ 150 Adet (Tek faz)	$S=30 \text{ kVA}$ $\text{Cos}\phi=0,90$ $U=380 \text{ V}$	Primer Akımı 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1500 Sekonder Akımı: 5A

Fabrikanın 24 saatlik çalışma programı şu şekildedir:

- 08:00 - 20:00 = 2 adet A grubu motor, 2 adet B grubu motor, aydınlatma yükünün yarısı
- 20:00 - 08:00 = Tüm motorlar, tüm aydınlatma, tüm harici yükler

devrededir. Bu şekilde çalışan bir sistem için kompanzasyon hesabı yapılması istenmektedir. Sistemin çalışmasına müsaade edilen güç katsayısı değeri 0,98 (end) olacaktır.

- a) RGK rölesinin tüm önemli parametrelerini (c/k, kademe sayısı ve sırası, kapasite) belirleyiniz.
- b) İkinci çalışma durumu için kullandığınız kondansatör değerine göre $\text{cos } \phi$ 'yi kontrol ediniz.

5. DEĞERLENDİRME

POWER FACTOR CONTROLLER RG-B/BS



This user manual is prepared for quick commissioning and operating of the device. Please read this manual carefully before commissioning or operating RG-B/BS

Precautions for Safe Use and Installation

- Maintenance, installation and operation of RG-B/BS must be performed only by the qualified technicians.
- RG-B/BS is connected to the network with current transformer. Do not disconnect the current transformer terminals. If you disconnect them, be sure to short-circuit or connect them to another parallel load which have low impedance. In case of failure, dangerously high voltage at the secondary side of current transformer may cause an electric shock.
- Device is suitable only for panel mounting.
- Verify terminal connections when wiring.
- Do not use this product for any other purpose than its original task.
- Do not operate undervoltage.
- When device is connected to the network, do not remove the front panel.
- Do not open the RG-B/BS's housing. There are no user servicable parts inside it.
- Do not clean the device with solvent or similar items. Only clean with a dry cloth.
- Electrical equipment should be serviced only by your competent seller.



No responsibility is assured by the manufacturer or any of its subsidiaries for any consequences arising out of the use of this material.

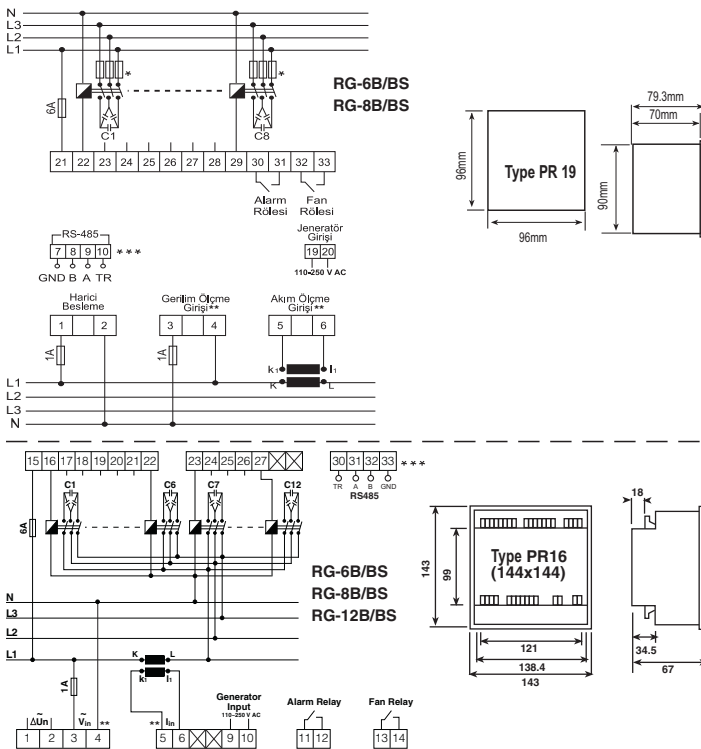
DIMENSIONS

- Panel cut-out dimension must be 91 mm x 91 mm for Type PR19 and 143 mm x 143 mm for Type PR16.
- Before installation, remove the mounting brackets.
- Mount the device to front panel.
- Insert the mounting brackets.
- Wire thickness for voltage and current terminals must be 2,5 mm², but it is suitable for cables which have up to 4 mm² section.
- CAT5 cable is recommended for RS-485 input terminal.

Excessive force can damage to the device.

Turn the screw into the terminals and tighten until the RG-B/BS is secured in place.

