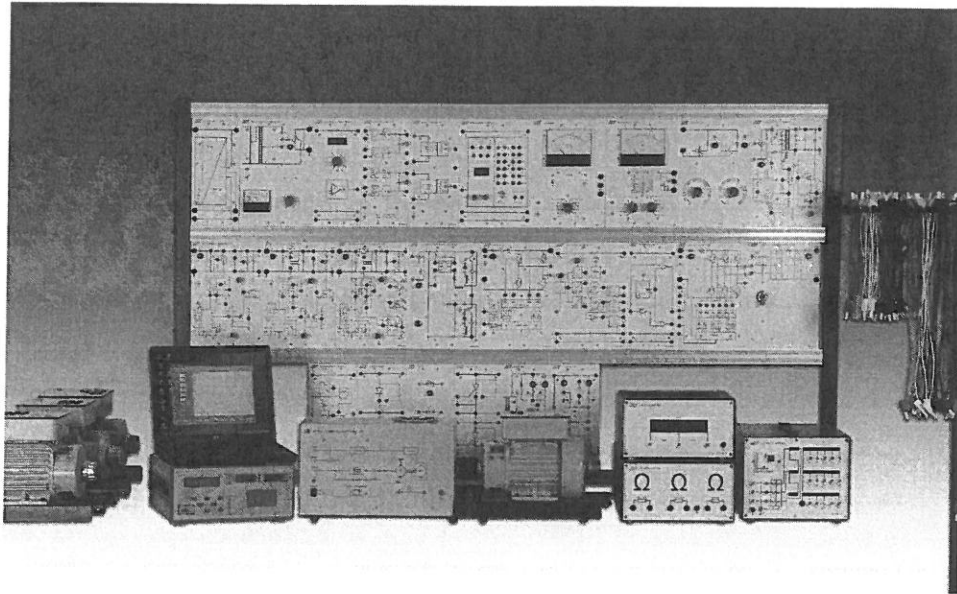


GÜÇ ELEKTRONİĞİ EĞİTİM SİSTEMİ

PE-5000 (I)

DENEY KILAVUZU



K&H
PRODUCTS

K&H MFG CO., LTD.

5F, No. 8, Sec. 4 Tzu-Chiang Rd., San Chung City 241, Taipei Hsien, Taiwan R.O.C.

TEL : 886-2-2286-0700 FAX : 886-2-2287-3066

E-Mail : education@kandh.com.tw WEB : http://www.kandh.com.tw



İÇİNDEKİLER

Bölüm 1 SCR ve TRIYAK Karakteristikleri ve Temel Ölçümleri

✓ 1-1 PE-5000 Tanıtım-----	1-1
1-2 Gerekli Deney Modüllerinin Tanıtımı -----	1-8
1-2-1 PE-5310-3A RMS Ölçer-----	1-8
1-2-2 PE-5340-3A İzolasyon Trafosu-----	1-11
1-2-3 PE-5310-2B Fark Yükselteç Modülü -----	1-12
1-2-4 PE-5310-5D SCR/TRIYAK Set Modülü -----	1-14
Deney 1-1 Üç-Fazlı Kaynak Gerilim Ölçümü -----	1-16
Deney 1-2 Dijital Bellekli Osiloskop ve Fark Yükseltici-----	1-19
Deney 1-3 SCR Karakteristikleri ve Ölçümü-----	1-23
Deney 1-4 TRIYAK Karakteristikleri ve Ölçümü-----	1-29

Bölüm 2 Tek-Fazlı Doğrultucular ve AC Gerilim Denetleyiciler

✓ 2-1 Doğrultucular ve Faz Kontrolü -----	2-1
2-2 Gerekli Deney Modüllerinin Tanıtımı -----	2-2
2-2-1 PE-5310-3C Dirençsel Yük Birimi-----	2-2
2-2-2 PE-5310-3E Endüktif Yük Birimi -----	2-3
2-2-3 PE-5310-5B Sigorta Seti -----	2-4
2-2-4 PE-5310-3B Güç Ölçer (0.3W-30kW) -----	2-5
2-2-5 PE-5310-2C Akım Transdüseri -----	2-7
2-2-6 PE-5310-5A Güç Diyot Seti -----	2-9
2-2-7 PE-5310-5C Tristör Seti -----	2-10
2-2-8 PE-5310-1A DC Güç Kaynağı (±15V/2A)-----	2-11
2-2-9 PE-5310-2A Referans Değişken Üreteç -----	2-12
2-2-10 PE-5310-2D 3φ Faz Açısı Denetleyicisi-----	2-13
✓ Deney 2-0 Tetikleme Darbesi Ölçümü -----	2-15
✓ Deney 2-1 Tek-Fazlı Yarım Dalga Kontrolsüz Doğrultucu -----	2-20
✓ Deney 2-2 Tek-Fazlı Tam Dalga Kontrolsüz Doğrultucu -----	2-36
✓ Deney 2-3 Tek-Fazlı Yarım Dalga Kontrollü Doğrultucu -----	2-48
✓ Deney 2-4 Tek-Fazlı Tam Dalga Kontrollü Doğrultucu -----	2-60
✓ Deney 2-5 Simetrik Tek-Fazlı Tam Dalga Yarı-Kontrollü Doğrultucu -----	2-72
✓ Deney 2-6 Simetrik Olmayan Tek-Fazlı Tam Dalga Yarı-Kontrollü Doğrultucu -----	2-85

Deney 2-7 Tek-Fazlı Yarı-Kontrollü AC Gerilim Denetleyici-----	2-98
Deney 2-8 Tek-Fazlı Tam-Kontrollü AC Gerilim Denetleyici -----	2-109

Bölüm 3 Üç Fazlı Doğrultucular ve AC Gerilim Denetleyiciler

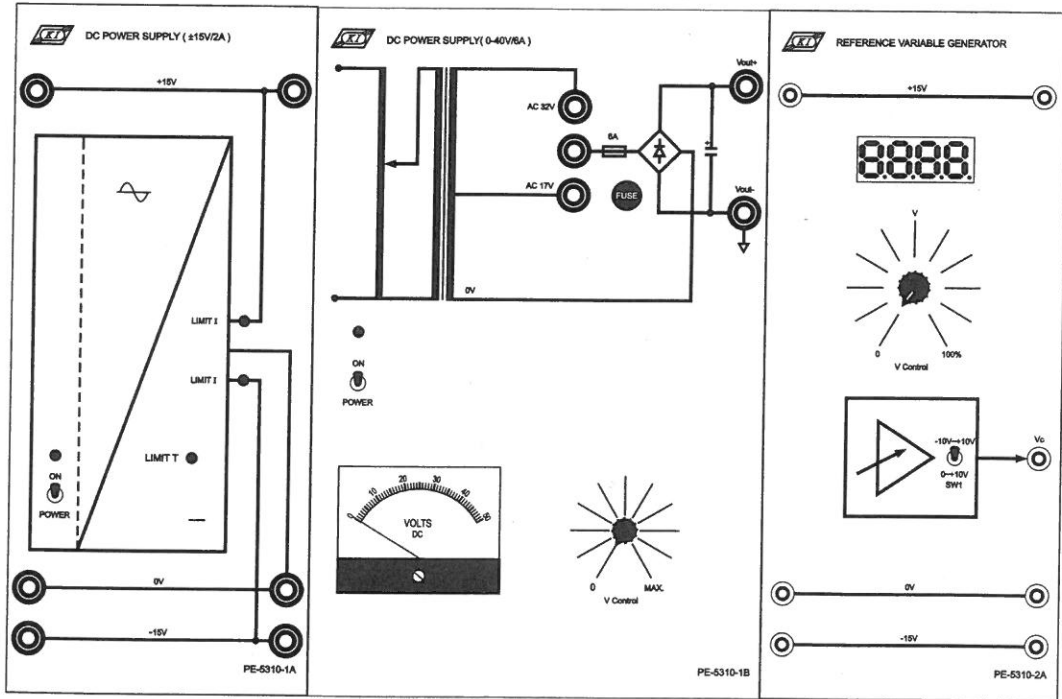
Deney 3-1 Üç-Fazlı Yarım Dalga Kontrolsüz Doğrultucu -----	3-1
Deney 3-2 Üç-Fazlı Tam Dalga Kontrolsüz Doğrultucu -----	3-12
Deney 3-3 Üç-Fazlı Yarım Dalga Kontrollü Doğrultucu -----	3-23
Deney 3-4 Üç-Fazlı Tam Dalga Yarı-Kontrollü Doğrultucu-----	3-35
Deney 3-5 Üç-Fazlı Tam Dalga Tam-Kontrollü Doğrultucu -----	3-46
Deney 3-6 Üç-Fazlı Tam Dalga Yarı-Kontrollü AC Gerilim Denetleyici -----	3-56
Deney 3-7 Üç-Fazlı Tam Dalga Tam-Kontrollü AC Gerilim Denetleyici-----	3-64

