



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

GÜÇ DAĞITIM SİSTEMLERİ LABORATUVARI

UYGULAMA KILAVUZU

2025-2026 BAHAR DÖNEMİ

GÜÇ DAĞITIM SİSTEMLERİ LABORATUVARI

ÖĞRENCİ KILAVUZU

2025-2026 BAHAR DÖNEMİ

GENEL BİLGİLER

Bu kılavuz, Güç Dağıtım Sistemleri dersi laboratuvar çalışmaları için hazırlanmıştır. Laboratuvarda 2 farklı deney yapılacaktır.

Tablo 1. Laboratuvar Deneyleri ve Sorumlular.

Deney No	Deney Adı	Sorumlu Öğretim Elemanı
DI	Yüksek Gerilim İletim Hattı Modeli	Araş. Gör. Dr. Büşra ÖZGENÇ
DII	Reaktif Güç Kompanzasyonu	Araş. Gör. Dr. Elif Selin KARAAĞAÇLI

ÖNEMLİ: Devam Zorunluluğu

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:

1. Laboratuvar çalışmaları, belirtilen takvim ve gruplara göre yürütülecektir.
2. Öğrenciler, belirtilen uygulama takvimine göre deney başlangıç saatinden 10 dakika önce laboratuvarda hazır bulunmalıdır.
3. Öğrenciler önce laboratuvar giriş sınavına girerler. Sınavı geçenler laboratuvar deney uygulama alanına geçebilir. Sınavda başarısız olanlar için laboratuvar süreci sona erer. Aşağıdaki maddeler yalnızca sınavı geçen öğrenciler içindir.
4. Öğrenciler laboratuvara geldiklerinde öncelikle Güvenlik Kuralları Beyan Formunu doldurulmuş ve ıslak imzalı olarak teslim etmelidir. Bu formu teslim etmeyen öğrenciler laboratuvar uygulamasına katılamayacaktır.

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

Tablo 2. Not Dağılımı.

Deney Aşaması	Ağırlığı (%)
Deney içi Etkinlik (aktif katılım, ölçümler)	50
Deney Sonu Raporu	50
Toplam	100

Deney İçi Etkinlik Nedir?

- Laboratuvarda aktif olarak çalışmanız.
- Bağlantı kurma ve ölçüm yapma konusunda sorumluluk almanız.
- Sorumluya sorular sormanız ve öğrenme isteğiniz.
- Ekip çalışmasına katkınız.

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

GÜÇ DAĞITIM SİSTEMLERİ DERSİ LABORATUVAR UYGULAMALARI TAKVİMİ [GÜNCELLEME] [05.03.2026]
ESKİ **YENİ**

Saat	I	II	Gün	Saat	Grup	Tarih	Hafta
1	G1A	G2A	Salı	09:00-10:00	A	24-27 Şubat 2026	1
1	G2A	G1A	Perşembe	09:00-10:00	A		
1	G3A	G4A	Perşembe	10:00-11:00	A		
1	G4A	G3A	Perşembe	11:00-12:00	A		
1	G1B	G2B	Perşembe	15:00-16:00	B		
1	G2B	G1B	Cuma	13:00-14:00	B		
1	G3B	G4B	Cuma	14:00-15:00	B		
1	G5A	G6A	Salı	09:00-10:00	A	3-6 Mart 2026	2
1	G6A	G5A	Perşembe	09:00-10:00	A		
1	G7A	G8A	Perşembe	10:00-11:00	A		
1	G8A	G7A	Perşembe	11:00-12:00	A		
1	G4B	G3B	Perşembe	15:00-16:00	B		
1	G5B	G6B	Cuma	13:00-14:00	B		
1	G6B	G5B	Cuma	14:00-15:00	B		
1	G9A	G10A	Salı	09:00-10:00	A	10-13 Mart 2026	3
1	G10A	G9A	Perşembe	09:00-10:00	A		
1	G11A	G12A	Perşembe	10:00-11:00	A		
1	G12A	G11A	Perşembe	11:00-12:00	A		
1	G7B	G8B	Perşembe	15:00-16:00	B		
1	G8B	G7B	Cuma	13:00-14:00	B		
1	G9B	G10B	Cuma	14:00-15:00	B		
1	G13A	G14A	Salı	09:00-10:00	A	17-20 Mart 2026	4
1	G14A	G13A	Perşembe	09:00-10:00	A		
1	G15A	G16A	Perşembe	10:00-11:00	A		
1	G16A	G15A	Perşembe	11:00-12:00	A		
1	G10B	G9B	Perşembe	15:00-16:00	B		
1	G11B	G12B	Cuma	13:00-14:00	B		
1	G12B	G11B	Cuma	14:00-15:00	B		
			Salı	09:00-10:00	A	24-27 Mart 2026	5
			Perşembe	09:00-10:00	A		
			Perşembe	10:00-11:00	A		
			Perşembe	11:00-12:00	A		
			Perşembe	15:00-16:00	B		
1	G13B		Cuma	13:00-14:00	B		
1		G13B	Cuma	14:00-15:00	B		
Deney I: YÜKSEK GERİLİM İLETİM HATTI MODELİ							
Deney II: REAKTİF GÜÇ KOMPANZAYONU							

Saat	I	II	Gün	Saat	Grup	Tarih	Hafta
1	G1A	G2A	Salı	09:00-10:00	A	24-27 Şubat 2026	1
1	G2A	G1A	Perşembe	09:00-10:00	A		
1	G3A	G4A	Perşembe	10:00-11:00	A		
1	G4A	G3A	Perşembe	11:00-12:00	A		
1	G1B	G2B	Perşembe	15:00-16:00	B		
1	G2B	G1B	Cuma	13:00-14:00	B		
1	G3B	G4B	Cuma	14:00-15:00	B	3-6 Mart 2026	2
1	G5A	G6A	Salı	09:00-10:00	A		
1	G6A	G5A	Perşembe	09:00-10:00	A		
1	G7A	G8A	Perşembe	10:00-11:00	A		
1	G8A	G7A	Perşembe	11:00-12:00	A		
1	G4B	G3B	Perşembe	15:00-16:00	B		
1	G5B	G6B	Cuma	13:00-14:00	B	10-13 Mart 2026	3
1	G6B	G5B	Cuma	14:00-15:00	B		
1	G9A	G10A	Salı	09:00-10:00	A		
1	G10A	G9A	Perşembe	09:00-10:00	A		
1	G11A	G12A	Perşembe	10:00-11:00	A		
1	G12A	G11A	Perşembe	11:00-12:00	A		
1	G7B	G8B	Perşembe	15:00-16:00	B	17-20 Mart 2026	4
1	G8B	G7B	Cuma	13:00-14:00	B		
1	G9B	G10B	Cuma	14:00-15:00	B		
1	G11B		Cuma	15:00-16:00	B		
1	G13A	G14A	Salı	09:00-10:00	A		
			Perşembe	09:00-10:00	A		
			Perşembe	10:00-11:00	A	24-27 Mart 2026	5
			Perşembe	11:00-12:00	A		
			Perşembe	15:00-16:00	B		
			Cuma	13:00-14:00	B		
			Cuma	14:00-15:00	B		
			Salı	09:00-10:00	A		
1	G14A	G13A	Perşembe	09:00-10:00	A	24-27 Mart 2026	5
1	G15A	G16A	Perşembe	10:00-11:00	A		
1	G16A	G15A	Perşembe	11:00-12:00	A		
1	G10B	G9B	Perşembe	15:00-16:00	B		
1	G13B	G12B	Cuma	13:00-14:00	B		
1	G12B	G13B	Cuma	14:00-15:00	B		
1		G11B	Cuma	15:00-16:00	B		

Güç Dağıtım Sistemleri Dersi Laboratuvar Grupları (A GRUBU)

Grup	Öğr. No	Adı	Soyadı
G1A	434197	AHMET GÖKTUĞ	YALAZAN
	434221	KEREM	DANIŞIK
	434187	TUNAHAN	BİRER
	434207	DOĞUKAN	PEKER
G2A	425281	YUNUS EMRE	GÖRGÜN
	434161	ALİ	ŞEKER
	425309	TUĞBA	DERELİ
	422591	HAMMAM	MOHAMMEDAHMED ISMAIL MOHAMMEDAHMED
G3A	425291	MERVE	SARIOĞLU
	425343	ÖYKÜ	AVKIRAN
	414533	HAMZA EMİR	ÜNSAL
	440137	DEMİRHAN	DALKILIÇ
G4A	434149	ÖMER	SERDAR
	440011	SEMİH	METİN
	434215	RÜŞTÜ BORAN	ERDOĞAN
	434151	ESENNUR	İPEK
G5A	434239	ALİ	KÜÇÜKKARAPINAR
	434209	ALİ CAN	BOZKURT
	434179	FATİH MEHMET	YAZAN
	434189	EYÜPCAN	AYDEMİR
G6A	434185	ÇAĞLAR	ERCİYAS
	440461	MOHAMMAD TALHA	MEHRABİ
	434167	SUDE	KARAARSLAN
	434177	EREN	YILMAZ
G7A	434235	KADİR	İSMAİLOĞLU
	434243	BARIŞ CAN	KARAKAŞ
	434233	İBRAHİM	GÜMÜŞ
	434157	CEYDA CANSU	YİĞİTER
G8A	434201	ALEYNA	BÖLÜKBAŞI
	434163	DİLEK	ALTIN
	412713	RAFET ALP	YAYLI
	407135	TOLGAHAN	AKÇELİK

