

GÜÇ ELEKTRONİĞİ LABORATUVARI

Güç Elektroniği Laboratuvarı, Elektrik–Elektronik Mühendisliği bölümümüzün uygulamalı eğitim altyapısının temel bileşenlerinden biri olup, özellikle 3. sınıf düzeyinde verilen Güç Elektroniği, dersinin deneysel uygulamalarının gerçekleştirildiği bir çalışma ortamıdır. Bu laboratuvar, öğrencilerin teorik derslerde öğrendikleri güç devreleri, yarı iletken anahtarlama elemanları bilgilerin deneysel olarak gözlemlemelerini ve uygulama becerisine dönüştürmelerini sağlamak amacıyla deney düzenekleri içermektedir. Laboratuvar içerisinde programlanabilir DC güç kaynakları, fonksiyon jeneratörleri, osiloskoplar, AC/DC elektronik yükler, tristör gate-sürücü test kartları, inverter eğitim seti, Diyot, Tristör, MOSFET, IGBT için deney modülleri bulunmaktadır. Bununla birlikte reaktif güç kompanzasyonu için bir deney seti bulunmaktadır.

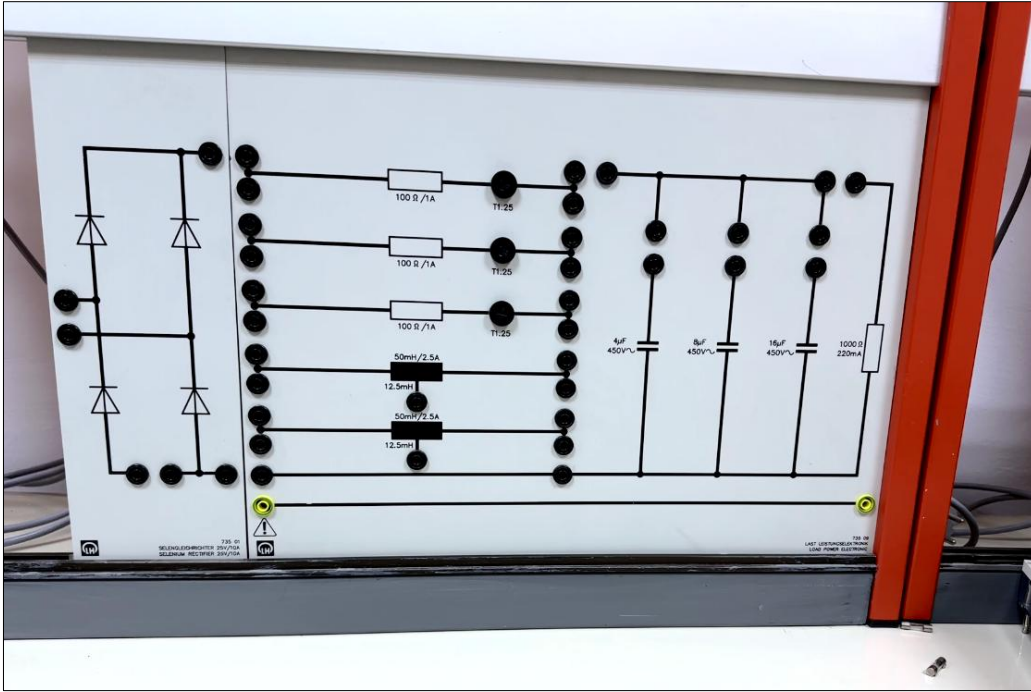
Çalışma süreçleri çoğunlukla bilgisayar destekli analiz ve simülasyonlarla başlamaktadır. Matlab/Simulink, LTspice, gibi mühendislik yazılımları kullanılarak dönüştürücü topolojilerinin dinamik davranışı, anahtarlama dalga biçimleri, verimlilik analizi ve kontrol stratejileri modellenmekte ve analiz edilmektedir. Simülasyon aşamasında elde edilen sonuçlar, laboratuvardaki deney düzenekleri üzerinde gerçekleştirilerek doğrulanmakta ve gerçek zamanlı ölçümlerle desteklenmektedir. Laboratuvarında gerçekleştirilen deneyler arasında 1-fazlı ve 3-fazlı diyotlu doğrultucular, 1-fazlı ve 3-fazlı tristörlü doğrultucular, PWM kontrollü DC-DC dönüştürücü, 1-fazlı AC-AC kıyıcı ve Sinusoidal PWM kontrollü 3-fazlı DC/AC İnverter deneyi vardır. Bu deneysel uygulamalar, öğrencilerin teorik bilgilerini pekiştirmelerine, güç elektroniği alanında pratik ölçüm tekniklerini öğrenmelerine ve gerçek mühendislik problemlerine yönelik çözüm üretme becerilerini geliştirmelerine önemli katkı sağlamaktadır. Laboratuvarın genel görünümü Resim-1 de verilmiştir.