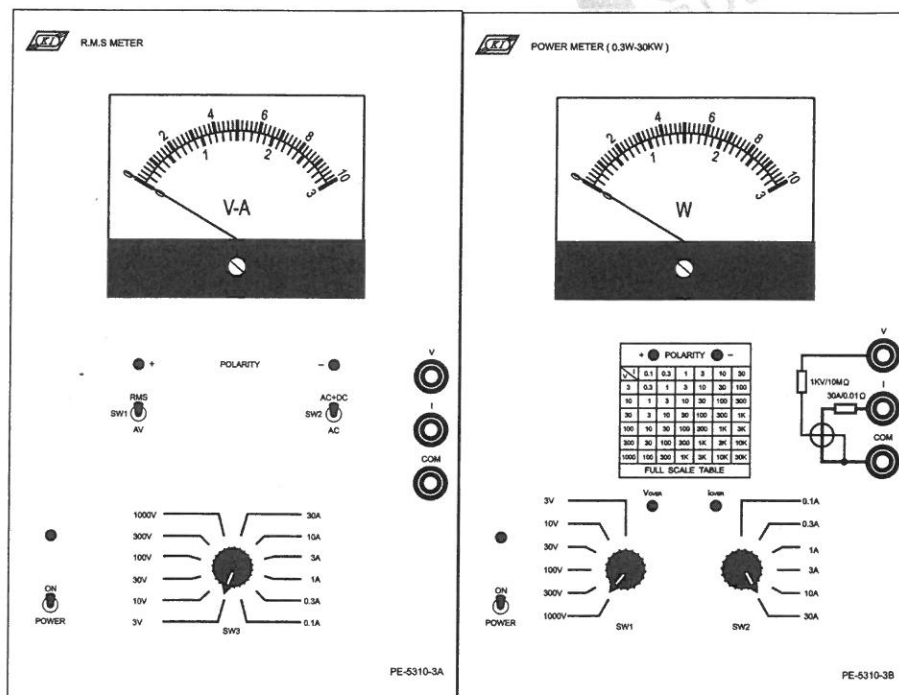
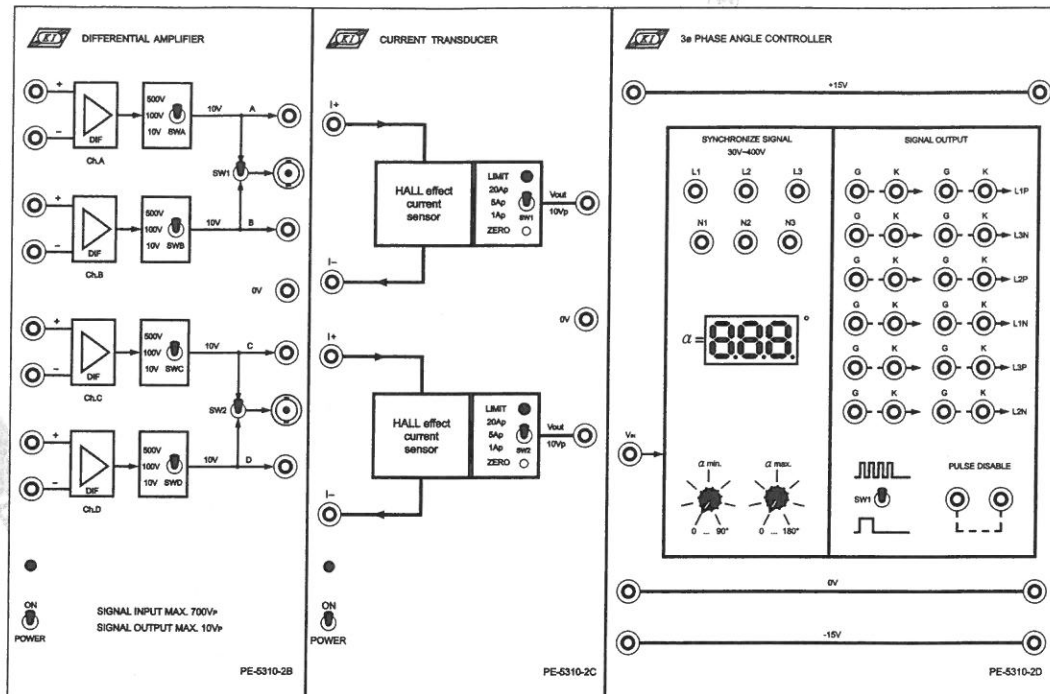
Bölüm 1 SCR ve TRIYAK Karakteristikleri ve Temel Ölçümleri

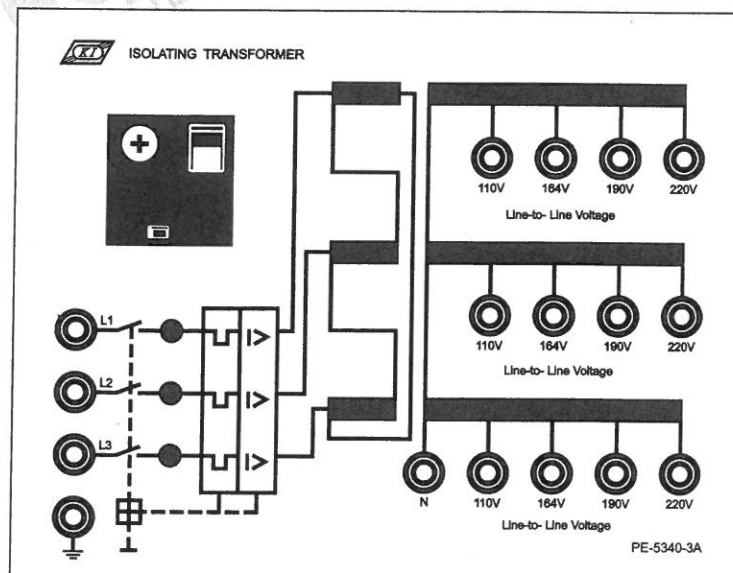
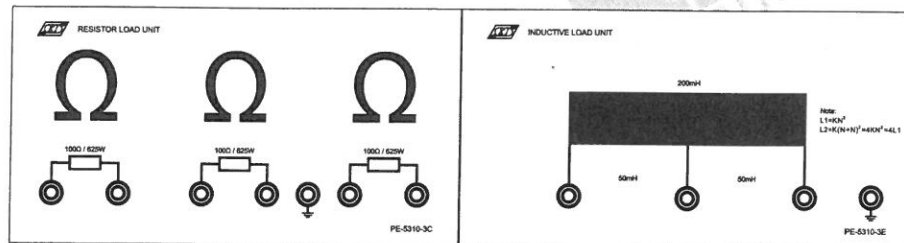
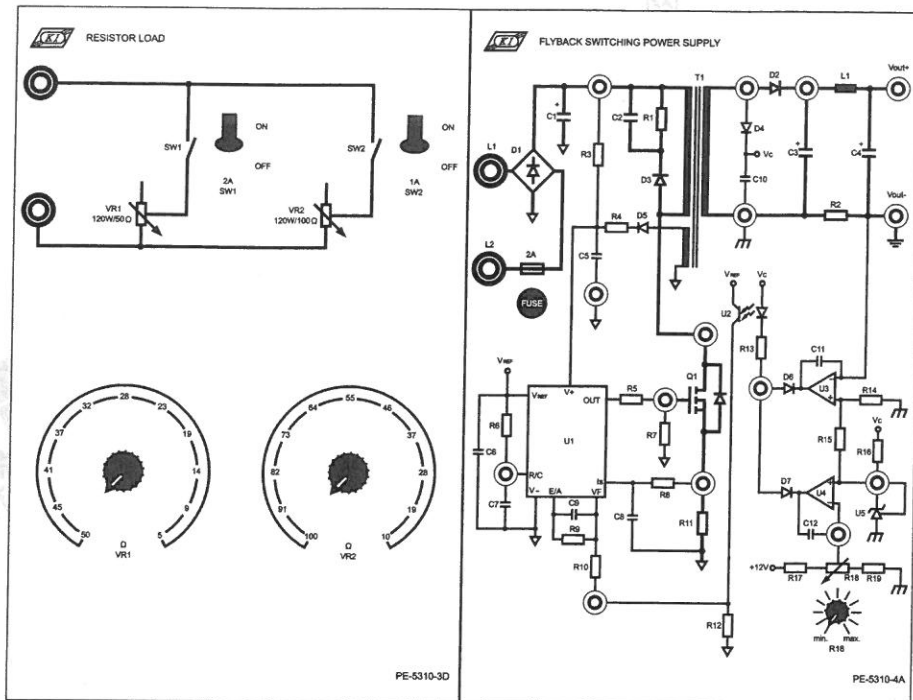
1-1 PE-5000 Tanıtım