Grup	Öğr. No	Adı	Soyadı
G9A	425275	BERKAY	BİLGİN
	407217	AYŞENUR	YÖNTEM
	413013	MUHAMMED ENES	KONDU
	414187	ALİ KAAAN	BEKTAŞOĞLU
G10A	425339	BERAT	KESKİN
	425353	ŞAFAK	ŞENGÜL
	430623	ONUR	BÜYÜKLİMANLI
	413525	MUSTAFA	BADOĞLU
G11A	434165	AFİFEGÜL	ÇAKIROĞLU
	434169	ESRA	ŞAHİN
	434147	İBRAHİM EMRE	BOZ
	434219	MERT	AKYOL
G12A	439909	AHMET BUĞRA	SOYLU
	439825	MUHAMMED ARİF	PETEK
	425327	MÜZEYYEN GÜL	ARI
	430285	ŞÜKRÜ YAĞIZ	ALTUNSOY
G13A	425315	ELİF	YİĞİT
	425259	SEÇKİN ARDA	HUT
	439539	SELİN	KILINÇ
	439735	HÜSEYİN	ÇİÇEK
G14A	425337	ERKAM	ÇAVDARCI
	425329	VELİCAN	ÇETİN
	294683	SEMİH	ÇETİN
	414399	GÖKSU	USTA
G15A	425255	SEMA NUR	GÜMRÜKÇÜOĞLU
	425283	MELİH TALHA	BIYIKLI
	425269	ENES KAĞAN	DEMİRTAŞ
	425333	EMRE	KOÇBAY
G16A	425273	TAMER MERT	KÖLEMEN
	425277	ZAFER	ULUPINAR
	425295	EMRE	ERATILGAN

Güç Dağıtım Sistemleri Dersi Laboratuvar Grupları (B GRUBU)

Grup	Öğr. No	Adı	Soyadı
G1B	416516	BERK	YÜCESAN
	425350	ÖMER BERAT	YILDIRIM
	425308	YUSUF	GÜL
	425292	METEHAN	LERMİ
G2B	425260	MERVE ECE	KANAT
	434162	ZEYNEP	ATEŞ
	434196	NİSANUR	MAHMUTOĞLU
	434230	NERGİZ	MAGAT
G3B	434152	MANOLYA	KANMAZ
	434244	MEHMET ALİ	KATRANCI
	434232	HALİL	SARIKAYA
	434240	YASİN ALİ	TÜZÜN
G4B	431460	LODAN ABDELHAKKEEM	AHMED
	430600	MAHMUT	TOPALOĞLU
	294750	MERT	IŞIK
	449578	YUNUS	TAFLAN
G5B	434168	ZÜBEYDE	TOKŞEN
	434160	İLAY EYLÜL	BATMAZ
	425288	EJDERHAN SARP	BAYRAM
	383080	DOĞU KAAAN	KEMERKAYA
G6B	425332	ÖMER	TOPBAŞ
	422482	BEREKET	GEBREMEDHIN
	422420	İBRAHİM	SEZGİN
	425312	BARIŞ EMRE	YILDIRIM
G7B	422478	JAVIDAN	JAFAROV
	394596	HALİT	KOSKA
	412512	FAİK	KOÇ
	413734	ASLIHAN	ALAGÖZ

Grup	Öğr. No	Adı	Soyadı
G8B	449078	MUHAMMET RAŞİT	TAFLAN
	448928	ALEYNA	ARSLAN
	434194	BEYZA SUDE	AYDIN
	434170	HAYRUNNİSA	ATALAY
G9B	425284	ÖNDER	TALİPOĞLU
	425290	GİZEM NUR	DEVECİ
	425294	ÖZLEM	ÇELİK
	425316	NİHAN	BALCI
G10B	425278	ŞEVVAL	SÖYLEMEZ
	425300	ALİ	TURAN
	423566	YİĞİT CAN	TOPLU
	425336	BURAK	BAKIR
G11B	416560	TUNAHAN	ŞEKERCİ
	430858	SEFA	GÜRLEYİK
	430998	YUSUF	SÜRME
	434192	TAHA BERKE	KARADAĞ
G12B	425298	ZEYNEP NUR	YILDIZ
	425348	MEHMET	CAMBAZ
	440098	MUHAMMADAMİN	QODİROV
	416888	BERKE	AYDEMİR
G13B	329952	KAYACAN	AYDOĞAN
	329954	ULAŞ	TANŞI
	329960	UĞUR	BİÇER
	329876	SÜLEYMAN	HIZARCI

LABORATUVAR GÜVENLİK KURALLARI

YAPMAYINIZ:

1. Laboratuvarda asla yalnız çalışmayın.
2. Laboratuvarda yemek yemeyin ve içecek tüketmeyin.
3. Deney masalarının üzerine sıvı koymayın.
4. Deney masalarının üzerine çanta, kıyafet, kitap veya diğer eşyalarınızı koymayın.
5. Deney masalarına oturmayın.
6. Yüksek sesle konuşmayın.
7. Laboratuvara gelirken terlik veya sandalet giymeyin.
8. Deneyiniz dışında başka bir işle meşgul olmayın.
9. Kullanımını bilmediğiniz cihazları kullanmayın.
10. Deney sorumlusu kurduğunuz devreyi kontrol etmeden deney setine enerji vermeyin.
11. Enerji altında olup olmadığını bilmediğiniz makine parçalarına dokunmayın.

YAPINIZ:

12. Laboratuvara gelirken uygun kıyafet giyiniz.
13. Devreleri kurarken enerji kaynağını kapalı tutunuz.
14. Kullanım kılavuzlarını mutlaka okuyunuz ve laboratuvar sorumlusundan yardım alınız.
15. Devrenizi kurarken cihazların kapalı olduğundan emin olunuz.
16. Deney bitince enerjisini kapatınız.
17. Doğruluğundan emin olmadığınız bağlantıları deney sorumlusuna gösteriniz.
18. Deney sırasında beklenmedik bir durum fark ettiğinizde hemen deney sorumlusuna haber veriniz.
19. Laboratuvardan ayrılırken tüm cihazları kapatınız ve malzemeleri yerlerine koyunuz.
20. Deney sırasında elektrik çarpmasına karşı tüm önlemleri aldığınızdan emin olunuz.
21. Devre bağlantılarında değişiklik yaparken gerilim kaynağının kapalı olduğundan emin olunuz.
22. Cep telefonlarınızı kapalı tutunuz.

LABORATUVAR GÜVENLİK KURALLARI ÖĞRENCİ BEYAN FORMU

Laboratuvar Adı: Güç Dağıtım Sistemleri Laboratuvarı

2025–2026 öğretim yılı bahar döneminde aldığım yukarıda adı belirtilen laboratuvar için tanımlanan ***Laboratuvar Güvenlik Kurallarını*** dikkatlice okuduğumu ve anladığımı beyan ederim.

Öğrenci No :

Öğrenci Adı :

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

İmza :

Lab Sorumlusu

Unvanı. Adı ve Soyadı :

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

İmza :

Not: Laboratuvar alan her öğrenci bu formu imzalayarak laboratuvar sorumlusuna teslim etmelidir.



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Mühendislik Fakültesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

DENEY RAPORU

GÜÇ DAĞITIM SİSTEMLERİ LABORATUVARI

Deneyin Adı	
Deney Tarihi	

Grup Numarası

Sıra	Öğrenci No	Öğrenci Adı ve Soyadı
1		
2		
3		
4		

Rapor Teslim Tarihi	
Değerlendirme Tarihi	
Değerlendiren Öğretim Elamanı	
Değerlendirme Puan	

ETİK DAVRANIŞ VE MESLEKİ DÜRÜSTLÜK

Adil ve doğru değerlendirme eğitimin temelinde bulunması gereken temel etkenlerdir. Bir öğrenci olarak, kendinize ya da başka bir öğrenciye haksız avantaj yaratacak herhangi bir hareket, akademik sahtekârlık olarak değerlendirilir. Başkasının çalışmasını kopyalamak ve kendisininmiş gibi göstermek de akademik sahtekârlıktır. Buna aşırma denir.

Başka birinin sizin çalışmanızı kopyalamasına ve bunu kendi çalışması gibi göstermesine izin vermek de aynı zamanda sahtekârlıktır. Her türlü haksız kazanç ve avantaj sağlamak hem yanlış hem de etik dışıdır. Yardımlaşma sınırını aşp başka bir öğrencinin ödevini, projesini veya laboratuvar raporunu onun adına hazırlamak da yanlış ve etik dışı bir davranıştır. Aynı şekilde kendi ödevini, projesini veya laboratuvar raporunu başkasına yaptırmak ve yazdırmak da tam bir aldatmaca ve ahlaksızlıktır.