CONNECTION DIAGRAM



- * Current value of 3-Fuses, which are connected to protect the capacitors, is chosen according to the nominal current value of capacitors.
- ** At 3 phase 4 wire applications L1 and Neutral must be connected device's voltage measurement inputs, at 3 phase 3 wire applications L2 and L3 phases must be connected. L1 phase's current transformer must be connected to current measurement input. If load is unbalanced, current cable which is nearest value of total average value must be connected to current transformer. In this condition voltage inputs must be set refer to current. When device programmed to automatic setup, it will program suitable phase angle. So it will measure true values and true compensation.



Do not use device without checking terminal connections.

1. RG-B/BS Connection

- For proper operation, current and voltage connections must be connected as shown in the connection diagram.
- After current and voltage terminal connections, capacitor steps' connection must be done according to the connection diagram.
- Lastly, computer communication connection must be done.
- Do not power-up the device before verifying terminal connections.

2. Commissioning RG-B/BS

- Device can detect wrong connection on the way of active power. For correcting connection fault, automatic setup must be mode or in transformer menu there is a sub-menu named "AngL", which is programming phasor angle, suitable phase value must be programmed from here. When user do automatic setup (ASeT), device will open and close 3 phase capacitor in 1st step during correction of connection failure. Sudden changes in loads and nonlinear loads (Thyristor or triac controlled frequency inverter, UPS etc.) existing, automatic setup may not be done. In this condition, user should disconnect the device and restart it and make the same operation. This operation can do with selecting "S-on" under "ASeT" menu. In this case device corrects the errors and then calculates the capacitor values. If user does not want calculating capacitor values, selecting "S-oF" parameter provides this.
- User must be enter capacitor values after entering current and voltage transformer ratios. Capacitor values can be calculated automatically or manually. Device's "ASeT" selecting "S-on" (for details please look Operating Mode Settings) capacitor values will be entered automatically. If 10th program (PS-10) is selected in program menu all capacitor values are measured by switching on/off of the capacitors in sequence. In this program 3 phases capacitor can be connected, without any connection rule, for network needing. If user did this application just like at previous step, does not have to do this step. Selecting other program condition device only calculate 1st step and other steps will be calculated according to selecting program. Device calculates the capacitor values which will be switched "ON" according to selected program; so device switches "ON" / "OFF" the required steps.
- Connection of circuit breaker or automatic fuse between the network and RG-B/BS is highly recommended. Circuit breaker must be in close proximity to the device.
- All used fuses must be FF type and the current values of the fuses must be 2A or 3A and 6A (Refer to Connection Diagram).
- Generator input must be done only when the network is supplied by the generator. Otherwise device will be switched to the generator position for each generator starts including the maintaining purpose.

Generator Input

When 110-250 V AC connection is connected to device's generator input "COS1" position will be at passive, "COS2" will be at active position. So, compensation will do on target COS2 during voltage cut at this input.

CONTROLS and OPERATIONS

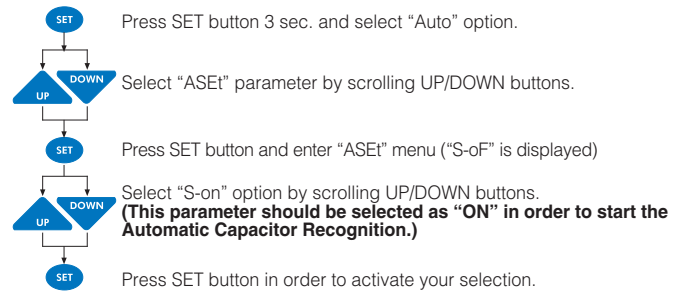


Automatic Capacitor Recognition and Phase Setup Mode

Capacitor values are recognized and saved with "ASeT" operation. For doing this, enter program menu at device and find "ASeT" menu. "ASeT" menu includes 2 parameters which are "S-oF" and "S-on". When selection "S-on" and pressing SET button; firstly device try to find connection failures (such as wrong connection at voltage and current inputs) then recognize all capacitor's steps. If 10th program (PS-10) is selected, all capacitor's power will be measured. In other programs, only first capacitor step power is measured and other capacitor steps are calculated and recorded according to selected program. During capacitor recognition, "S-oF" is selected and pressing SET button, automatic recognition will be ended.

Note: After this process, calculated power values of all capacitor steps always must be controlled. In order to have correct power values for capacitor steps, current and voltage transformer ratios must be entered correctly. If current and voltage transformer ratios are not entered, these ratios are supposed to be "1" and capacitor powers are calculated according to these values. (Refer to VT and CT ratio settings).

Note: If automatic setup is selected as "S-on", automatic mode starts immediately without waiting to escape from the menu.