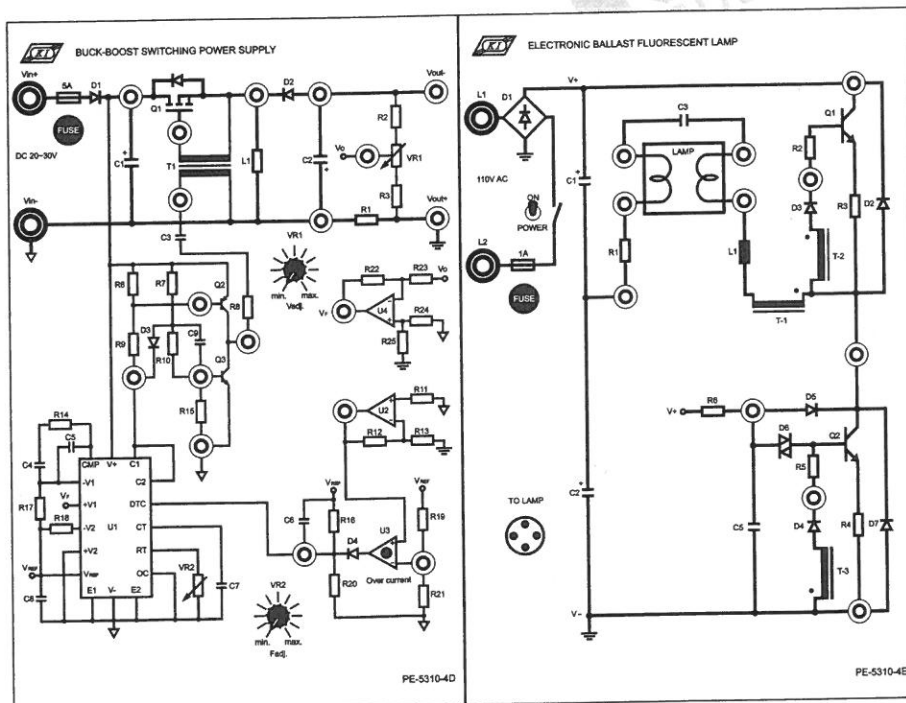
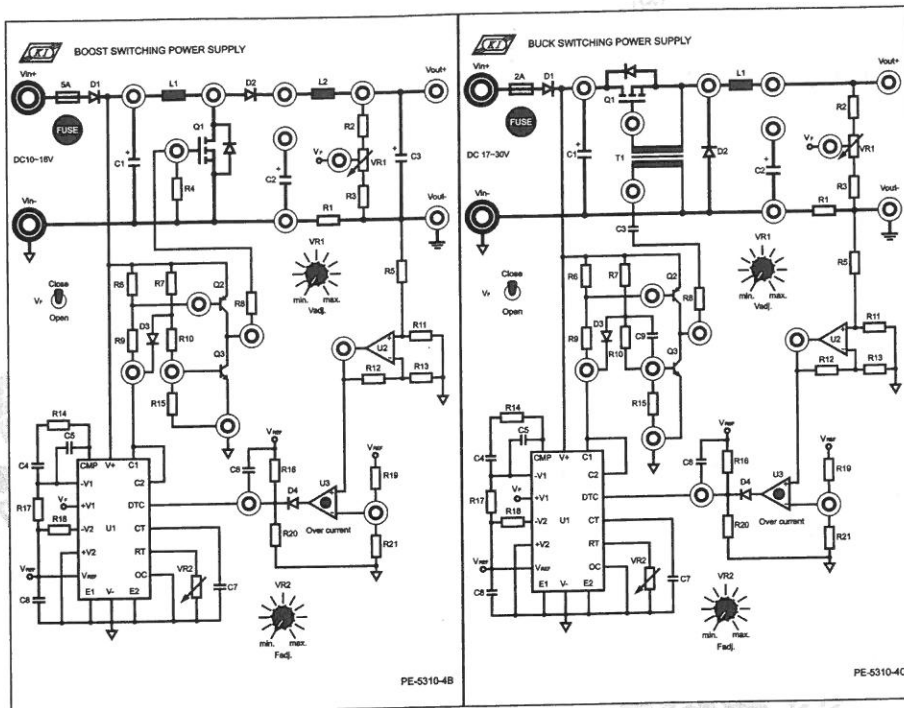
PE-5000 Güç Elektroniği Sistemi, 29 deney modülü, bir 3-fazlı sincap kafes motor, bir dijital bellekli osiloskop, yük, kontrol ve ölçüm aygıtlarından oluşur. Modül panelleri şekil 1-1'de gösterilmektedir.

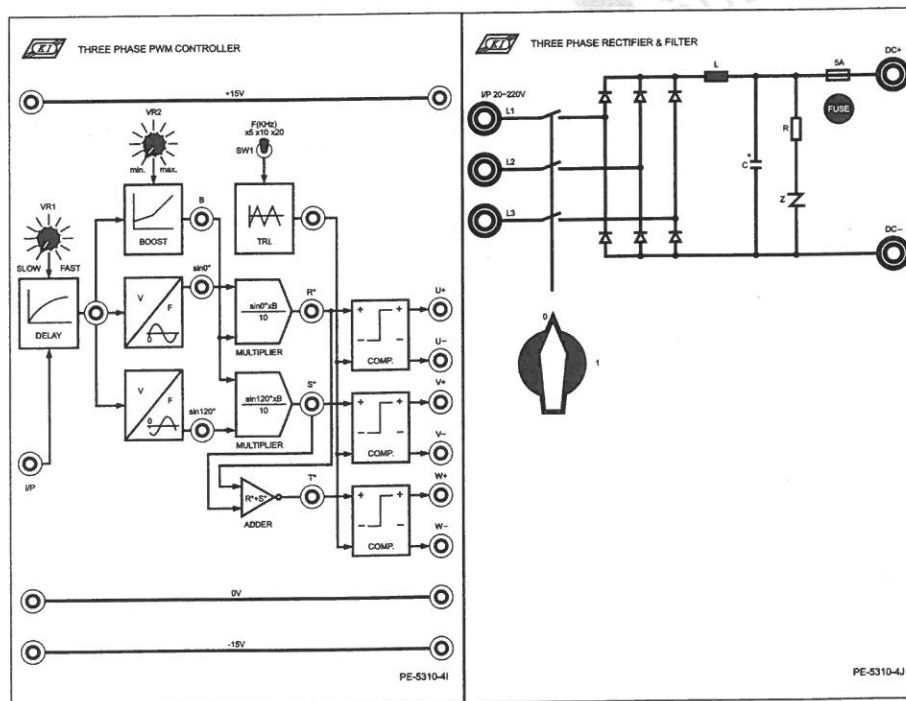
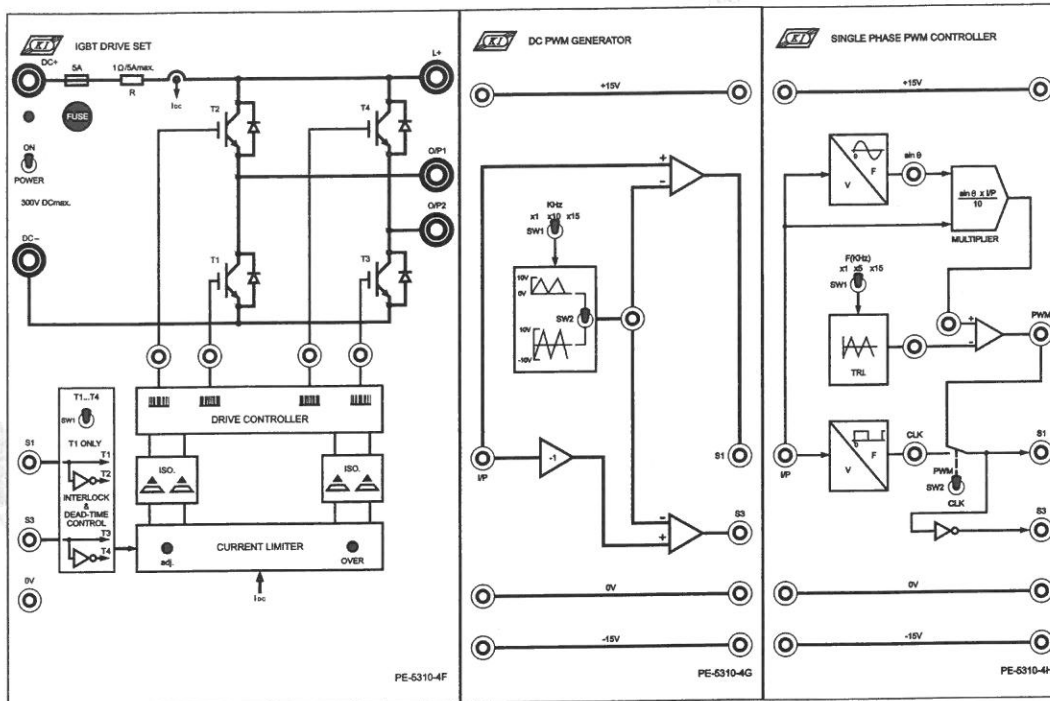
Güç elektroniği; güç, elektronik ve kontrolün birleşimidir. Güç elektroniği, elektrik gücünün kontrol ve dönüşümü için katı-hal elektroniğinin bir uygulaması olarak tanımlanabilir. Sık kullanılan güç elektroniği devreleri, doğrultucular, eviriciler ve kıyıcılarıdır. PE-5000 sistemi, çevirici, güç kaynağı, yük, kontrol ve test modüllerini içeren 29 deney modülünden oluşmaktadır. Bu deney modülleri ve aygıtlar, aşağıdaki deneylerde tanıtılacak ve örneklerle açıklanacaktır.