Başka bir öğrencinin cevaplarını, ödevini veya raporunu onun bilgisi dışında kullanmak ve avantaj sağlamak da o öğrencinin emeğini çalmaktır ve buna hırsızlık denir. Sınavlarda kopya çekerek sınıf ortalamasının üzerine çıkmak da aynı şeydir.

Unutmayalım ki öğrenciyken doğruyu öğrenemeyenler mezun olduktan sonra da bu yanlışlara devam eder ve toplumda hep şikâyet ettiğimiz karakterlerden biri olur.

Biz öğrencilerimizin ve mezunlarımızın sorumluluk bilincine sahip, mesleki olduğu kadar insani etik davranışlara da sahip olmasını bekliyor ve sizden bu bu formu imzalayarak bize söz vermenizi istiyoruz.

Hadi gelin hep birlikte etik dışı davranışlarla mücadele edelim.

Bölüm Başkanlığı

Yukarıda yazılı olanların etik kurallar çerçevesinde doğru olduğuna inanıyorum. Bu kurumdaki eğitimim süresince ve sonrasında etik bilinciyle davranacağıma söz veriyorum.

Öğrenci No	Öğrenci Adı ve Soyadı	Tarih	İmza
.....			

Laboratuvar sorumlusunun

Unvanı, adı, soyadı ve imzası:

Bu "Etik Davranış ve Mesleki Dürüstlük" formunu her öğrenci aldığı her laboratuvar için bir defa doldurup, katıldığı ilk deneyde o deneyi yaptıran laboratuvar veya deney sorumlusuna teslim edecektir.

ELK3036 – GÜÇ DAĞITIM SİSTEMLERİ DERSİ LABORATUVARI

DENEY-I: YÜKSEK GERİLİM İLETİM HATTI MODELİ

DENEY KİMLİK BİLGİLERİ

Bilgi	Detay
Ders Kodu	ELK3036
Deney Adı	Yüksek Gerilim İletim Hattı Modeli
Süre	1 saat
Grup Büyüklüğü	3-4 kişi
Ön Koşul	Deney öncesi kısa sınavdan başarılı olunması

DENEYİN AMACI

Bu deneyde aşağıdaki kazanımlar hedeflenmektedir:

1. **İletim hattı modelinin** karakteristik parametrelerini (R, L, C) deneysel olarak belirlemek
2. **Ölçek faktörü** kavramını kullanarak model değerlerini gerçek hat değerlerine dönüştürmek
3. İletim hattında **gerilim düşümü** ve **güç faktörü** değişimlerini gözlemlemek
4. Farklı yük koşullarının (rezistif, endüktif, kapasitif) hat performansına etkilerini analiz etmek
5. **Kısa devre, yüksüz ve yüklü durum** testlerinin uygulama yöntemlerini öğrenmek

DENEY ÖNCESİ HAZIRLIK SORULARI

Deney öncesinde aşağıdaki soruların cevaplarını derinlemesine araştırarak bulunuz. Bu sorular için hazırlık raporu istenmeyecektir.

#	Soru
1	Güç sistemlerinde birim değer kavramı nedir? Bu kavrama neden ihtiyaç duyulur?
2	İletim hattı modeli üzerindeki direnç doğrudan ohmmetre ile 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) parametrelerini elde ederek karşılaştırınız.
6	Orta iletim hattının akım ve gerilim fazörlerini hat sonundaki yükün a) ileri fazda, b) geri fazda, c) birim güç katsayısına sahip olduğu durumlar için çiziniz.
7	Frekans büyüklüğünün (50 Hz vs 60 Hz) enerji iletim hatları üzerinde herhangi bir etkisi var mıdır? Yorumlayınız.
8	Hangi hatlarda gerilim ve akım; mesafe ve zamanın fonksiyonu olarak tanımlanır?

TEORİK BİLGİ

1. İletim Hattı Eşdeğer Devre Modeli

Enerji iletim hatları analiz edilirken, fiziksel hat yapısı elektriksel eşdeğer devrelerle temsil edilir. Bu eşdeğer devreler üç temel elemandan oluşur:

Tablo 1. İletim hattı parametreleri.

Parametre	Sembol	Fiziksel Anlamı	Birimi
Direnç	R	İletkenlerin omik direnci, ısı kayıplarına neden olur	Ω
Endüktans	L	İletkenlerin oluşturduğu manyetik alan	H
Kapasite	C	İletkenler arası ve iletken-toprak arası elektrik alan	F
Kondüktans	G	İzolasyon kaçak akımı (genellikle ihmal edilir)	S

Temel Eşitlikler:

Hattın bir faz eşdeğer devresindeki seri empedansı:

$$Z = R + jX_L = R + j2\pi fL \quad (1)$$

Hattın bir faz eşdeğer devresinin paralel admitansı:

$$Y = G + jB_C = G + j2\pi fC \quad (2)$$

💡 **Not:** Kondüktans (G), kapasite akımına göre çok küçük olduğundan genellikle ihmal edilir.

2. İletim Hattı Sınıflandırması

Hat uzunluğuna göre modelleme yaklaşımı değişir:

Hat Uzunluğu	Sınıflandırma	Modelleme Yaklaşımı
0 – 80 km	Kısa İletim Hattı	Sadece R ve X_L (C ihmal edilir)
80 – 240 km	Orta İletim Hattı	π veya T eşdeğer devresi (lumped C)
> 240 km	Uzun İletim Hattı	Dağıtılmış parametre modeli (dalga denklemleri)

Bu deneyde kullanılan MV 1420 modeli:

- **Uzunluk:** 136 km → **Orta uzunlukta hat**
- **Model:** π eşdeğer devre (kapasiteler hat başı ve sonunda yoğunlaştırılmış)

3. MV 1420 Model Özellikleri ve Ölçekleme

Gerçek Hat Parametreleri:

Parametre	Değer
Anma gerilimi ($U_{gerçek}$)	77 kV
Anma akımı ($I_{gerçek}$)	100 A
Hat uzunluğu	136 km
İletken kesiti	120 mm ²
Anma gücü	$S = \sqrt{3} \times 77 \times 10^3 \times 100 \approx 13 \text{ MVA}$

Model Parametreleri:

Parametre	Değer
Anma gerilimi (U_{model})	220 V
Anma akımı (I_{model})	5 A
Faz-nötr gerilimi	127 V

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

$$B = \frac{U_{gerçek}/U_{model}}{I_{gerçek}/I_{model}} \quad (3)$$

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.

$$Z_{gerçek} = B \times Z_{model} \quad (4)$$

4. Hat Kapasitansının Fiziksel Yapısı

İletim hattı kapasitansı iki bileşenden oluşur:

a) Fazlar Arası Kapasite (C):

- İletkenler arasında oluşan elektrik alan
- Hat iletkenlerinin geometrik konfigürasyonuna bağlı

b) Toprak Kapasitesi (C_j):

- Her bir iletken ile toprak arasında oluşan kapasite
- Direk yapısı, yalıtkan malzeme ve hat yüksekliğine bağlı

DENEYİN YAPILIŞI

BÖLÜM 1: KISA DEVRE TESTİ

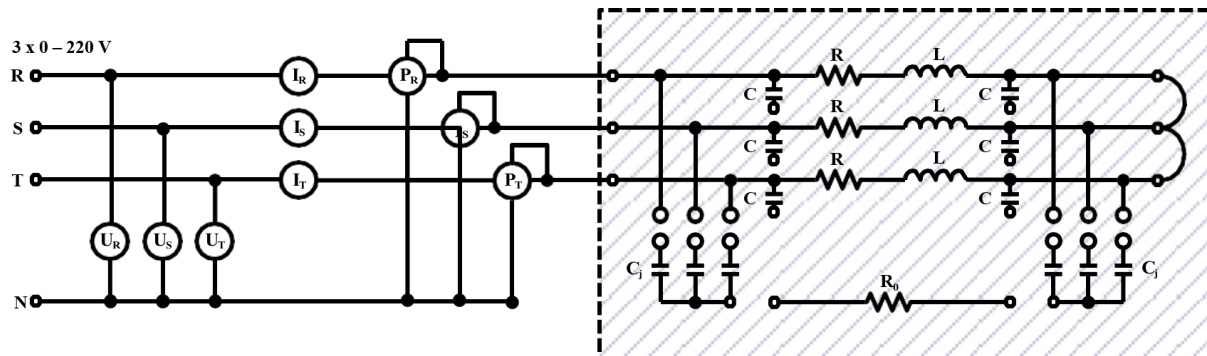
Testin Amacı

Hat parametrelerinden seri empedans (Z), direnç (R) ve reaktans (X_L) değerlerini belirlemek.

Test Prensipleri

Hat çıkışı kısa devre edildiğinde, paralel kapasiteler devre dışı kalır ve sadece seri empedans etkili olur. Nominal akımda yapılan ölçümlerle hat parametreleri hesaplanır.