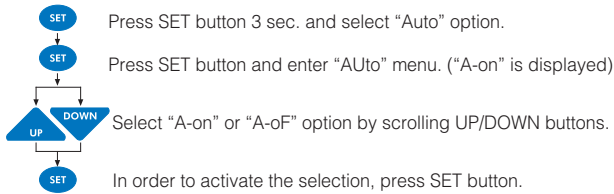
Operating Mode (Automatic/Manual Mode) Settings

RG-B/BS has two operating modes which are automatic mode and manual mode. Operating mode can be selected by selecting "A-on" (automatic) or "A-oF" (manual) option. Manual mode is used for test purpose. In this mode, capacitor steps are switched on&off and so relay outputs of the device are tested. In the manual mode, capacitor steps are switched on by pressing "SEt" button and also capacitor steps are switched off by pressing "ESc" button. Factory set values for switching on (ond) and switching off (oFd) time is 10 sec. These time values can be programmed in the Delay (dELy) menu (Refer to delay time setting). In the manual mode, step numbers, which will be switched on&off, can be programmed in "StEp" menu (Refer to step number setting). Even if manual mode is selected, after 5 minutes, device starts to work in automatic mode and continues to operate in automatic mode.

When automatic mode is selected, AUTO/MAN LED lights on continuously. When manual mode is selected, AUTO/MAN LED blinks.

Warning: Device warns user by blinking (short ON, long OFF) the capacitor steps which will be switched on. Also device warns user by blinking (long ON, short OFF) the capacitor steps which will be switched off. For switching capacitors; voltage inputs must be connected and measured voltage must be higher than (min. 0.5 multiple) programmed nominal network voltage.

POWER FACTOR CONTROLLER RG-B/BS



trF CURRENT and VOLTAGE TRANSFORMER RATIO SETTINGS, PHASE ANGLE and VOLTAGE PROGRAMMING

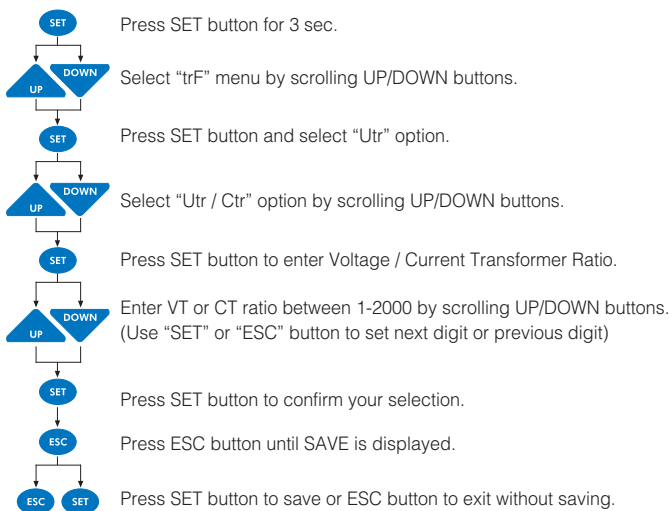
In order to have correct power values for capacitor steps, current and voltage transformer ratios must be entered correctly. Current and voltage transformer ratios are entered in "trF" menu. If no value is entered in the menu, these ratios are supposed to be "1" and capacitor powers are calculated according to these values.

Ctr Current Transformer Ratio

CT ratio can be programmed between 1 and 2000. This value must be the Current Transformer's ratio.
Exp: For 150 A/5 A current transformer, CT ratio must be entered as "30".

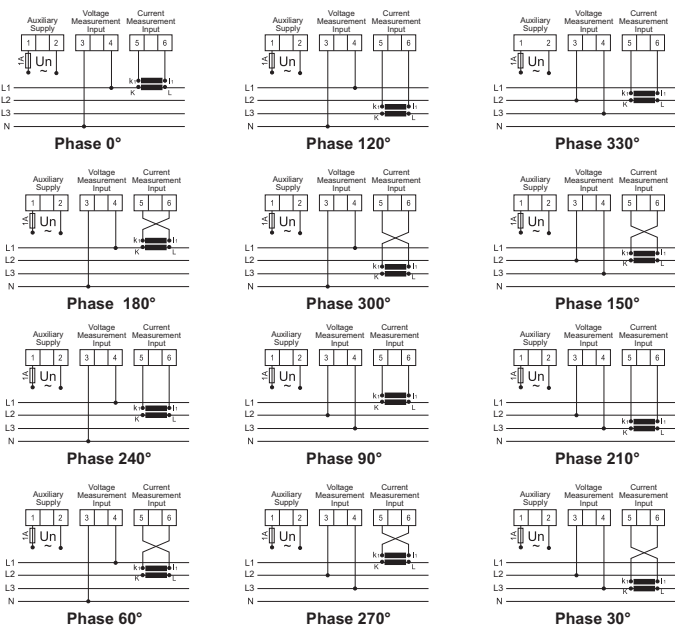
Utr Voltage Transformer Ratio

VT ratio can be set between 1-2000. This value must be the Voltage Transformer's ratio.
Exp: For 34,5 KV / 100 V voltage transformer, VT ratio must be entered as "345".