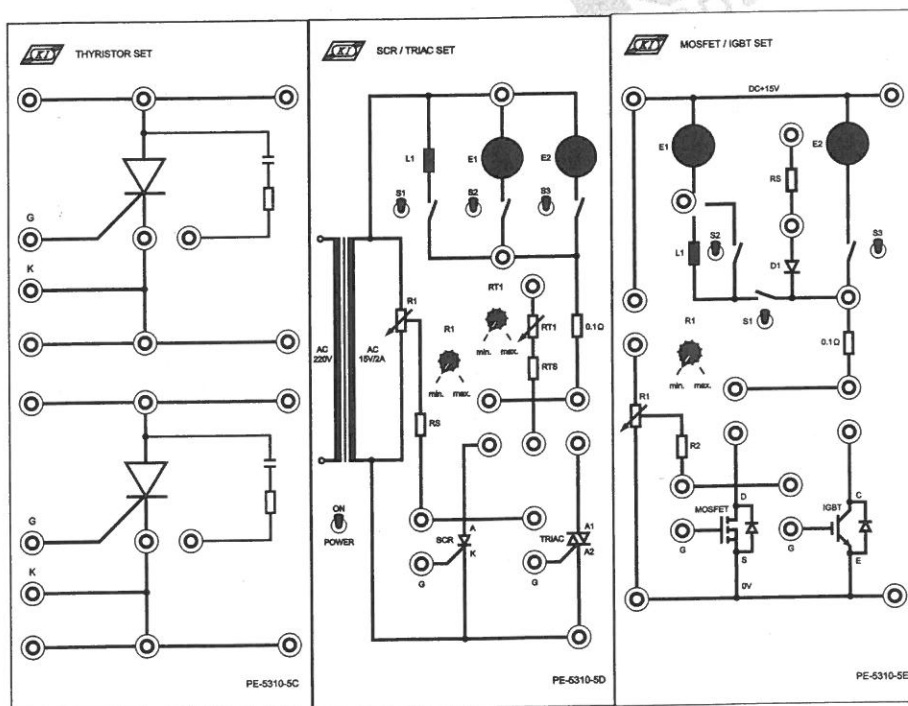
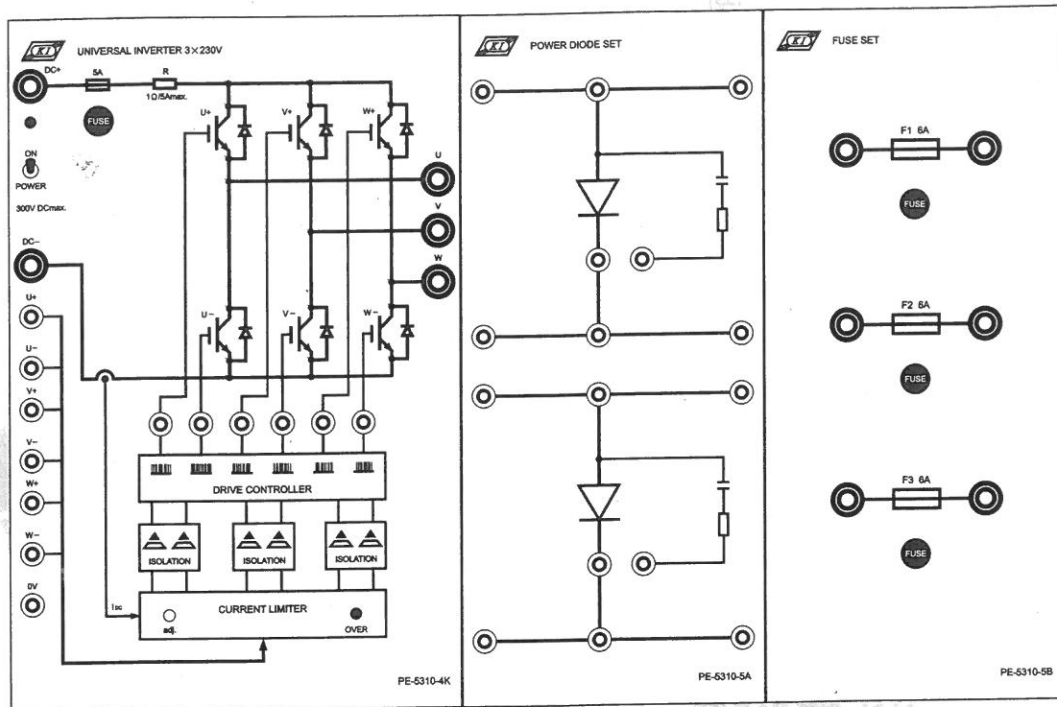


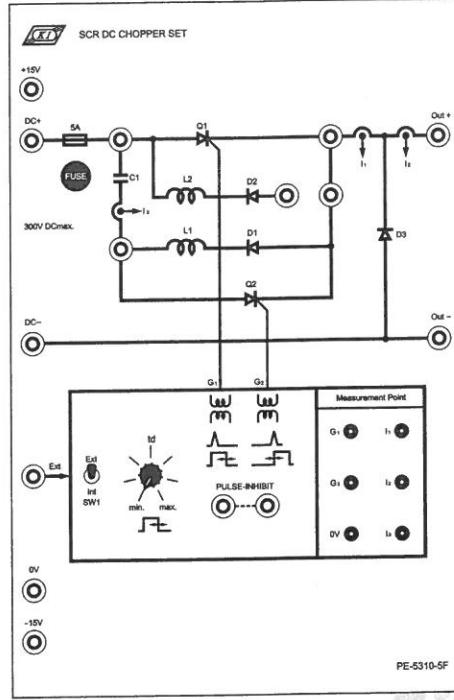












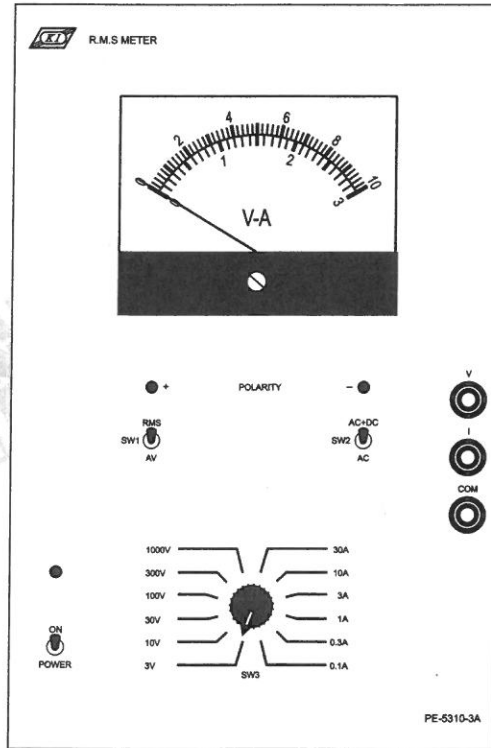
Şekil 1-1 PE-5000 Güç Elektronik Sistem modülleri

1-2 Gerekli Deney Modüllerinin Tanıtımı

Bu bölüm, sık kullanılan ölçüm aletlerinin kullanımı ve tristörlerin karakteristik ölçümlerini içeren temel güç elektroniği deneylerini ele almaktadır. Gerekli deney modülleri ve aygıtlar aşağıda listelenmiştir.