Deney Bağlantı Şeması



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

Adım 1: Devre Kurulumu

1. Şekil 1'e göre devre bağlantılarını **enerjisiz durumda** yapınız.
2. İletim hattı modelinde hat çıkışını **kısa devre** konumuna getiriniz.
3. Ölçü aletlerini bağlayınız:
 - Voltmetre: Faz-nötr arası (R fazı)
 - Ampermetre: R fazı seri bağlantı
 - Wattmetre: R fazı aktif güç

Adım 2: Ölçüm İşlemi

4. Üç fazlı varyağı **yavaşça** açmaya başlayınız.
5. Ampermetreden **nominal akım değerini (5A)** gözlemleyiniz.
6. Ampermetreden tam 5A okunduğunda varyağı sabit tutunuz.
7. R fazına ait gerilim, akım ve güç değerlerini **Tablo 2'**ye kaydediniz.
8. Varyağı **kapatıp sıfırlayınız**.

⚠ **Uyarı:** Nominal akım 5A'ı aşmayınız! Aşırı akım ekipmana zarar verebilir.

Tablo 2. Kısa devre testi ölçüm sonuçları.

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

Adım 3: Parametre Hesaplamaları

Ölçülen değerleri kullanarak aşağıdaki parametreleri hesaplayınız ve **Tablo 3'**e kaydediniz.

Tablo 3. Kısa devre testi hesaplanan değerleri.

Parametre	Formül	Hesaplanan Değer	Birimi
Empedans (Z)	U_R / I_R		Ω
Direnç (R)	P_R / I_R^2		Ω
Reaktans (X_L)	$\sqrt{Z^2 - R^2}$		Ω
Hat Uzunluğu (L)	$(X_L \times 17.5) / 0.40$		km
İletken Kesiti (A)	$(L \times 17) / (R \times 17.5)$		mm ²

Adım 4: Standart İletken Belirleme

9. Hesaplanan iletken kesit alanına en yakın standart iletken kesitini belirleyiniz.

Standart İletken Kesitleri: 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300 mm²

Belirlenen standart kesit: _____ mm²

Adım 5: Değerlendirme Soruları

10. Hesaplanan hat uzunluğu ($L = \underline{\hspace{2cm}}$ km) ile gerçek hat uzunluğu (136 km) arasında fark var mı?

Var / Yok (daire içine alın)

11. Fark varsa, sebebi ne olabilir? Açıklayınız:

BÖLÜM 2: YÜKSÜZ DURUM TESTİ

Testin Amacı

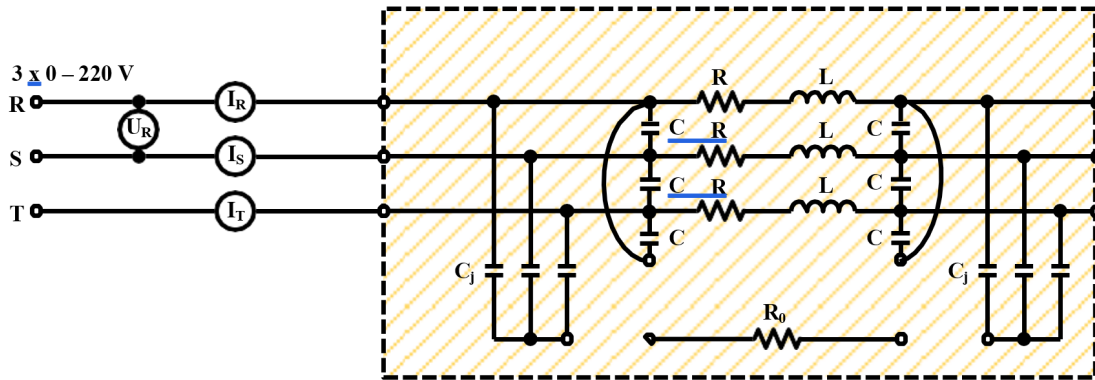
Hat parametrelerinden paralel kapasite değerlerini (fazlar arası kapasite C ve toprak kapasitesi C_j) belirlemek.

Test Prensipleri

Hat çıkışı açık devre (yüksüz) iken nominal gerilimde ölçüm yapılır. Bu durumda sadece hat kapasiteleri üzerinden kapasitif akım akar. İki aşamalı test ile fazlar arası ve toprak kapasiteleri ayrı ayrı belirlenir.

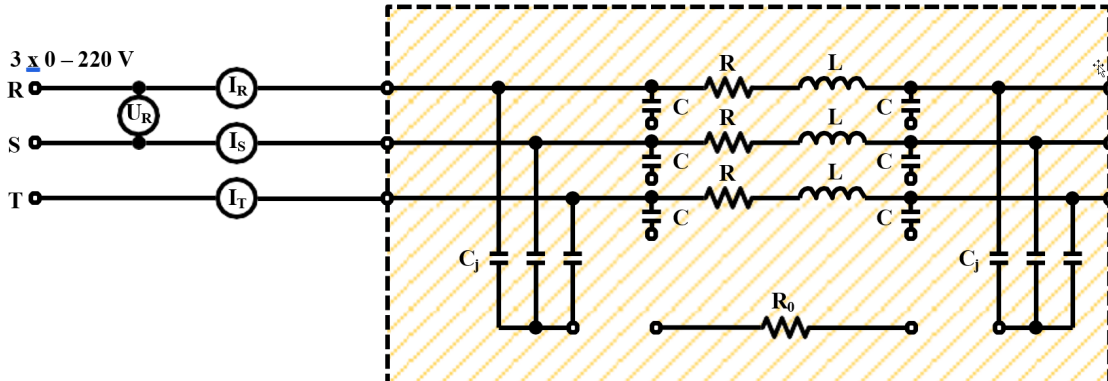
Deney Bağlantı Şeması

Test 1: Tüm Kapasiteler Devrede



Şekil 2. Yüksüz Durum Test Bağlantısı I (Ortak Kapasite Ölçümü).

Test 2: Sadece Toprak Kapasiteleri Devrede



Şekil 3. Yüksüz Durum Test Bağlantısı II (Toprak Kapasite Ölçümü).

Deney Adımları

Adım 1: Test 1 - Ortak Kapasite Ölçümü (Tüm Kapasiteler Devrede)

1. Şekil 2'ye göre devre bağlantılarını yapınız
2. Tüm kapasiteleri (C ve C_j) devrede bırakınız
3. Hat çıkışını açık devre (yüksüz) konumuna getiriniz
4. Üç fazlı varyağı açarak voltmetreden **faz-nötr nominal gerilim (127V)** okunana kadar artırınız
5. R fazı **kapasitif akım (I_C)** değerini ampermetreden okuyup **Tablo 4'e** kaydediniz
6. Varyağı kapatınız

Adım 2: Test 2 - Toprak Kapasite Ölçümü (Sadece C_j Devrede)

7. Varyanın kapalı olduğundan emin olunuz
8. Şekil 3'te gösterildiği gibi **fazlar arası kapasiteleri (C)** çıkarınız
9. **Toprak kapasitelerini (C_j)** devrede bırakınız
10. Üç fazlı varyağı açarak voltmetreden **faz-nötr nominal gerilim (127V)** okunana kadar artırınız
11. R fazı **toprak kapasite akımı (I_{Cj})** değerini ampermetreden okuyup **Tablo 4'e** kaydediniz
12. Varyağı kapatınız.

Tablo 4. Yüksüz durum testi ölçüm sonuçları.

Test	Kapasite Konfigürasyonu	Ölçülen Akım	Değer (A)
Test 1	Tüm kapasiteler devrede (C + C _j)	I _C	
Test 2	Sadece toprak kapasiteleri (C _j)	I _{Cj}	

Adım 3: Kapasite Hesaplamaları

Ölçülen akım değerlerini kullanarak model ve gerçek hat kapasite değerlerini hesaplayınız.

Tablo 5. Yüksüz durum testi hesaplanan değerler.