Resim-1: Güç Elektroniği Laboratuvarı Genel Görünüşü.

1. Tek-fazlı Kontrolsüz (Diyotlu) Doğrultucu Deney Düzenegi

Endüstriyel ve ev uygulamaları için üretilen bütün elektronik cihazlar (her türlü şar cihazı, TV, uydu alıcısı, mutfak robotları, blender, LED aydınlatma, tabletler, bilgisayarlar, çamaşır makinası, bulaşık makinası, motor sürücüler, vb.) cihazların enerji girişinde %100 kullanılan tek fazlı doğrultucunu deney düzeneğin en sade hali aşağıda verilmiştir. Resim-2’de gösterildiği gibi Tek fazlı tam dalga diyotlu doğrultucunun iki faz bacağından biri şebekenin faz diğeri ise nötr hattı ile beslenir ve aşağıdaki deneyler farklı haftalarda yapılır:



Resim-2: Tek-fazlı Kontrolsüz Doğrultucu deney düzeneği

Deney-1: Doğrultucu çıkışının R yükünü beslemesi durumunda şebeke gerilimi ve yük gerilimi izolasyonlu gerilim problemleri kullanılarak osiloskopta ölçülür. Aynı zamanda yükün çektiği akımda benzer biçimde ölçülür. Hem akım hem de gerilimin DC bileşen değeri hesaplanır. Dalga şeklinin ideal dc den farklı olmasının sebebi olan harmonikler ile izah edilir. Ayrıca şebeke gerilimi ile doğrultucunun şebekeden çektiği akım arasındaki güç faktörünün yaklaşık birim ($PF=1$) olduğu izolasyonlu gerilim problemleri kullanılarak osiloskopta gösterilmektedir.

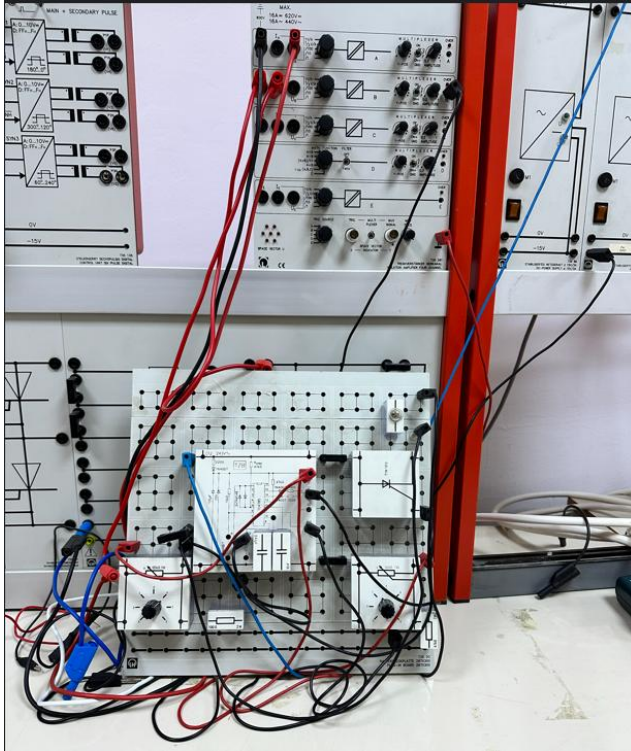
Deney-2: Bunun yansıya yük gerilimindeki harmonikleri filtrelemek için aşağıdaki Resimde görülen kondansatörler farklı değerlerde eklenir. Kondansatör değeri arttıkça çıkış geriliminin ideal dc ye yaklaştığı izolasyonlu gerilim problemleri kullanılarak osiloskopta gösterilmektedir. Ancak bu kez şebeke gerilimi ile yük arasındaki güç faktörünün birim ($PF \neq 1$) değerden çok uzak olduğu yani

yüklerin reaktif akım çektiği izolasyonlu akım ve gerilim problemleri kullanılarak osiloskopta gösterilmektedir.