1. PE-5310-3A R.M.S. Ölçer
2. PE-5310-2B Fark Yükseltici
3. PE-5310-5D SCR/TRIAC Seti
4. PE-5340-3A İzolasyon Trafosu
5. Dijital Bellekli Osiloskop (DSO)

1-2-1 PE-5310-3A R.M.S. Ölçer



Özellikler

1. Ölçüm aralığı:
 - (1) Akım: 0.1/0.3/1/3/10/30A
 - (2) Gerilim: 3/10/30/100/300/1000V
2. Mevcut üç ölçüm yöntemi:

- (1) RMS ve AC+DC: Dc bileşenli ac gerilim veya akımın rms değerini ölçmek için
 - (2) RMS ve AC: saf ac gerilim veya akımın rms değerinin ölçmek için
 - (3) AV ve AC+DC: dc bileşenli ac gerilim veya akımın ortalama değerini ölçmek için
3. Aşırı yük korumalı
 4. Polarite göstergeli: pozitif (+) ve negatif (-) gösterge LED'leri
 5. Doğruluk: %2 tam ölçek
 6. İşletme güç kaynağı: Tek-fazlı, 220V AC, 60Hz

Amaç

Güç elektroniği devrelerindeki gerilim yada akım, sinüzoidal olabilir veya olmayabilir. Analog avometre, döner bobinli bir alettir (gerçekte dc akım ölçer), ölçülecek ac sinyal önce doğrultulur ve sinüzoidal dalğanın etkin değeri ile ölçeklenir. Bundan dolayı, analog avometreler, güç elektroniği devrelerindeki sinüzoidal olmayan gerilim ve akımların ölçümü için uygun değildir. Eğer sinüzoidal olmayan bir sinyal analog avometre ile ölçülürse, okunan değer yanlış ve anlamsızdır.

PE-5310-3A R.M.S Ölçer modülü (gerçek RMS tasarım), güç elektroniği devrelerinde kullanılan sinüzoidal veya sinüzoidal olmayan sinyallerin ölçümü için uygundur.

RMS Ölçer, ölçülen sinyalin tipini, aralığını ve değerini seçmek için üç seçici anahtar içermektedir.

1. V/I Aralık seçici anahtarı, gerilim ve akım ölçümü için.
2. RMS/AV seçici anahtarı, ortalama değer (AV) veya rms değer (RMS) ölçümü için.
3. AC+DC/AC seçici anahtarı, ac artı dc bileşen (AC+DC) veya saf ac için.

Tablo 1-1, seçici anahtarların kombinasyonlarını göstermektedir.

Tablo 1-1 Seçici anahtarların kombinasyonları

	RMS	AV
AC+DC	ac+dc sinyalin RMS değeri veya toplam RMS değer.	ac+dc sinyalin ortalama değeri yada dc bileşen
AC	Sadece ac sinyalin RMS değeri veya dalgalı sinyalin rms değeri	

Gerilim sargısı, oldukça büyük iç dirence ($10M\Omega$) ve akım sargısı oldukça küçük iç dirence (0.01Ω) sahip olduğundan, yükleme etkisi ihmal edilebilir.

(-) POLARITY gösterge LED'i yandığı zaman, ölçülen değer doğrudur fakat gerilim polaritesi veya akım yönü terstir.

Kullanım

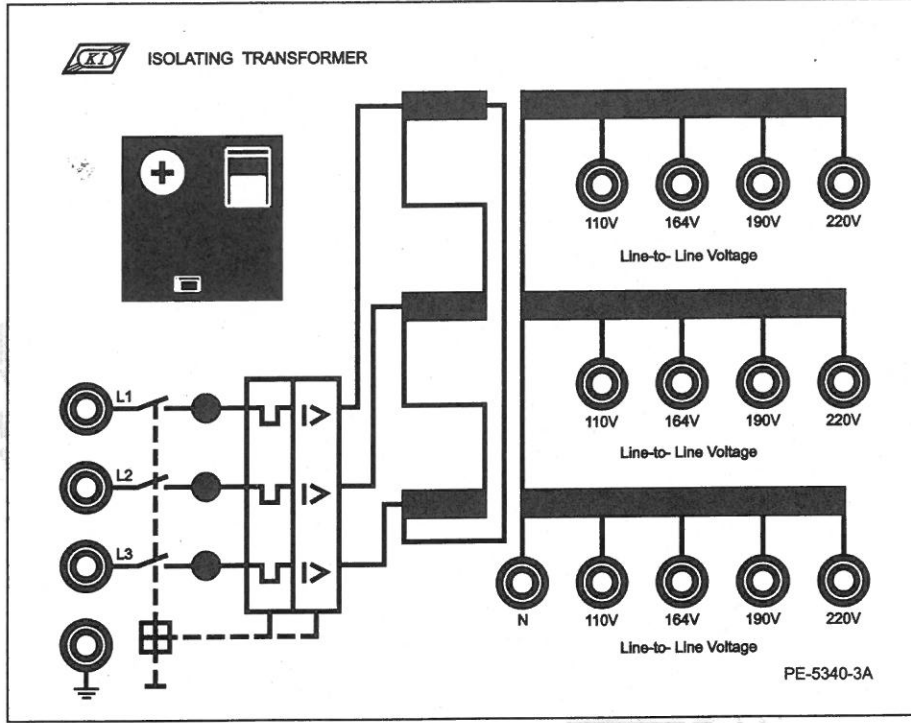
1. Bir gerilim değerini ölçmek için, V ve COM terminallerini, devre veya elemana paralel bağlayın. Bir akım değerini ölçmek için, I ve COM terminallerini, devre veya elemana seri bağlayın.
2. Sinyal tipini ve ölçüm yöntemini seçin; Örneğin, ortalama değer ölçmek istiyorsanız, RMS/AV ve AC+DC/AC seçici anahtarlarını, sırasıyla AV ve AC+DC konumlarına getirin.
3. V/I Aralık seçici anahtarını uygun bir konuma getirin; örneğin, 220V ölçmek için 300V, gösterge ibresi alttaki 0-3 skalasında, 2.2 konumunda durmalıdır. Eğer gerilim ve akım değeri bilinmiyorsa, V/I Aralık seçici anahtarını en yüksek aralığa getirin ve okuduğunuz değere göre, yüksekten alçağa doğru değiştirin. Doğru ölçümler için, V/I Aralık seçici anahtarını her zaman ölçülecek değer için bir üst kademesine ayarlayın.
4. Güç anahtarını ON konumuna getirin ve ölçülen değeri okuyun.
5. **Not:** Bir gerilim değerini ölçmek için, devre veya eleman, V ve COM terminalleri ile paralel bağlanmalıdır. Eğer devre veya eleman, I ve COM terminalleri ile paralel bağlanırsa, akım ölçer düşük iç dirence sahip olduğu için, kısa devre meydana gelir.

Özet

Am

Kul

1-2-2 PE-5340-3A İzolasyon Trafosu



Özellikler

1. Giriş güç kaynağı: Δ -bağlantılı üç-fazlı, transformatörün birincil sargısı, 220V AC, 60Hz.
2. Çıkış güç kaynağı: Y-bağlantılı üç-fazlı, transformatörün ikincil sargısı, faz-faz 110/164//190/220V AC
3. Kapasite: 1.5KVA

Amaç

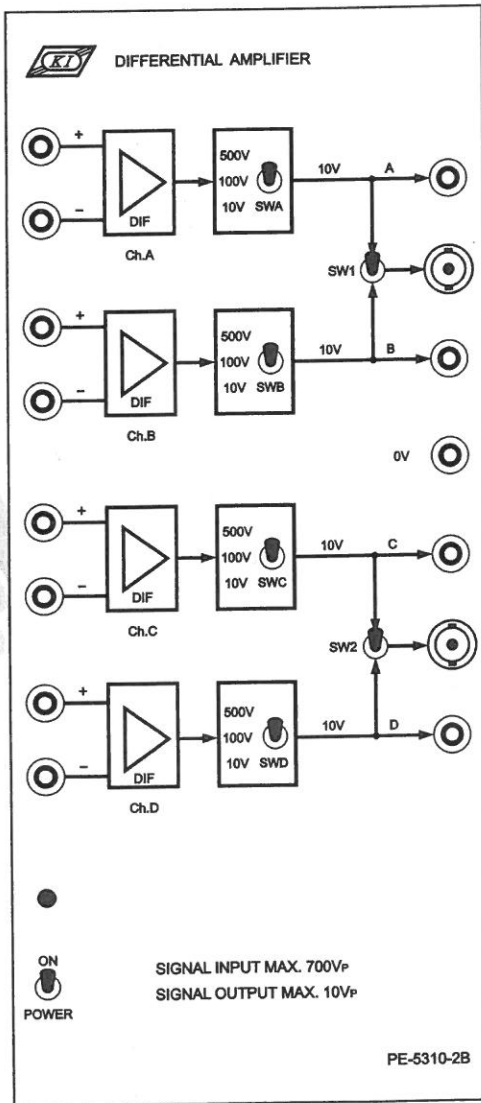
Bu modül, güç elektroniği deneyleri için gerekli olan, tek-fazlı kaynak gerilimleri 64V, 95V, 110V, 127V veya üç-fazlı kaynak gerilimleri 110V, 164V, 190V, 220V'u içeren, ac kaynakları sağlar.