Parametre	Formül	Hesaplanan Değer	Birimi
Model ortak kapasitansı (C_{model})	$C_{\text{model}} = \frac{I_C}{(220/\sqrt{3}) \times 2\pi \times 50}$		μF
Model toprak kapasitansı (C_{j-model})	$C_{j\text{-model}} = \frac{I_{Cj}}{(220/\sqrt{3}) \times 2\pi \times 50}$		μF
Hat ortak kapasitansı (C_{hat})	$C_{\text{hat}} = \frac{I_C \times 20}{(77000/\sqrt{3}) \times 2\pi \times 50}$		μF
Hat toprak kapasitansı (C_{j-hat})	$C_{j\text{-hat}} = \frac{I_{Cj} \times 20}{(77000/\sqrt{3}) \times 2\pi \times 50}$		μF

Adım 4: Değerlendirme Sorusu

13. Ölçülen ortak kapasite akımı (I_C) ile toprak kapasite akımı (I_{Cj}) arasında fark var mı?
Var / Yok (daire içine alın)
14. Fark varsa, sebebi ne olabilir? Açıklayınız:

BÖLÜM 3: YÜKLÜ DURUM TESTLERİ

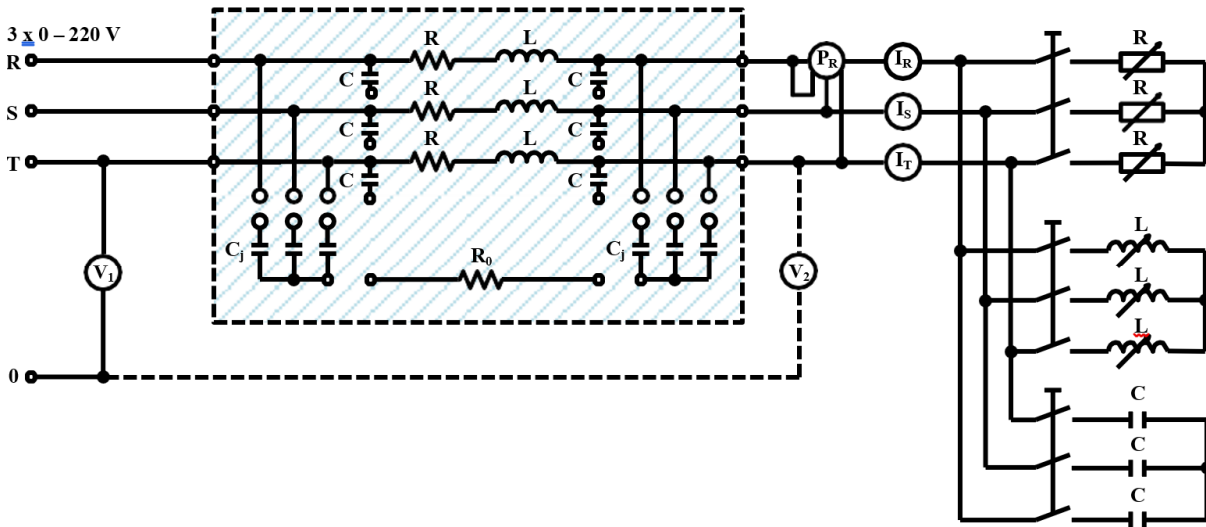
Testin Amacı

Farklı yük koşullarında (rezistif, endüktif, kapasitif) iletim hattının **gerilim düşümü**, **akım değişimi** ve **güç faktörü** davranışını incelemek.

Test Prensipleri

Hat çıkışına farklı yük tipleri bağlanarak, hat başı ve hat sonu gerilimleri, hat akımı ve güç faktörü ölçülür. Kapasitelerin devrede/devre dışı durumlarıyla karşılaştırma yapılır.

Deney Bağlantı Şeması



Şekil 4. Yüklü Durum Test Bağlantısı.

Test Konfigürasyonları

Bu bölümde 6 farklı test konfigürasyonu uygulanacaktır:

Tablo 6. Test konfigürasyonları özeti.

Test No	Hat Kapasiteleri	Yük Tipi	Amaç
Test 3.1	Kapasiteler ÇIKARTA	Sadece Rezistif (R)	Temel rezistif yük davranışı
Test 3.2	Kapasiteler DEVREDE	Sadece Rezistif (R)	Kapasite etkisinin gözlemi
Test 3.3	Kapasiteler ÇIKARTA	Rezistif + Endüktif (R+L)	Endüktif yük etkisi
Test 3.4	Kapasiteler DEVREDE	Rezistif + Endüktif (R+L)	Endüktif yükte kapasite telafisi
Test 3.5	Kapasiteler ÇIKARTA	Rezistif + Kapasitif (R+C)	Kapasitif yük etkisi
Test 3.6	Kapasiteler DEVREDE	Rezistif + Kapasitif (R+C)	Kapasitif yükte kapasite etkisi

TEST 3.1: Rezistif Yük (Kapasiteler Devre Dışı)

Adım 1: Devre Kurulumu

1. Şekil 4'e göre devre bağlantısını yapınız.
2. İletim hattı modelindeki **tüm kapasiteleri (C ve C_j) ÇIKARTINIZ.**
3. Yük bankasından **sadece rezistif yük (R) grubunu** hat çıkışına bağlayınız.
4. Yük bankası **yıldız bağlı** ve **simetrik** olmalıdır.

Adım 2: Ölçüm İşlemi

5. Yük bankasını **1. kademeye** ayarlayınız.
6. Varyajı açarak nominal gerilime yaklaşınız.
7. Aşağıdaki değerleri **Tablo 7**'ye kaydediniz:
 - Hat başı gerilimi (U₁)
 - Hat akımı (I)
 - Hat sonu gerilimi (U₂)
 - Güç faktörü (cos φ)
8. Yük kademesini sırayla **2, 3, 4, 5'e** çıkararak her kademe için ölçümleri tekrarlayınız.
9. Tüm kademeler tamamlandıktan sonra varyajı kapatınız.

Tablo 7. Test 3.1 Ölçüm Sonuçları (R Yük, Kapasite Yok).

Ölçüm	Kademe 1	Kademe 2	Kademe 3	Kademe 4	Kademe 5
U ₁ (V)					
I (A)					
U ₂ (V)					
cos φ					

TEST 3.2: Rezistif Yük (Kapasiteler Devrede)

Adım 1: Devre Kurulumu

1. İletim hattı modelindeki **tüm kapasiteleri (C ve C_j) DEVREYE** alınız.
2. Yük bankasından **sadece rezistif yük (R) grubunu** bağlı bırakınız.

Adım 2: Ölçüm İşlemi

3. Test 3.1'deki prosedürü tekrarlayarak 5 kademe için ölçümleri alınız.
4. Değerleri **Tablo 8'e** kaydediniz.

Tablo 8. Test 3.2 Ölçüm Sonuçları (R Yük, Kapasite Var).

Ölçüm	Kademe 1	Kademe 2	Kademe 3	Kademe 4	Kademe 5
U ₁ (V)					
I (A)					
U ₂ (V)					
cos φ					

TEST 3.3: Rezistif + Endüktif Yük (Kapasiteler Devre Dışı)

Adım 1: Devre Kurulumu

1. İletim hattı modelindeki **tüm kapasiteleri ÇIKARTINIZ.**
2. Yük bankasından **rezistif (R) ve endüktif (L) yük gruplarını paralel** bağlayınız.

Adım 2: Ölçüm İşlemi

3. Her iki yük bankasının kademelerini istenilen şekilde ayarlayınız.
4. 5 farklı kademe kombinasyonu için ölçümleri alınız.
5. Değerleri **Tablo 9'a** kaydediniz.

Tablo 9. Test 3.3 Ölçüm Sonuçları (R+L Yük, Kapasite Yok).

Ölçüm	Kademe 1	Kademe 2	Kademe 3	Kademe 4	Kademe 5
U ₁ (V)					
I (A)					
U ₂ (V)					
cos φ					

TEST 3.4: Rezistif + Endüktif Yük (Kapasiteler Devrede)

Adım 1: Devre Kurulumu

1. İletim hattı modelindeki **tüm kapasiteleri DEVREYE ALINIZ.**
2. Yük bankasından **rezistif (R) ve endüktif (L) yük gruplarını** bağlı bırakınız.

Adım 2: Ölçüm İşlemi

3. Test 3.3'teki prosedürü tekrarlayınız.
4. Değerleri **Tablo 10'a** kaydediniz.

Tablo 10. Test 3.4 Ölçüm Sonuçları (R+L Yük, Kapasite Var).

Ölçüm	Kademe 1	Kademe 2	Kademe 3	Kademe 4	Kademe 5
U_1 (V)					
I (A)					
U_2 (V)					
$\cos \phi$					

TEST 3.5: Rezistif + Kapasitif Yük (Kapasiteler Devre Dışı)

Adım 1: Devre Kurulumu

1. İletim hattı modelindeki **tüm kapasiteleri ÇIKARTINIZ**
2. Yük bankasından **rezistif (R) ve kapasitif (C) yük gruplarını paralel** bağlayınız

Adım 2: Ölçüm İşlemi

3. 5 farklı kademe kombinasyonu için ölçümleri alınız
4. Değerleri **Tablo 11'e** kaydediniz

Tablo 11. Test 3.5 Ölçüm Sonuçları (R+C Yük, Kapasite Yok).

Ölçüm	Kademe 1	Kademe 2	Kademe 3	Kademe 4	Kademe 5
U_1 (V)					
I (A)					
U_2 (V)					
$\cos \phi$					

TEST 3.6: Rezistif + Kapasitif Yük (Kapasiteler Devrede)

Adım 1: Devre Kurulumu

1. İletim hattı modelindeki **tüm kapasiteleri DEVREYE ALINIZ**
2. Yük bankasından **rezistif (R) ve kapasitif (C) yük gruplarını** bağlı bırakınız

Adım 2: Ölçüm İşlemi

3. Test 3.5'teki prosedürü tekrarlayınız
4. Değerleri **Tablo 12**'ye kaydediniz

Tablo 12. Test 3.6 Ölçüm Sonuçları (R+C Yük, Kapasite Var).