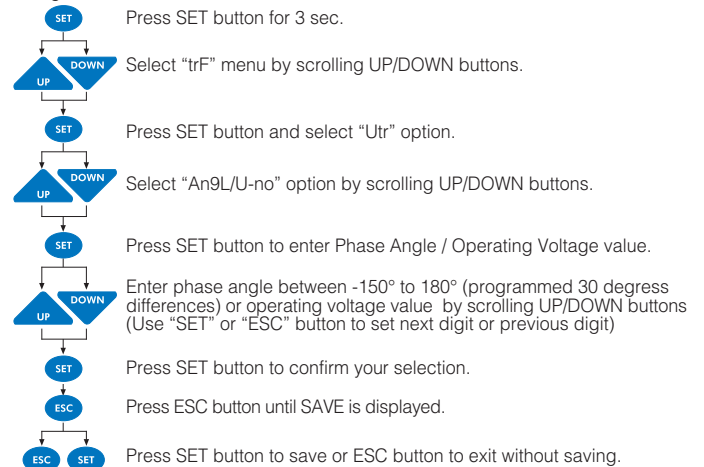
An9L Phase Angle Setting

Changing phase angle for all possibility of current and voltage connections. If user knows phases, which are connected to measurement inputs, can be set at this menu as a manual. Automatic setup (ASET) is recommended for this application. End of "ASET" application, present connection displayed at this menu.
-It can be programmed 30 degree differences between 0 to 360 (0, 30, ..., 330).



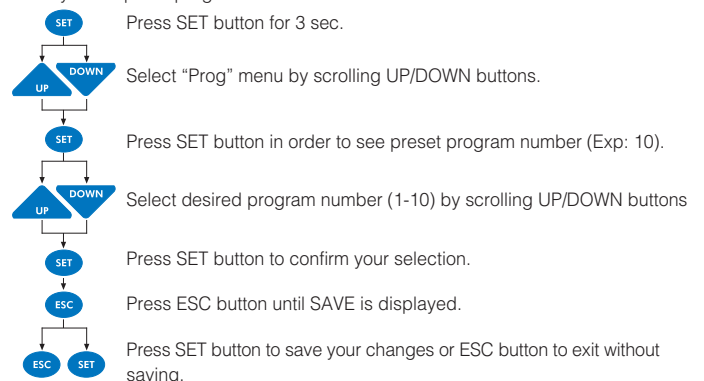
U-no Operating Voltage Programming

Nominal voltage programming at the network. For making true compensation measured voltage value must be higher than min. 0.5 multiple of programming nominal network voltage.



Prog Program Selection

RG-B/BS has 10 different program modes which determines the power ratio sequences of capacitor steps. These are given at below. If capacitors sequence is set just like 2nd program (P-02) (1.1.1.1.....), all needs same connection components. Selecting between 3th program (P-03) to 8th program (P-08) capacitors need less connection components (exp: 1.2.2.....). 9th program (P-09) provides different group powers. 9th program's capacitor sequence working principle is one group's power can be higher than previous groups' first power sums. With this method less capacitors can be used. At 10th program (P-10), there is no rule of arranging the steps from low to high. With auto setup capacitor steps can be calculated automatically or user can enter the capacitor values manually. User can select steady or not used capacitor steps from CAP menu at 10th program. RG-B/BS counts the number of switch on/off of every steps and every time switches on required steps. With this method it saves capacitor's life time duration. Enter your required program such as below definition.



Available Programs

PROGRAM	SEQUENCE
01	linear
02	1.1.1.1.....
03	1.1.2.2.....
04	1.2.2.2.....
05	1.2.3.3.....
06	1.2.4.4.....
07	1.1.2.4.....
08	1.2.3.4.....
09	1.2.4.8.....
*10	Any sequence can be selected by user.

* Recommended program mode.

CAP Step Number Setting

RG-B/BS has 8 capacitor steps. They can be programmed "oFF", "on" and "AUto" for each steps at 10th program.

AUto : Programming capacitor power (kVar) menu.

on : Capacitor programmed as a steady.

oFF : Meaning of there is no capacitor connection at output.

When other programs are selected, 1st step's capacitor power can be programmed. Other steps' power can be programmed according to selected program.