Kullanım

1. Transformatörün akım-sınırlama koruma anahtarını OFF konumuna getirin. 220VAC üç-fazlı güç kaynağı'nı, transformatörün L1, L2 ve L3 giriş terminallerine bağlayın.

- Deney devreleri için gerekli olan kaynak gerilimlerine (tek yada üç faz) göre, transformatörün ikincil terminallerini, deney devresinin ac giriş kaynak terminallerine bağlayın.
- İzolasyon trafosunun akım-sınırlama koruma anahtarını ON konumuna getirin, güç gösterge LED'leri yanmalıdır. R.M.S Ölçer veya avometre, çıkış gerilimlerini ölçmek için kullanılabilir.

1-2-3 PE-5310-2B Fark Yükseltici Modülü



Özellikler

- Dört bağımsız fark yükseltici: Ch.A, Ch.B, Ch.C ve Ch.D

2. Maksimum ölçüm gerilimi: 700V tepe
3. Maksimum çıkış gerilimi: 10V tepe
4. Maksimum ölçüm frekansı: 200kHz
5. Giriş gerilim aralığı: 500V, 100V, 10V
6. Çıkış terminalleri:
 - (1) Dört Fark Yükseltecinin ikisinin çıkışlarını, osiloskop girişlerine bağlamak için, iki BNC konektör.
 - (2) Diğer modüllere bağlantı için dört çıkış terminali.
7. Giriş ac kaynağı: tek faz, 220V AC, 50/60Hz

Amaç

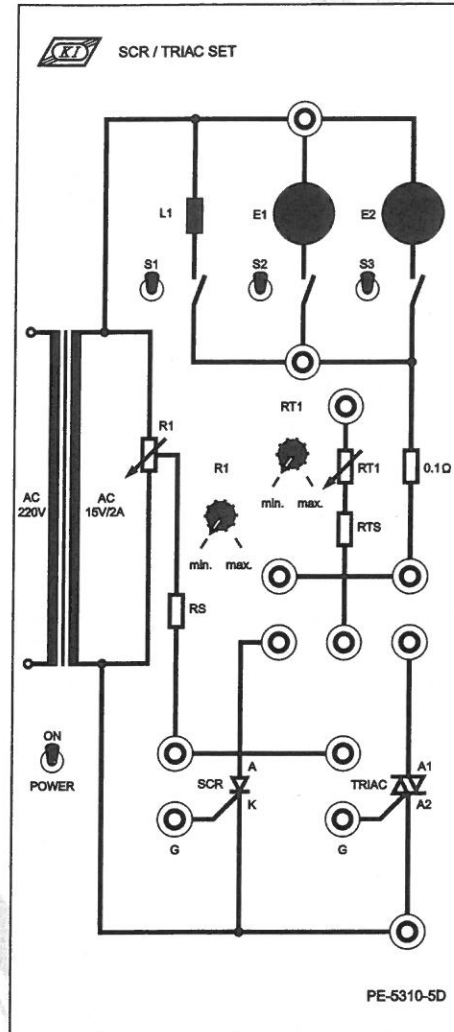
Güç elektroniği devrelerinde tepe gerilimi, bazen osiloskobun giriş geriliminden daha büyük olduğu için, bu modül, çıkış sinyallerinin genel amaçlı osiloskoplar ile ölçülebilmesi için zayıflama ve izolasyon sağlayan dört fark yükselteci (Ch.A, CH.B, CH.C, Ch.D) içermektedir. Fark Yükselteçlerinin her biri, üç konumlu bir V Aralık seçici anahtarına sahiptir: 500V ($V_i/V_o=500V/10V=50$), 100V ($V_i/V_o=100V/10V=10$) ve 10V ($V_i/V_o=10V/10V=1$).

Kullanım

1. Bir fark yükseltecinin giriş terminallerine (CH.A...CH.D.), bir giriş sinyali bağlayın. Eğer iki giriş sinyali varsa, Ch.A ve Ch.C (yada Ch.B ve Ch.D) önerilir.
2. Fark Yükseltecinin V Aralık seçici anahtarını, giriş geriliminin tepe değerine göre uygun konuma getirin: örneğin, eğer 220VAC gerilim ölçülecekse, V Aralık seçici 500V konumuna getirilmelidir. Eğer konum 100V veya 10V olarak seçilirse, osiloskopta bozulmuş bir sinyal görünecektir.
3. Bu modüldeki BNC konektörü, BNC kablo kullanarak, osiloskopun girişine bağlayın.
4. Görüntülemek istediğiniz Fark Yükselteci çıkışını seçmek için, Ch seçici anahtarını kullanın. Örneğin, iki Ch seçici yukarı konumda ise, osiloskopta Ch.A ve Ch.C Fark Yükselteçlerinin çıkış sinyalleri görüntülenecektir.
5. Güç düğmesini açın. Osiloskop ekranından tepe değeri okuyun ve giriş geriliminin gerçek tepe değerini elde etmek için, bu değeri, V_i/V_o oranı ile çarpın.

Not: Periyot, V_i/V_o değerinden bağımsızdır.

1-2-4 PE-5310-5D SCR/TRİYAK Set Modülü



Özellikler

1. SCR: 800V/16A
2. TRİYAK: 600V/12A
3. Akkor lamba yük: 2 set, her biri 24V/10W (anahtar kontrollü)
4. Endüktif yük: 150mH/1A (anahtar kontrollü)
5. Tetikleme kontrol fonksiyonlu
6. Giriş güç kaynağı: tek-fazlı 220V, 60Hz

Amaç

SCR (Tristör) ve TRİYAK, güç elektronik devrelerinde en fazla kullanılan yarı iletken güç anahtarlarıdır. Bu modül, karakteristik ölçümler ve tetikleme kontrolünü göstermek için bir SCR ve TRİYAK içermektedir.

Kullanım

1. SCR ve TRIYAK'ın statik karakteristiklerini ölçmek için analog avometre kullanılırken, bu modülün güç anahtarını OFF konumuna getirin.
2. SCR ve TRIYAK'ın V-I karakteristik eğrileri ölçülürken, bu modülün güç anahtarını ON konumuna getirin. Tristörün tetikleme açısı, R1 değişken direncini ayarlayarak değiştirilebilir. Tristör ve yük gerilim dalga şekilleri, fark yükseltici modülleri üzerinden osiloskop ile ölçülebilir.

DENEY 1-1

Üç-Fazlı Güç Kaynağı Ölçümü

DENEYİN AMACI

1. Üç-fazlı güç kaynağının karakteristiklerinin anlamak.
2. RMS ölçerin kullanımına alışmak.
3. RMS ölçer kullanarak üç-faz gerilimleri ölçmek.

KULLANILACAK ELEMANLAR

1. PE-5340-3A İzolasyon Trafosu x1
2. PE-5310-3A R.M.S Ölçer x1
3. Bağlantı Kabloları

GENEL BİLGİLER

Tek-fazlı güç kaynağı, genellikle düşük gerilime ve hafif yüke sahip ev aletlerinde kullanılırken, üç-fazlı güç kaynağı, genellikle büyük yüklere daha yüksek güç sağlamak için endüstriyel araçlarda kullanılır.

Ayrıca üç-fazlı güç kaynağı, faz sırası, faz kayması gibi özelliklere ve farklı konfigürasyonlara sahiptir. Üç-fazın herhangi iki fazı arasındaki faz kayması 120° 'dir. Faz A'yı referans fazör olarak kullanarak, faz gerilimleri aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$V_A = V_m \sin(\omega t) \quad (1-1)$$

$$V_B = V_m \sin(\omega t - 120^\circ) \quad (1-2)$$

$$V_C = V_m \sin(\omega t - 240^\circ) = V_m \sin(\omega t + 120^\circ) \quad (1-3)$$

Üç-faz bağlantı iki konfigürasyona sahiptir: Y-bağlantılı ve Δ -bağlantılı. Y-bağlantılı konfigürasyonda, faz gerilimi faz geriliminin $\sqrt{3}$ katıdır ve faz akımı faz akımına eşittir.