Ölçüm	Kademe 1	Kademe 2	Kademe 3	Kademe 4	Kademe 5
U_1 (V)					
I (A)					
U_2 (V)					
$\cos \varphi$					

Yüklü Durum Testleri - Hesaplamalar ve Analizler

1. 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 13. Yüklü durum testi hesaplanan değerler.

Hatırlatma	Açıklama	Hesaplanan
$I_c = 0.5 \times 2\pi f \times C \times U_2$	Model ortak kapasitans akımı	
$\Delta U = U_1 - U_2 = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X_L \cdot I \cdot \sin \varphi - X_C \cdot I_c$	İletim hattı gerilim düşümü	
$\varphi = \arccos (\cos \varphi)$	Güç katsayısı	

2. Direnç yük akımı veya gerilimini referans kabul ederek direnç yük, direnç- endüktif yük, direnç-kapasitif yükler için hat başı fazör diyagramlarını çiziniz.
3. Tablolardaki yük üzerine düşen gerilim (U_2) ve kaynaktan çekilen akımı (I) kullanarak **testler** için **akım-gerilim grafiğini** çiziniz.

ELK3036 – GÜÇ DAĞITIM SİSTEMLERİ DERSİ LABORATUVARI

DENEY RAPOR TUTANAĞI

DENEY ADI: DENEY-I: YÜKSEK GERİLİM İLETİM HATTI MODELİ

1. GİRİŞ

2. KURAM

3. DENEY YÖNTEMİ

4. DENEY SONUÇLARI

BÖLÜM 1: KISA DEVRE TESTİ

Tablo 2. Kısa devre testi ölçüm sonuçları.

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

Tablo 3. Kısa devre testi hesaplanan değerleri.

Parametre	Formül	Hesaplanan Değer	Birimi
Empedans (Z)	U_R / I_R		Ω
Direnç (R)	P_R / I_R^2		Ω
Reaktans (X_L)	$\sqrt{Z^2 - R^2}$		Ω
Hat Uzunluğu (L)	$(X_L \times 17.5) / 0.40$		km
İletken Kesiti (A)	$(L \times 17) / (R \times 17.5)$		mm ²

9. Hesaplanan iletken kesit alanına en yakın standart iletken kesitini belirleyiniz.

Standart İletken Kesitleri: 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300 mm²

Belirlenen standart kesit: _____ mm²

10. Hesaplanan hat uzunluğu (L = _____ km) ile gerçek hat uzunluğu (136 km) arasında fark var mı?

Var / Yok (daire içine alın)

11. Fark varsa, sebebi ne olabilir? Açıklayınız:

BÖLÜM 2: YÜKSÜZ DURUM TESTİ

Tablo 4. Yüksüz durum testi ölçüm sonuçları.

Test	Kapasite Konfigürasyonu	Ölçülen Akım	Değer (A)
Test 1	Tüm kapasiteler devrede ($C + C_j$)	I_c	
Test 2	Sadece toprak kapasiteleri (C_j)	I_{Cj}	

Tablo 5. Yüksüz durum testi hesaplanan değerler.

Parametre	Formül	Hesaplanan Değer	Birimi
Model ortak kapasitansı (C_{model})	$C_{\text{model}} = \frac{I_c}{(220/\sqrt{3}) \times 2\pi \times 50}$		μF
Model toprak kapasitansı ($C_{j\text{-model}}$)	$C_{j\text{-model}} = \frac{I_{cj}}{(220/\sqrt{3}) \times 2\pi \times 50}$		μF
Hat ortak kapasitansı (C_{hat})	$C_{\text{hat}} = \frac{I_c \times 20}{(77000/\sqrt{3}) \times 2\pi \times 50}$		μF
Hat toprak kapasitansı ($C_{j\text{-hat}}$)	$C_{j\text{-hat}} = \frac{I_{cj} \times 20}{(77000/\sqrt{3}) \times 2\pi \times 50}$		μF

13. Ölçülen ortak kapasite akımı (I_c) ile toprak kapasite akımı (I_{cj}) arasında fark var mı?
Var / Yok (daire içine alın)

14. Fark varsa, sebebi ne olabilir? Açıklayınız:

BÖLÜM 3: YÜKLÜ DURUM TESTLERİ

Tablo 6. Test konfigürasyonları özeti.

Test No	Hat Kapasiteleri	Yük Tipi	Amaç
Test 3.1	Kapasiteler ÇIKARTA	Sadece Rezistif (R)	Temel rezistif yük davranışı
Test 3.2	Kapasiteler DEVREDE	Sadece Rezistif (R)	Kapasite etkisinin gözlemi
Test 3.3	Kapasiteler ÇIKARTA	Rezistif + Endüktif (R+L)	Endüktif yük etkisi
Test 3.4	Kapasiteler DEVREDE	Rezistif + Endüktif (R+L)	Endüktif yükte kapasite telafisi
Test 3.5	Kapasiteler ÇIKARTA	Rezistif + Kapasitif (R+C)	Kapasitif yük etkisi
Test 3.6	Kapasiteler DEVREDE	Rezistif + Kapasitif (R+C)	Kapasitif yükte kapasite etkisi

Tablo 7. Test 3.1 Ölçüm Sonuçları (R Yük, Kapasite Yok).

Ölçüm	Kademe 1	Kademe 2	Kademe 3	Kademe 4	Kademe 5
U_1 (V)					
I (A)					
U_2 (V)					
$\cos \phi$					

Tablo 8. Test 3.2 Ölçüm Sonuçları (R Yük, Kapasite Var).

Ölçüm	Kademe 1	Kademe 2	Kademe 3	Kademe 4	Kademe 5
U ₁ (V)					
I (A)					
U ₂ (V)					
cos φ					

Tablo 9. Test 3.3 Ölçüm Sonuçları (R+L Yük, Kapasite Yok).

Ölçüm	Kademe 1	Kademe 2	Kademe 3	Kademe 4	Kademe 5
U ₁ (V)					
I (A)					
U ₂ (V)					
cos φ					

Tablo 10. Test 3.4 Ölçüm Sonuçları (R+L Yük, Kapasite Var).

Ölçüm	Kademe 1	Kademe 2	Kademe 3	Kademe 4	Kademe 5
U ₁ (V)					
I (A)					
U ₂ (V)					
cos φ					

Tablo 11. Test 3.5 Ölçüm Sonuçları (R+C Yük, Kapasite Yok).

Ölçüm	Kademe 1	Kademe 2	Kademe 3	Kademe 4	Kademe 5
U ₁ (V)					
I (A)					
U ₂ (V)					
cos φ					

Tablo 12. Test 3.6 Ölçüm Sonuçları (R+C Yük, Kapasite Var).

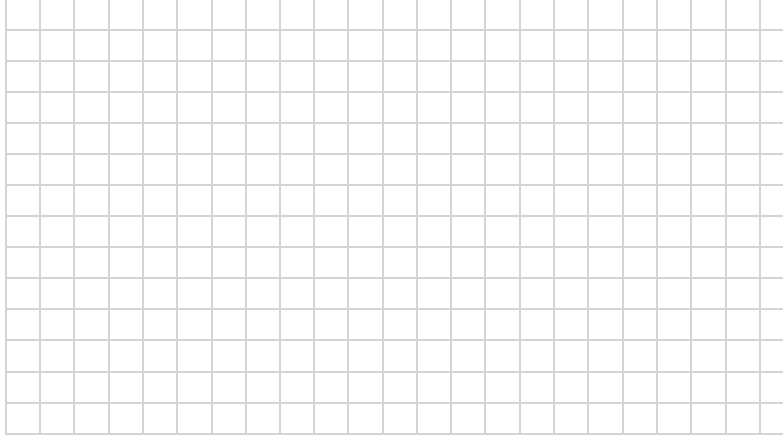
Ölçüm	Kademe 1	Kademe 2	Kademe 3	Kademe 4	Kademe 5
U ₁ (V)					
I (A)					
U ₂ (V)					
cos φ					

Tablolardaki 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.

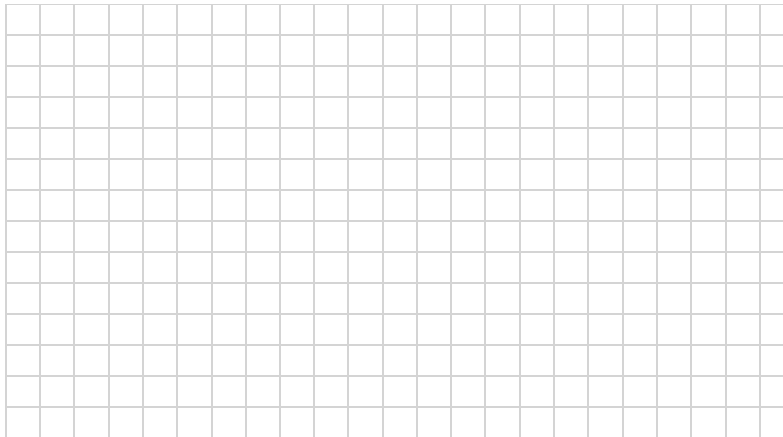
Tablo 13. Yüklü durum testi ölçüm sonuçları.