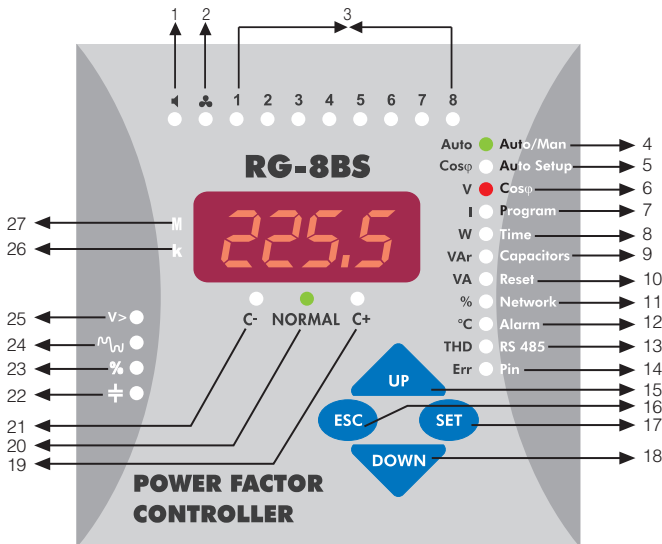
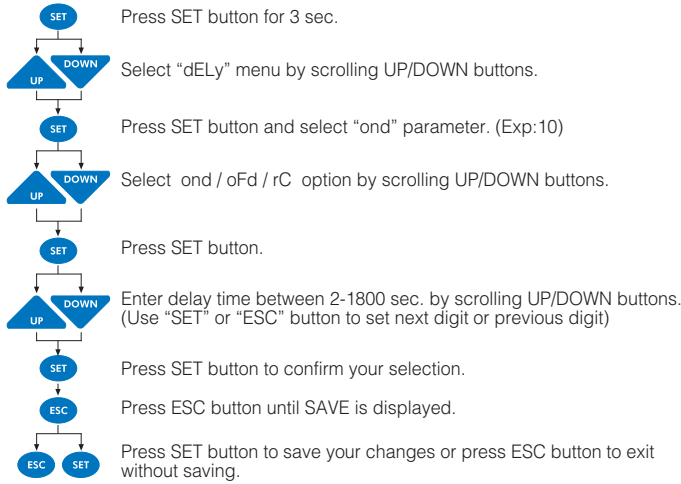
POWER FACTOR CONTROLLER RG-B/BS

dELY

Delay Time Setting

Switching "ON" (ond), Switching "OFF" (oFd) and discharge time (rC) is programmed for the steps.

Delay time between 2 and 1800 sec. can be set in this menu.



1. : In case of any failure, alarm relay is switched on and alarm led lights.
2. : When measured temperature value increase fan measured value after 10 second fan led light will be on.
3. 1,2,3,4,5,6,7,8 LEDs : Shows the status of each capacitor steps.
4. OTO/MAN LED : Indicates if the operating mode is automatic or manual. (If it is continuously ON, RG-B/BS operates in Automatic Mode. If it blinks, RG-B/BS operates in Manual Mode)
5. Cosφ /Auto Setup LED : Press SET button for 3 seconds, when Cosφ/Auto Setup LED is open, automatic setup is done. In measurement mode Cosφ value is displayed.
6. V / Cosφ LED : Press SET button for 3 seconds, when V / Cosφ LED is open COS1 and COS2 is programmed. In measurement mode voltage value is displayed.
7. I / Program LED : Press SET button for 3 seconds, select PROGRAM/I light to select power sequence program. In the measurement mode, current values of related phases are displayed.
8. W / Time LED : Press SET button for 3 seconds, select TIME/W led to set switching on delay time, switching off delay time and discharge time. In the measurement mode, active power value is displayed.
9. VAR / Capacitor LED : Press SET button for 3 seconds, select CAPACITORS/VAR led to set capacitor values and capacitor connections (Auto, on, off). In the measurement mode, reactive power values are displayed.
10. VA / Reset LED : Press SET button for 3 seconds, select RESET/VA LED for erasing alarms. In measurement mode apparent power value is displayed.
11. % / Network LED : Press SET button for 3 seconds, select NETWORK/% LED to set current transformer ratio (Ctr), Voltage transformer ratio (Vtr), phase angle (AngL) and capacitor nominal voltage value (U-no) is set. In measurement mode inductive and capacitive ratio values are displayed as %.
12. °C / Alarm LED : Press SET button for 3 seconds, select ALARM / °C LED to set alarms for over voltage, reactive/active ratio, temperature and harmonics. In measurement mode temperature is displayed.