Δ -bağlantılı konfigürasyonda, faz gerilimi faz gerilimine eşittir, faz akımı faz akımının $\sqrt{3}$ katıdır.

Sinyalin etkin değerini (rms değer) ölçmek için RMS ölçer kullanılırken, sinyalin ortalama değerini ölçmek için ortalama ölçer kullanılır. PE-5310-3A R.M.S Ölçer, Bölüm 1-2-1'de açıklandığı gibi, gerilim ve akım sinyallerinin hem ortalama değerini hem de rms değerini ölçebilen çok fonksiyonlu bir ölçü aletidir.

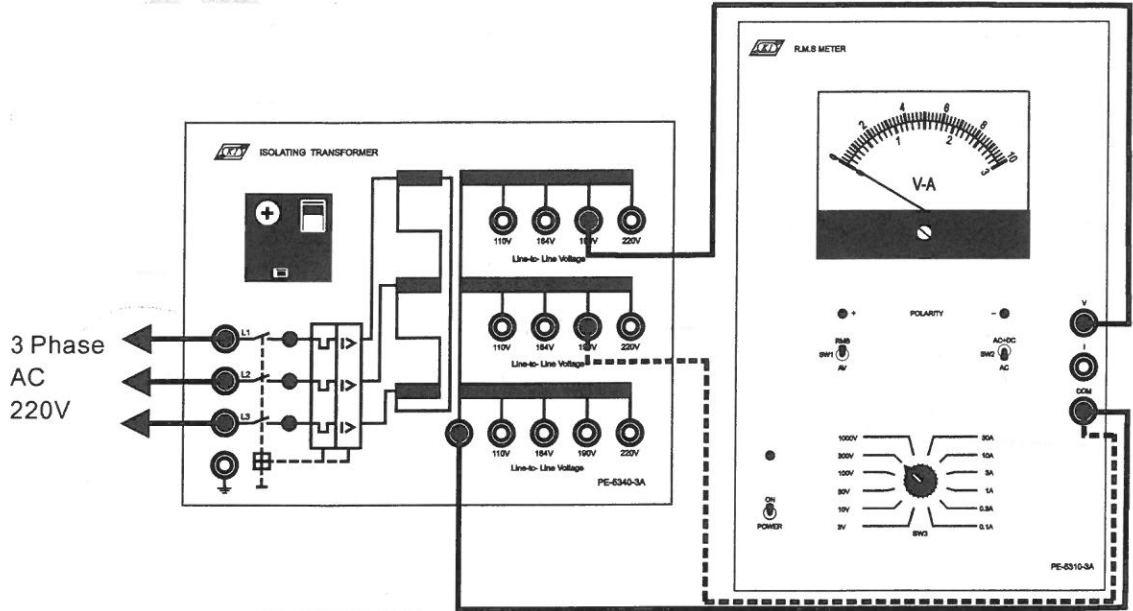
Analog yada dijital avometreler, sadece sinüzoidal sinyallerin rms değerini ölçmek için kullanılabilmesine rağmen, RMS ölçer, herhangi bir sinyalin etkin (rms) değerini ölçebilir.

DENEYİN YAPILIŞI

1. PE-5310-3A modülünü Deney Düzenekinin üzerine koyun ve PE-5340-3A modülünü çalışma masası üzerine yerleştirin. Şekil 1-2'deki bağlantı diyagramı (sürekli çizgi) yardımıyla gerekli bağlantıları yapın.
2. İzolasyon trafosunun akım-sınırlama anahtarını OFF konumuna getirin.
3. İzolasyon trafosunun sekonderi, Y-bağlantılı konfigürasyon olduğu için, üç-fazlı transformatör çıkışları, yukarıdan aşağıya doğru faz A, faz B ve faz C olarak düzenlenmiştir. RMS/AV (SW1) ve AC+DC/AC (SW2) seçici anahtarlarını AC ve RMS konumlarına getirin ve V/I Aralık seçici anahtarını (SW3) 300V konumuna getirin.
4. İzolasyon trafosunun akım-sınırlama koruma anahtarını ON konumuna getirin. RMS ölçerde okunan değer 110V mudur? _____. Eğer değilse, RMS ölçeri (yada avometre), izolasyon transformatörünün giriş (birincil) gerilimini ölçmek için kullanın. Ölçülen gerilim 220V mudur? _____. Bu ölçümü yapmamızın sebebi, transformatörün sekonder geriliminin primer gerilimine bağlı olmasıdır.

5. RMS ölçerin COM terminalini, V_B faz gerilimi 190V terminaline (kesikli çizgi) bağlayın, okunan gerilim V_{AB} faz gerilimidir Ölçülen faz gerilimi, faz geriliminin $\sqrt{3}$ katı mıdır? _____. Cevabınızı açıklayın _____.

6. Diğer faz gerilimleri ve faz gerilimleri için ölçümleri tekrarlayın. Üç-fazlı ac kaynak dengeli midir? _____.



Şekil 1-2 RMS ölçer kullanarak üç-fazlı kaynak gerilim ölçümleri için bağlantı diyagramı

DENEY 1-2

Dijital Bellekli Osiloskop ve Fark Yükseltici

DENEYİN AMACI

1. Dijital bellekli osiloskop kullanmaya alışmak.
2. Fark yükseltici modülünün kullanımını ve karakteristiklerini anlamak.
3. Dijital bellekli osiloskop ve fark yükseltici modüllerini kullanarak, üç-fazlı gerilim dalga şekillerini ölçmek.

KULLANILACAK ELEMANLAR

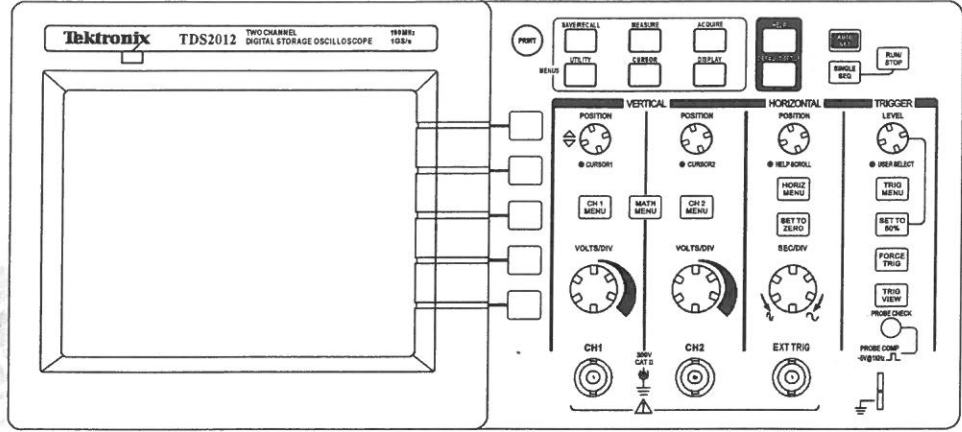
1. PE-5340-3A İzolasyon Trafosu x1
2. PE-5310-2B Fark yükseltici x1
3. Dijital Bellekli Osiloskop x1
4. Bağlantı kabloları

GENEL BİLGİLER

Günümüzde, geleneksel analog osiloskoplar yerini, küçük boyut (LCD ekran), dalga şekli kaydetme ve çok dilli kullanıcı ara yüzü desteği gibi özelliklere sahip dijital bellekli osiloskoplara (DSO) bırakmaktadır. Ayrıca bilgisayarla haberleşmek için, USB, RS-232 ve Centronics gibi iletişim portları da desteklenmektedir.

Şekil 1-3'te gösterilen Tektronix TDS2012, iki kanallı dijital bellekli bir osiloskoptur. Bu osiloskopu kullanarak gerilim dalga şekillerini ölçmek için, sinyalleri, BNC kablo kullanarak osiloskopun CH1 ve CH2 girişlerine bağlayın. Basitçe, çeşitli kontrolleri otomatik olarak ayarlamak için AUTOSET düğmesine basın. Gerilim dalga şekli ekranda görüldüğü zaman, en uygun görüntü için, her bir kanalın kendi zaman tabanını (SEC/DIV kontrol düğmesi) ve dikey kazancını (VOLTS/DIV kontrol düğmesi) ayarlayın.