Test	U_{Δ}	I_c	ϕ
Test 3.1			
Test 3.2			
Test 3.3			
Test 3.4			
Test 3.5			
Test 3.6			

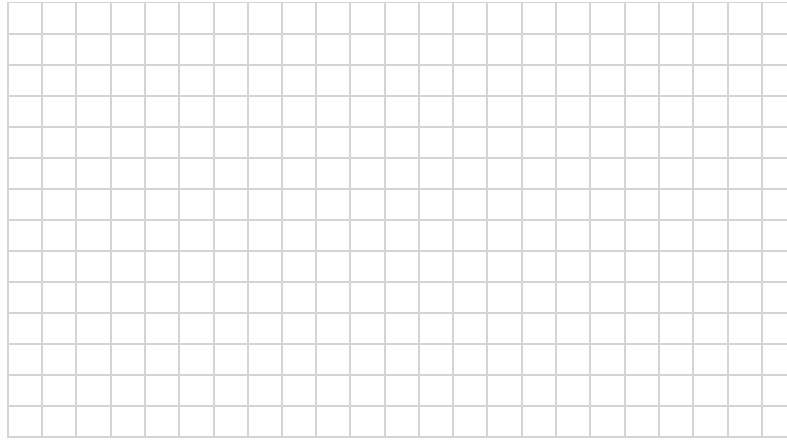
Hat sonundaki akım veya **gerilimi** referans kabul ederek **direnç yük**, **direnç-endüktif yük**, **direnç-kapasitif yükler** için hat başı fazör diyagramlarını çiziniz



Şekil 3.1 Direnç (R) yük fazör diyagramı.

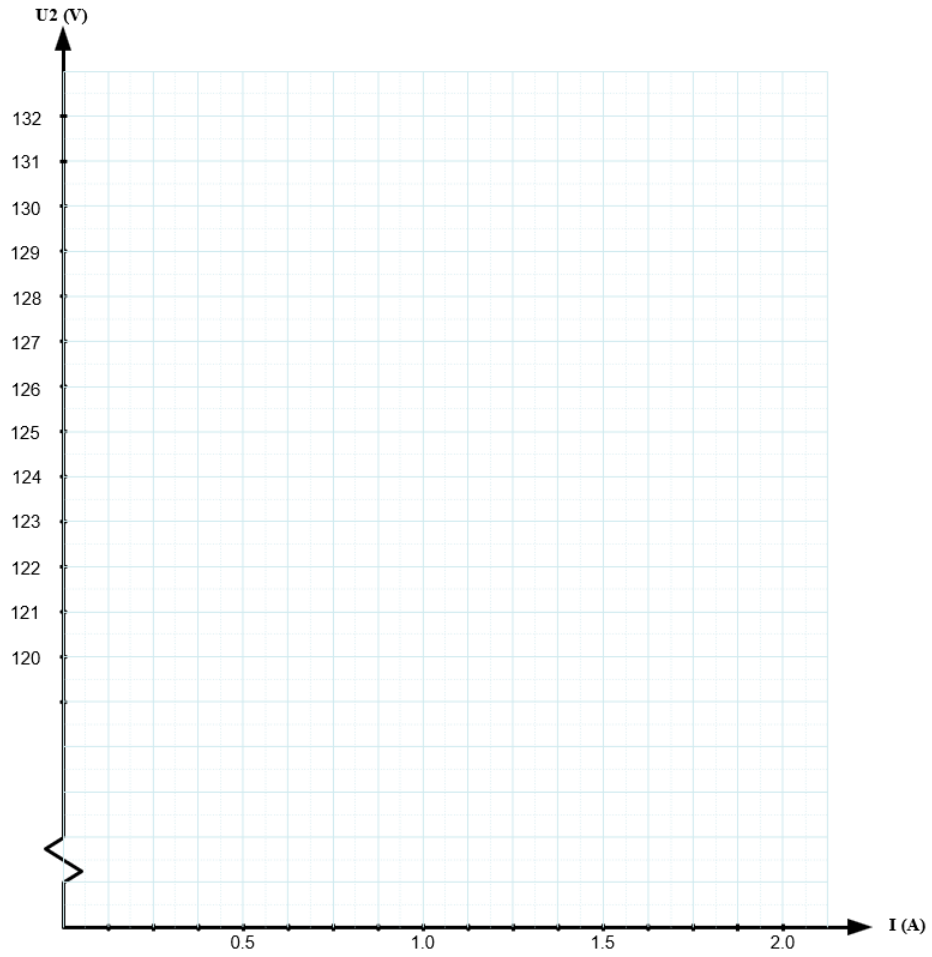


Şekil 3.2 Direnç- Endüktif (R-L) yük fazör diyagramı.



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

Tablolardaki yük üzerine düşen gerilim (U_2) ve kaynaktan çekilen akımı (I) kullanarak **testler** için **akım-gerilim grafiğini** çiziniz.



Şekil 3.4. Yüklü durum testi akım-gerilim grafiği.

5. DEĞERLENDİRME

ELK3036 – GÜÇ DAĞITIM SİSTEMLERİ DERSİ LABORATUVARI

DENEY-II: REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU

DENEY KİMLİK BİLGİLERİ

Bilgi	Detay
Ders Kodu	ELK3036
Deney Adı	Reaktif Güç Kompanzasyonu
Süre	1 saat
Grup Büyüklüğü	3-4 kişi
Ön Koşul	Deney öncesi kısa sınavdan başarılı olunması

DENEYİN AMACI

Bu deneyde aşağıdaki kazanımlar hedeflenmektedir:

1. Reaktif güç kompanzasyonu kavramını **deneysel olarak** gözlemlemek
2. Güç katsayısı ($\cos \phi$) düzeltilmesinin sisteme etkilerini ölçmek
3. Reaktif güç kontrol rölesinin (RGK) çalışma prensibini ve parametrelerini uygulamalı olarak öğrenmek
4. Farklı kademe sıralamalarının kompanzasyon performansına etkisini karşılaştırmak

DENEY ÖNCESİ HAZIRLIK SORULARI

Deney öncesinde aşağıdaki soruların cevaplarını derinlemesine araştırarak bulunuz. Bu sorular için hazırlık raporu istenmeyecektir.

#	Soru
1	Kompanzasyon türleri nelerdir? Birkaç cümleyle açıklayarak birer örnek veriniz.
2	Akım trafosunun yapısı, işlevi ve çalışma prensibini kısaca açıklayınız.
3	Kompanzasyon sisteminde oluşabilecek arızalar nelerdir? Araştırınız.
4	Üç fazlı kompanzasyonda kondansatör grupları neden üçgen bağlanır? Yıldız ve üçgen bağlantıyı şekille gösterip reaktif güç miktarlarını karşılaştırınız.
5	Tek fazlı kompanzasyon sisteminde kondansatör grupları nasıl bağlanır?
6	Reaktif Güç Kontrol (RGK) rölesi olmadan güç katsayısı kontrolü sağlayacak bir sistem/algoritma öneriniz.

TEORİK BİLGİ

1. Giriş: Neden Kompanzasyon?

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.

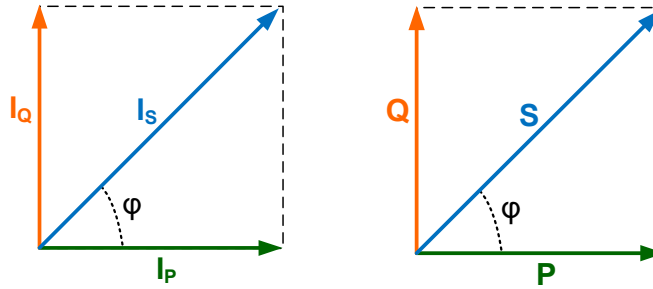
Endüktif yükler, manyetik alan oluşturmak için şebekeden reaktif güç çekerler. Bu güç faydalı işe dönüşmez, ancak iletim hatlarında ek kayıplara ve gerilim düşümüne yol açar. Kompanzasyon, bu reaktif gücü tüketim noktasında karşılayarak:

- Hat kayıplarını azaltır
- Trafo kapasitesini verimli kullanır
- Kablo kesitlerini optimize eder
- Elektrik faturasını düşürür

2. Güç Üçgeni ve Temel Formüller

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	$P = S \cos \phi$	Aktif güç (W)
3	$Q = S \sin \phi$	Reaktif güç (VAR)
4	$\cos \phi = P/S$	Güç katsayısı
5	$I_p = I \cos \phi$	Aktif akım (A)
6	$I_q = I \sin \phi$	Reaktif akım (VAR)
7	$I = \sqrt{I_p^2 + I_q^2}$	Akım (A)

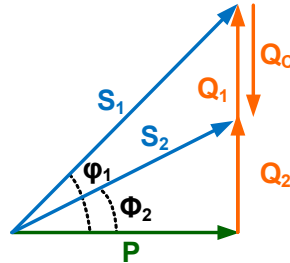
3. Reaktif Güç Üretimi ve Kompanzasyon

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 (RGK) 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 kademedeki 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.