Deney-3: Direnç (R) yükünün farklı durumları ve kapasitif düzeltme (C) durumlarından farklı olarak, tek-fazlı tam dalga doğrultucunun RL yükünü beslemesi durumu ile ilgilide deneyler yapılmaktadır. L tek başına akı filtresi olarak veya bir dc motorun sargısı (R-L) olarak göz önüne alınmaktadır. L değeri arttıkça akımdaki harmoniklerin filtre edildiği izoleli akım probu yardımıyla osiloskoptan gösterilmektedir. Bunun yanı sıra şebeke gerilimi ile doğrultucunun şebekeden çekti akım arasındaki güç faktörünün birim ($PF \neq 1$) değerden çok uzak olduğu yani yüklerin reaktif akım çektiği izolasyonlu akım ve gerilim problemleri kullanılarak osiloskopta gösterilmektedir.

2. TRİSTÖR Tekleme Deney Düzeneği

Endüstriyel ve uygulamalarında yaygın olarak kullanılan bir ve üç fazlı AC/DC kontrollü (TRİSTÖR) doğrultucular ve AC/AC TRİSTÖR'lü kıyıcıların temelini oluşturan TRİSTÖR'ün temel anahtarlama deney düzeneği Resim-3 de gösterilmektedir. Deney düzeneği kullanılarak aşağıdaki deney yapılmaktadır.



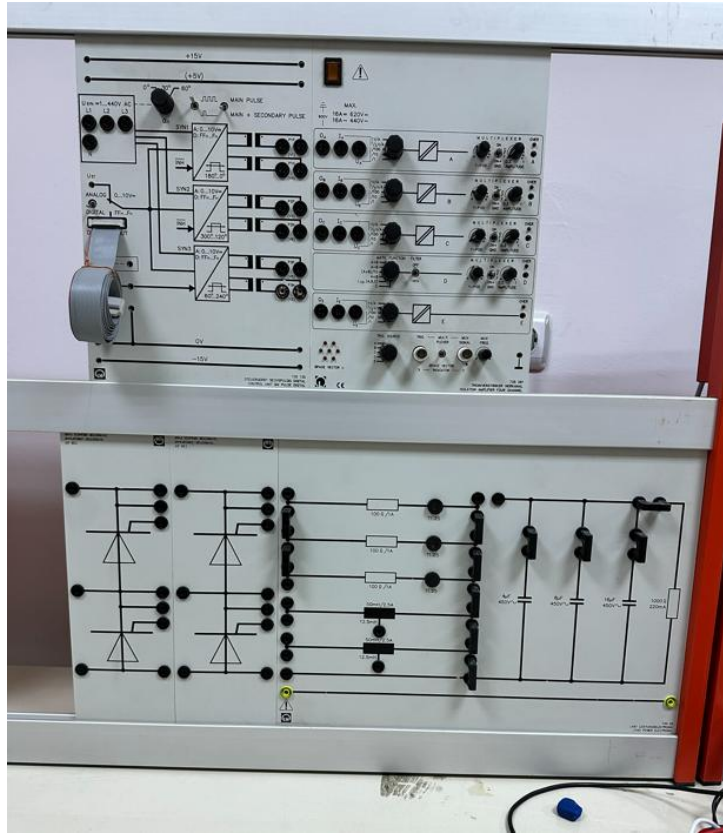
Resim-3: TRİSTÖR deney düzeneği

Deney-4: AC bir kaynaktan beslenen TRİSTÖR için, Gate Tetikleme modülü (TZB, Thyristor Triggering Block) kullanılarak tristör bir varistör ile ayarlanan farklı açılarında tetiklenir. Tetikleme

açıları değıştikçe yük olarak kullanan lamba ve TRİSTÖR uçlarındaki gerilimler, gerilim problemleri kullanılarak osiloskopta gösterilmektedir.