Operating Voltage (Un)	: (0.9-1.1)xUn	Technical Features	: Please look at the rear label of the device
Operating Voltage Ratio ΔU	: 50mA-5.5A		
Operating Current Range ΔI	: 50 Hz / 60 Hz		
Frequency	: 1% ± 1digit (V,I,Cosφ),		
Measurement Class	: 2%±1 digit (W, VAR, VA)		
Power Consumption	: <2 VA(Current)		
Output Contact	: 3 VA - 10 VA (Voltage)		
Generator Input	: 5 A, 250 V AC, 1250 VA		
No-Volt Feature	: 110V AC ~ 250 V AC		
	: In case of power failure longer than 20 msec., all capacitor steps are disconnected automatically.		
Setting Range			
COS1 Setting	: -0,800, 0,800		
COS2 Setting	: -0,800, 0,800		
CT Ratio	: 1 - 2000		
VT Ratio	: 1 - 2000		
Switching on&off and, Discharge Time Setting	: Switching on&off and discharge times can be set between 2-1800 sec.		
Step Number	: 8		
Over Voltage Value	: Selectable.		
Ambient Temp. Range	: -5° C - 55° C		
Measurement Temp. Range	: 00.0 - 100 °C		
Display	: Red LED Display with 4 Digits		
Equipment Protection Class	: Double Insulation ()		
Cable Section (for terminals)	: 2.5 mm ²		
Terminal Protection Class	: IP 00		
Box Protection Class	: IP 40 (front panel)		
Connection Type	: Terminal		
Dimension	: Type PR19		
Panel Cut-out	: 91x91 mm		
Weight	: 0.70 kg.		
RS-485 Communication*			
Address	: 1-247		
Baud Rate	: 1.200 Kbps, 2.400 Kbps, 4.800 Kbps, 9.600 Kbps, 19.20 Kbps, 38.40 Kbps		
Parity	: no, odd, even		
Default Factory Settings			
Target COS1	: 1,000		
Target COS2	: 0,900		
Program	: P-10		
t-on (Switching on delay)	: 10 sec.		
t-off (Switching off delay)	: 10 sec.		
Discharge time	: 14 sec.		
Over Voltage	: 265,0 V AC		
Delay	: 3,0 sec.		
Step Protection	: oF		
Over Harmonic	: 5,0%		
Delay	: 3,0 sec.		
Step Protection	: oF		
Inductive Ratio Range	: 25		
Capacitive Ratio Range	: 15		
Ratio Time	: 240 hour		
Temperature Protection			
Alarm Value	: 55 °C		
Step Protection	: oF		
Lower Alarm	: 53 °C		
Fan Setting			
Operation Temperature	: 45 °C		
Lower Temp. Value	: 40 °C		
CT Ratio	: 1		
VT Ratio	: 1		
RS-485 Communication			
Address	: 1		
Baud Rate	: 9.600 Kbps		
Parity	: no		
Password	: 1234		
Password Activation	: oFF		

13. THD / RS-485 LED : Press SET button 3 seconds, select RS-485/THD LED for setting address, baudrate and parity values for RS-485 communication protocol. In measurement mode THD values (19th harmonics) is displayed by pressing SET button.
14. Err / Pin LED : Press SET button 3 seconds, select PIN/ERR LED for setting and changing password in measurement mode if any error happens this LED will be on (If there are more than one error, errors' code is displayed by pressing SET button).
15. Up Button : Go to next menu or increase related value.
16. Esc Button : Exit from a menu. In the measurement mode, it is used to exit from harmonic menu.
17. Set Button : Enter to a menu or confirm the data entry. In the measurement mode, it is used to observe the harmonic values of current, voltage and power values.
18. Down Button : Go to the previous menu or decrease related value.
19. C+ LED : This LED represents that RG-B/BS is waiting for switching capacitor steps on.
20. Normal LED : This LED represents that RG-B/BS will not switch any capacitor steps on&off
21. C- LED : This LED represents that RG-B/BS is waiting for switching capacitor steps off.
22. # LED : If capacitor is not connected to the related step, "#" lights is ON.
23. % LED : If reactive energy ratios exceed adjusted set values, "%" led lights.
24. M LED : If voltage harmonic ratios exceed adjusted set values, "M" led lights.
25. V> LED : When the value of voltage exceeds adjusted set value or devices measured the value of voltage less than 30V or when devices can not measure current during auto setup, "V>" light is ON.
26. k LED : Represents measurement values with kilo unit (x10³).
27. M LED : Represents measurement values with mega unit (x10⁶).

POWER FACTOR CONTROLLER RG-B/BS

FAN

Fan Relay Settings

This function is used for "switching-on" and "switching-off" the fan output contact according to measured temperature. There are two submenu as "F-on" and "F-oF".