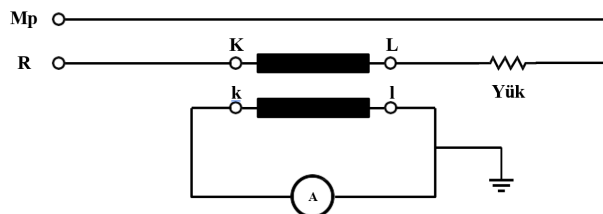
Sıralama: Kondansatör kademelerinin hangi sıra ile sıralanacağını belirler. Örneğin 1:1:1, 1:2:2, 1:2:4 gibi değerler alır. Bu sıralamalar sonucu farklı sayısal varyasyonlar oluşur. Burada dikkat edilmesi gereken husus; sıralamadaki herhangi bir sayı kendisinden önceki sayıdan küçük olmayacak ve en fazla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

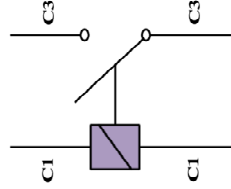
Akım trafosu, elektromanyetik bir devre elemanı olarak üzerinden geçen akımı belirlenen oranda düşürür ve sekonderine bağlı ölçü ve koruma sistemlerinin kullanabileceği seviyeye getirir. Bu ölçü transformatörü, gerekli akımı ve izolasyonu sağlar. Primer ve sekonder akımları arasında faz farkının sıfır 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.

DENEYİN YAPILIŞI

(1) Şekil 6'da verilen devreyi reaktif güç kontrol deney panosu üzerinde kurunuz. Panoya enerji verilmeden önce deney sorumlusuna bağlantılarınızı mutlaka kontrol ettiriniz.

(2) Reaktif Güç Kontrol Rölesinin parametrelerini aşağıdaki verilere göre ayarlayınız.

c/k: İlk kademe kondansatörünüzün gücüne bağlı olarak formül yardımı ile hesaplayınız

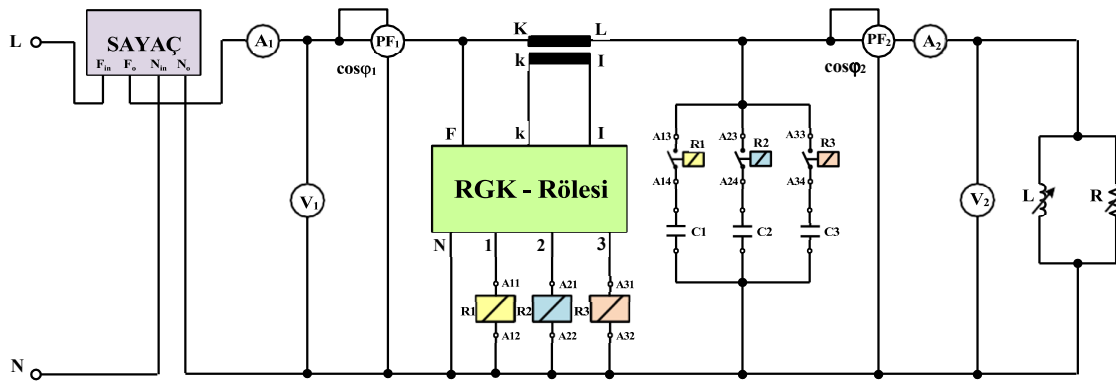
cosφ: Reaktif güç kontrol rölesinin çalışmasını istediğiniz değere ayarlayınız (0.97).

Kademe sayısı: Kullandığınız kademe sayısını ayarlayınız (3).

Kademe sırası: Kademelerinizin değişimini röleye giriniz (1:2:2). Direkt kademe sırasını giremiyorsanız kapasite değerlerini de girebilirsiniz. Üç faz RGK rölesini tek faz olarak kullanırsanız kapasite tanımlamalarınızı mevcut kapasitelerin 3 katı olarak tanımlayınız (0.100: 0.200: 0.200).

Zaman: Tarama süresi ve kapasiteleri devreye alması-çıkartma süresini giriniz (10 sn).

Akım trafosu: Trafo gerilim değerini giriniz (220V), akım dönüştürme oranını giriniz (4).



Şekil 6. Deney bağlantı şeması.

(3) Tablo 3'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 $\cos\phi_1$ değerlerini kaydediniz. (*) işaretli olan değerleri teorik olarak hesaplayınız.

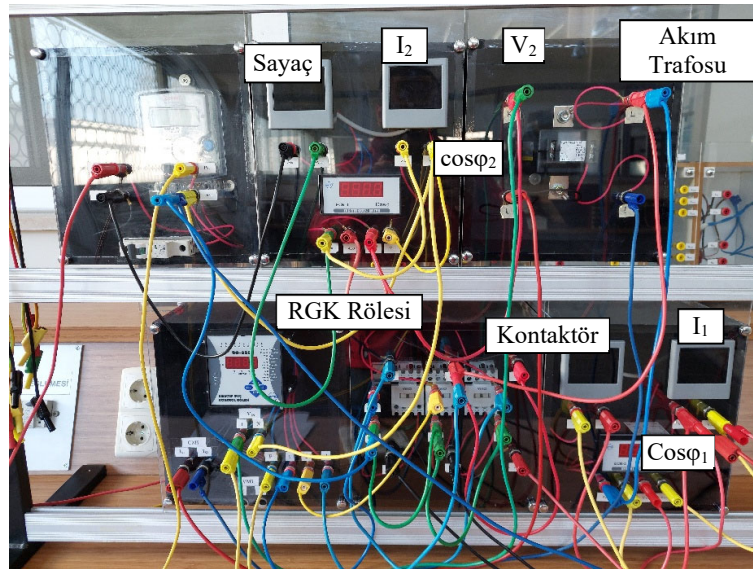
Tablo 3. Deney 1 veri tablosu (Kademe Sırası: 1:2:2).

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										

- (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 $\cos\phi$ değerlerini kaydediniz. (*) işaretli olan değerleri teorik olarak hesaplayınız.

Tablo 4. Deney 2 veri tablosu (Kademe Sırası: 1:2:3).

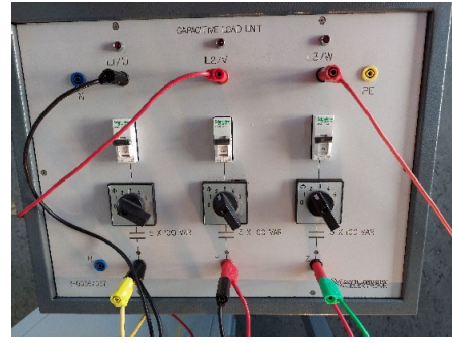
Sıra	P_R	Q_L	P_L	I_1	V	$\cos\phi_1$	I_2	$\cos\phi_2$	Q_C^*	Q_T^*	Kad.
1	100										
2	100										
3	100										
4	100										
5	100										
6	100										



(a) Temel deney kurulum durumu



(b) Endüktif yük bankı



(c) Kapasitif yük bankı

Şekil 7. Deney düzeneği fotoğrafı.

DENEY RAPORU İSTENENLER

Raporunuzda aşağıdaki bölümler yer almalıdır:

Bölüm A: Veri ve Hesaplamalar

1. Tablo 3 ve Tablo 4'ü eksiksiz doldurun (ölçülen + hesaplanan değerler)
2. Her iki tablo için **c/k değerlerini** hesaplayarak gösterin
3. Hesap adımlarınızı açıkça yazın (sadece sonucu değil, çözüm yolunu da gösterin)

Bölüm B: Analiz ve Yorum

4. İki farklı kademe sıralamasının (1:2:2 ve 1:2:3) kompanzasyon performansını karşılaştırın. Hangi sıralama daha etkili? Neden?
5. Kompanzasyonda kullanılan üç faz kondansatör gruplarının içindeki kondansatörler neden üçgen bağlanır? Yıldız bağlantının tercih edildiği durumlar var mıdır?

Bölüm C: Grafik (İsteğe Bağlı Bonus)

6. Her iki deney için $\cos \phi$ değişimini yük kademesine göre çizin. Grafikten ne sonuç çıkarılabilir?

ELK3036 – GÜÇ DAĞITIM SİSTEMLERİ DERSİ LABORATUVARI

DENEY RAPOR TUTANAĞI

DENEY ADI: DENEY-II: REAKTİF GÜÇ KOMPAZASYONU

1. GİRİŞ

2. KURAM

3. DENEY YÖNTEMİ

4. 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**'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 $\cos\phi$ değerlerini kaydediniz. (*) işaretli olan değerleri teorik olarak hesaplayınız.

Tablo 3. Deney 1 veri tablosu (Kademe Sırası: 1:2:2).

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										

3. **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 $\cos\phi$ değerlerini kaydediniz. (*) işaretli olan değerleri teorik olarak hesaplayınız.

Tablo 4. Deney 2 veri tablosu (Kademe Sırası: 1:2:3).

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										

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

5. DEĞERLENDİRME