3. Tek Fazlı Kontrolsüz (TRİSTÖRLÜ) Doğrultucu Deney Düzeneği

Endüstriyel uygulamalardaki dc motorları sürmek için tek fazlı kontrollü (Tristörlü) doğrultucunu deney düzeneğinin görüntüsü Resim-4 te verilmiştir. Tek fazlı tam dalga TRİSTÖR'lü doğrultucunun iki faz bacağından biri şebekenin faz diğeri ise nötr hattı ile beslenir ve aşağıdaki deneyler farklı haftalarda yapılır:



Resim-4: Tek-fazlı Tam Dalga Kontrolsüz Doğrultucu deney düzeneği

Deney-5: Kontrollü doğrultucunun R yükünü beslemesi durumunda şebeke gerilimi ve yük gerilimi izolasyonlu gerilim problemleri kullanılarak osiloskopta ölçülür. Aynı zamanda yükün çektiği akımda benzer biçimde ölçülür. Hem akım hem de gerilimin DC bileşen değeri hesaplanır. Diyotlu doğrultucudan farklı olarak Çıkış geriliminin değışken olduğu gösterilir. Dalga şeklinin ideal dc den farklı olmasının sebebi olan harmonikler ile izah edilir. Tristörlerin sıfırdan farklı açılarında tetiklenmesinden dolayı doğrultucunun birim güç faktöründe çalışamayacağı şebeke gerilimi ile doğrultucunun şebekeden çektiği akım izolasyonlu gerilim problemleri yardımıyla osiloskopta gösterilir

Deney-6: Kontrollü doğrultucunun çıkış gerilimindeki harmonikleri filtrelemek için aşağıdaki Resimde-4'te görülen kondansatörler farklı değerlerde eklenir. Kondansatör değeri arttıkça çıkış geriliminin ideal dc ye yaklaştığı izolasyonlu gerilim problemleri kullanılarak osiloskopta gösterilmektedir. Ayrıca şebeke gerilimi ile doğrultucunun şebekeden çektiği akım arasındaki güç faktörünün birim ($PF \neq 1$) değerden çok uzak olduğu yani yüklerin reaktif akım çektiği izolasyonlu akım ve gerilim problemleri kullanılarak osiloskopta gösterilmektedir.

Deney-7: Tek-fazlı tam dalga kontrollü (TRİSTÖR) doğrultucunun RL yükünü beslemesi durumu ile ilgilide deneyler yapılmaktadır. L tek başına akı filtresi olarak veya bir dc motorun sargısı (R-L) olarak göz önüne alınmaktadır. L değeri arttıkça akımdaki harmoniklerin filtre edildiği izoleli akım probu yardımıyla osiloskoptan gösterilmektedir. L'nin büyüklüğüne bağlı olarak tristörlerin π noktalarında kesime geçemediği ne nedeni osiloskopta gösterilir. Bunun yanı sıra şebeke gerilimi ile doğrultucunun şebekeden çekti akım arasındaki güç faktörünün birim ($PF \neq 1$) değerden çok uzak olduğu yani yüklerin reaktif akım çektiği izolasyonlu akım ve gerilim problemleri kullanılarak osiloskopta gösterilmektedir.

4. Üç-Fazlı Kontrolsüz (TRİSTÖRLÜ) Doğrultucu Deney Düzeneği

Endüstriyel büyük güçlü dc motorların kontrolünde ve 1/3 fazlı DC/AC inverterlerin girişindeki ayarlı dc elde etme için yaygın olarak kullanılan 3-fazlı TRİSTÖRLÜ doğrultucu deney düzeneğinin genel görünüşü Resim-5'te verilmiştir.