F-on : This is the assignment menu for programming the switch-on temperature value. After a 10 sec. increasing of the high value of the temperature, contact is going to switched-on and fan led light will be on. Value can be defined between 00.0-99.8 °C. Function is going to be disabled in case of setting as "00.0", "F-oF" value will be 00.0 automatically.

F-oF : This is the assignment menu for programming the switch-off temperature value. Higher value of "F-on" can not be used.

Monitoring the measured temperature

In order to make a correct measurement, device must keep worked at least 30 min. In order to observing the measured environmental temperature, press UP/DOWN buttons until flashing C°/Alarm LED.

ALR

Programmable Alarm Protection

These programs are set for protecting capacitors by user.

UoL

Over Voltage Protection Setup

Protecting capacitors from over voltage. It has 3 parameters.

"SP-U" : It can be programmed between 0-500 V. Setting to "0" means alarm is shutted down.

"dELy" : Delay time. It can be programmed between 0-9999 sec.

"CAP" : It shows step situation in alarm condition. Selecting "on" parameter protects capacitor steps. Selecting "oF" parameter switches off capacitor steps.

THD

Over THDV Protection Setup

Exceeding programmed THDV value situation, device gives alarm. It has 3 parameters.

"SP-t" : %THD can be set between 0-99.9. Setting to "0" means alarm is shutted.

"dELy" : Delay time. It can be programmed between 0-9999 sec.

"CAP" : It shows step situation in alarm condition. Selecting "on" parameter protects capacitor steps. Selecting "oF" parameter switches off capacitor steps.

rAtE

Ratio Protection Setup

Exceeding programmed inductive and capacitive ration in programmed time which was set by user, device give alarm. It has 3 parameters. **"ind"** : Inductive ratio can be set between 0-99.9 %. Setting to "0" means alarm is shutted down.

"CAP" : Capacitive ratio can be programmed between 0-99.9 %. Setting to "0" means alarm is shutted down.

"HoUr" : Programmed between 1-240 hours.

NOTE : Device shows "ind" and "CAP" ratios according to programmed "xxx" hour, so user only can see parameters last "xxx" hours.

HEAT

Over Heat Protection Setup

Exceeding programmed temperature value which was set by user, device gives alarm after 10 sec. It has 3 parameters.

"SP-H" : Temperature alarm value can be set between 0-99.9 °C. Setting to "0" means alarm is shutted down.

"SP-L" : Back to temperature alarm value can be set between 0-99.9 °C. "SP-H" value must not be set as high value.














"CAP" : Determine the status of the alarm levels. Selecting "on" parameter protects capacitor step condition, selecting "oF" parameter switch off all capacitor steps.

E-07

Displaying the Alarm Codes which are given by the device

Related Alarm LED is on if any failure is occurred for any reason. When user request for monitoring the errors scrolling "UP/DOWN" buttons until displaying the "E-xx". This clause is not displayed if there is no error. All the error codes are displayed respectively by pressing the SET button. Example "E-07" means over voltage condition error.

ALARM CODES

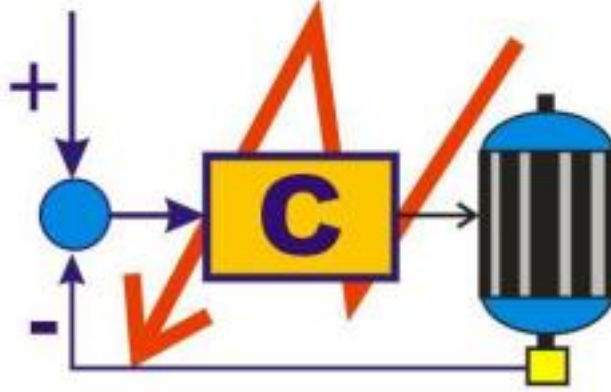
NO	DESCRIPTION	LED	REASON
00	-	-	-
01	-	-	-
02	Phase voltage don't exist	V>	Voltage terminal connections may be wrong
03	Phase current don't exist	V>	Current transformer connections for phase 1 may be wrong or first capacitor step may be defected
04	-	-	-
05	-	-	-
06	THD for voltage exceeds the present value		Excessive harmonic may be exist in the system
07	Voltage value of any phase exceeds the present menu	V>	Voltage value of the system may be increased
08	Reactive capacite ratio exceeds the present value	%	Compensation Error
09	Reactive inductive ratio exceeds the present value	%	Compensation Error
10	Temperature of capacitors exceeds the present value		Over Temperature
11	Automatic connection could not be found	V>	Defected capacitor step or variable loads
12	Over compensation		Target Cosφ is capacitive even if all capacitor steps are switched off
13	Insufficient compensation		Capacitor powers are not sufficient for target Cosφ
14	RST level sequencing is incorrect		3-Phase capacitor powers were not selected properly
15	-	-	-
16	-	-	-
17	-	-	-
18	Capacitor step 1 is defected		In the capacitor step measurement, 3-phase capacitor step is unbalanced or the fuse of any phase is blown
19	Capacitor step 2 is defected		In the capacitor step measurement, 3-phase capacitor step is unbalanced or the fuse of any phase is blown
20	Capacitor step 3 is defected		In the capacitor step measurement, 3-phase capacitor step is unbalanced or the fuse of any phase is blown
21	Capacitor step 4 is defected		In the capacitor step measurement, 3-phase capacitor step is unbalanced or the fuse of any phase is blown
22	Capacitor step 5 is defected		In the capacitor step measurement, 3-phase capacitor step is unbalanced or the fuse of any phase is blown
23	Capacitor step 6 is defected		In the capacitor step measurement, 3-phase capacitor step is unbalanced or the fuse of any phase is blown
24	Capacitor step 7 is defected		In the capacitor step measurement, 3-phase capacitor step is unbalanced or the fuse of any phase is blown
25	Capacitor step 8 is defected		In the capacitor step measurement, 3-phase capacitor step is unbalanced or the fuse of any phase is blown





RAPOR

Güç Dağıtım Sistemleri Laboratuvarı



Deneyin adı		
Raporu hazırlayan		
Raporun türü	Hazırlık: <input type="checkbox"/> Deney: <input type="checkbox"/>	
Deneyi yapan grup (numara ve isimler) G.....	Öğrenci No	Öğrenci Adı ve Soyadı
Deney ve rapor tarihi/...../..... ve/...../.....	
Değerlendirme		



Laboratuvar Güvenlik Kuralları Öğrenci Beyan Formu

Laboratuvar Adı :

..... - Öğretim yılı Döneminde almakta olduğum yukarıda ismini yazdığım Laboratuvar için belirlenmiş olan **Laboratuvar Güvenlik Kurallarını** dikkatli bir şekilde okuyup anladığımı beyan ederim.

Öğrenci No :

Öğrenci Adı :

Tarih :/...../.....

İmza :

Lab Sorumlusu

Unvanı, Adı ve Soyadı :

Tarih :/...../.....

İmza :

Laboratuvar alan her öğrenci bu formu imzalayıp, laboratuvar sorumlusuna teslim etmek zorundadır.

LABORATUAR GÜVENLİK KURALLARI

YAPMAYINIZ:

1. Laboratuarda kesinlikle yalnız çalışmayınız.
2. Laboratuarda kesinlikle bir şey yemeyiniz ve içmeyiniz.
3. Deney masaları üzerine sıvı içeren bir şey koymayınız.
4. Deney masaları üzerine çanta, elbise, kitap vb. araç ve gereçler koymayınız.
5. Deney masalarına oturmayınız.
6. Yüksek sesle konuşmayınız.
7. Laboratuara gelirken terlik, sandalet vb. giymeyiniz.
8. Deneyiniz dışında başka bir işle meşgul olmayınız.
9. Kullanımını bilmediğiniz cihazları kullanmayınız.
10. Deney sorumlusu kurduğunuz devreyi kontrol etmeden deney setine enerji vermeyiniz.
11. Enerji altında olup olmadığını bilmediğiniz makine aksamalarına dokunmayınız.

YAPINIZ:

1. Laboratuara gelirken uygun kıyafet giyiniz.
2. Deneydeki devreleri kurarken enerjiyi kesiniz.
3. Kullanım kılavuzlarını mutlaka okuyunuz ve laboratuvar sorumlusundan yardım alınız.
4. Devrenizi kurarken cihazları kapalı tutunuz.
5. Deneyiniz bitince enerjisini kesiniz.
6. Doğruluğundan emin olmadığınız bağlantıları daima deney sorumlusuna gösteriniz.
7. Deney esnasında yolunda gitmeyen bir durum fark edildiği anda vakit geçirmeden deney sorumlusuna haber veriniz.
8. Laboratuardan ayrılırken bütün cihazları kapatınız, cihazları ve kabloları yerlerine koyunuz.
9. Deney sırasında elektrik çarpmasına karşı tüm önlemleri aldığınızdan emin olunuz.
10. Deney bağlantılarında değişiklik yaparken gerilim kaynağının kapalı olduğundan emin olunuz.
11. Cep telefonlarınızı kapalı tutunuz.