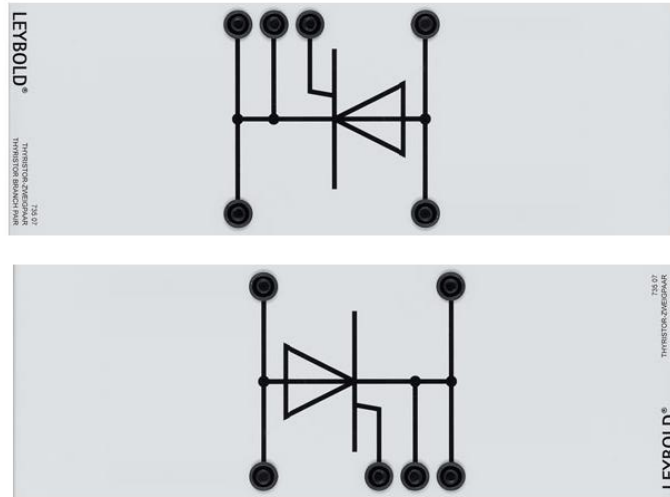


Resim-5: Üç-fazlı Kontrolsüz Doğrultucu deney düzeneği

Deney-8: 3-Fazlı TRİSTÖR'lü doğrultucunun; R, R-C, ve R-L yük-filtre durumları için farklı deneyler bu deney düzeneği üzerinde yapılmaktadır. Her yük durumu için şebeke gerilimi ile doğrultucunun şebekeden çektiği akım arasındaki güç faktörünün birim ($PF \neq 1$) değerden çok uzak olduğu yani yüklerin reaktif akım çektiği izolasyonlu akım ve gerilim problemleri kullanılarak osiloskopta gösterilmektedir. Ayrıca 1-fazlı doğrultuculara kıyasla bu 3-fazlı topolojilerde çıkış gerilim dalga şeklindeki harmonikleri filtrelemek için daha küçük değerli kondansatörlere gerek duyulduğu sebepleri ile açıklanmaktadır.

5. Tek-Fazlı AC-AC Kıyıcı Deney Düzeneği

Endüstride farklı cihazlardaki fazlı ısıtıcılar ve aydınlatma ürünleri için ayarlı AC gerilim oluşturmak için ucuz ve yaygın bir yöntem olarak kullanılan 1-fazlı AC/AC kıyıcının deney düzeneği Resim-6'da verilen TRİSTÖR'den iki tane ters paralel bağlanarak oluşturulur.



Resim-6: Tek fazlı AC/AC kıyıcı için TRİSTÖR ler

Deney-9: Tek-Fazlı AC/AC kıyıcının TRİSTÖR'lü doğrultucunun; R ve R-L yüklerini beslemesi durumunda **On-Off** ve **Faz Açısı Kontrol** yöntemleri için deneyler yapılır. Tristör tetikleme modülü doğrultucu deneyindekiler ile aynıdır. Her yük durumu için şebeke gerilimi ile çıkış gerilimi izolasyonlu gerilim problemleri kullanılarak osiloskopta gösterilmektedir. Girişteki sabit AC gerilimin çıkışta sadece rms değerinin değiştiği ve frekansın sabit kaldığı açıklanmaktadır.

6. KOMPANZASYON Deney Düzenegi

Endüstride kullanılan bütün AC motor yüklerinin ve Doğrultucuların AC şebekeden çektiği reaktif gücün şebekeye verdiği zararı açıklamak ve reaktif gücü kompanze etmek için Resim-7’de verilen deney düzenegi kullanılmaktadır.



Resim-7: 3-fazlı AC yükler için kompanzasyon deney düzenegi

Deney-10: Deney düzeneginin alt tarafında bulunan 2.5kW ve 5kW gücündeki asenkron motorların şebekeden çektiği reaktif güç anlık olarak ölçülüp, bu indüktif yüklerin çektiği reaktif gücünün 180 derece faz farklısı kontaktörler ile devreye alınan kondansatörler ile kompanze edilmektedir. Anlık olarak Güç faktörünün anlık değeri, set üzerindeki *Reaktif Güç Kontrol Rölesi* yardımıyla izlenmektedir. Aynı anda şebekenin 3-faz gerilim ve akımlarında dijital multimetreler yardımıyla ölçülmektedir.