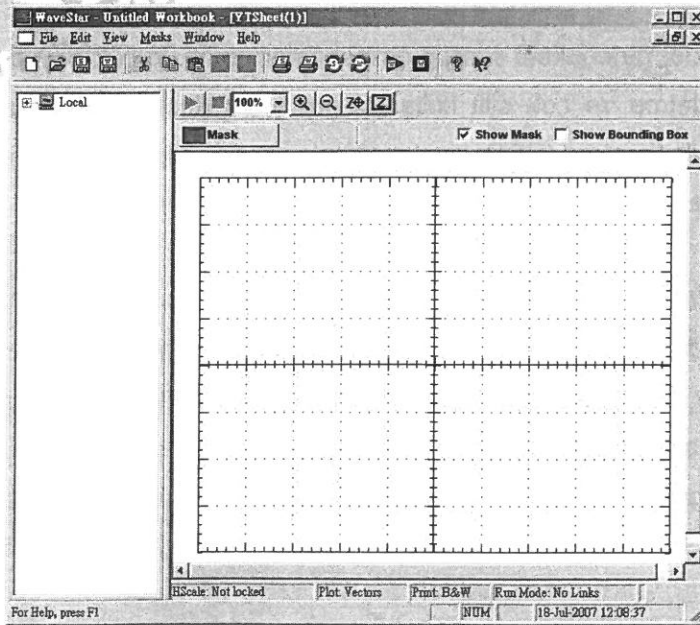
Detaylı bilgi için lütfen üretici tarafından sağlanan kullanıcı kullanım kılavuzuna başvurun.



Şekil 1-3 Tektronix TDS2012 paneli

DSO ekranında gösterilen dalga şekillerini elde etmek istiyorsanız, uygun haberleşme portuna sahip bir PC gereklidir. Çoğu kişisel bilgisayar USB ara yüzünü desteklediği için, eğer sizin dijital bellekli osiloskobunuz sadece RS-232 arayüzüne sahip ise, bir USB - RS-232 kablo gereklidir ve sürücü programı bilgisayarınıza kurulmalıdır.

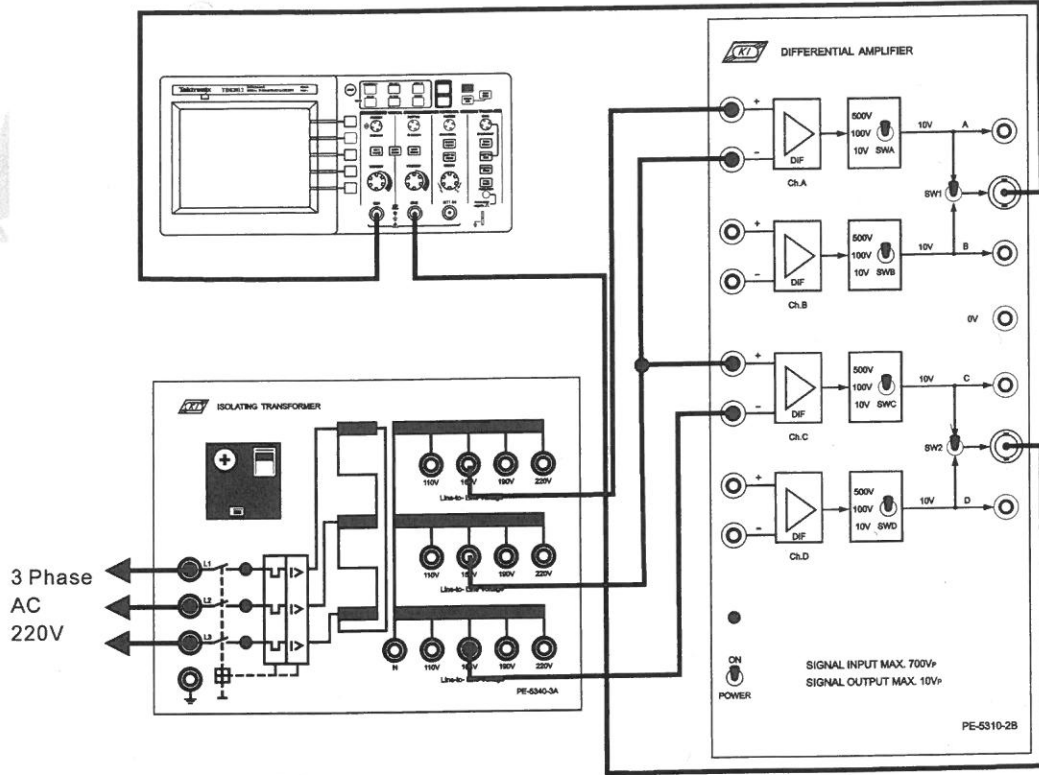
Ayrıca, dalga şekli yakalama programı Tektronix WaveStar, bilgisayarınıza kurulmuş olmalıdır. Şekil 1-4, Tektronix WaveStar kullanıcı arayüzünü göstermektedir. Lütfen daha fazla bilgi için kullanım kılavuzuna başvurun.



Şekil 1-4 Tektroni WaveStar kullanıcı arayüzü

DENEYİN YAPILIŞI

1. PE-5310-2B modülünü Deney Düzeneğinin üzerine koyun. PE-5340-3A ve dijital bellekli osiloskobu çalışma masası üzerine yerleştirin. Bağlantı kablolarını kullanarak, şekil 1-5'teki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın.

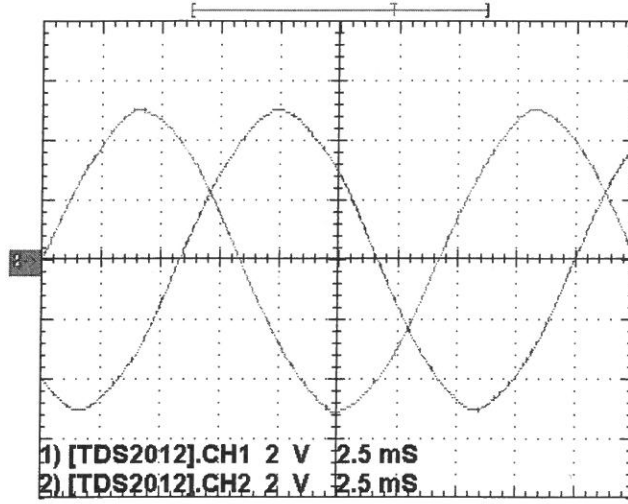


Şekil 1-5 DSO kullanarak üç-fazlı kaynak gerilim ölçümleri için bağlantı diyagramı

2. Fark Yükseltecinde Ch.A ve Ch.C için V Aralık seçici anahtarlarını 500 V konumuna getirin. Niçin? $V_i/V_o =$.
3. Tüm güç kaynaklarını açın.
4. Dijital bellekli osiloskopun AUTOSET düğmesine basın ve Şekil 1-6'da gösterildiği gibi en uygun görüntü için kontrol düğmelerini ayarlayın. V_{AB} faz gerilimi CH1 ve V_{AC} faz gerilimi CH2'de gösterilmektedir.

Not: Gerçek gerilim değeri, osiloskop ekranında gösterilen gerilim değerinin, Fark Yükseltecinin V_i/V_o oranı ile çarpımına eşittir. Bu durumda $V_i/V_o=50$.

5. V_{AB} ve V_{BC} dalga şekilleri arasındaki faz kaymasını hesaplayın. Faz kayması 120° olmalıdır.
6. V_{BC} ve V_{CA} 'yı ölçün, bu iki dalga şekli arasındaki faz kaymasını hesaplayın. Faz kayması 120° olmalıdır. Bu, güç kaynağının herhangi iki fazı arasında 120° faz kayması olduğunu kanıtlamaktadır.



Şekil 1-6 Ölçülen V_{AB} (CH1) ve V_{BC} (CH2) dalga şekilleri

Deney 1-3 SCR Karakteristikleri ve Ölçümü

DENEYİN AMACI

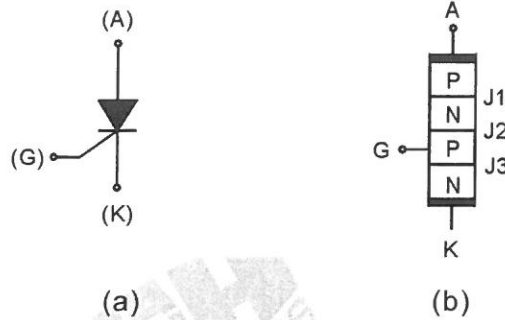
1. SCR'nin statik karakteristiklerini ölçmek.
2. SCR'nin V-I karakteristik eğrisini ölçmek.

KULLANILACAK ELEMANLAR

1. PE-5310-5D SCR/TRİYAK Seti x1
2. PE-5310-2B Fark Yükselteç Modülü x1
3. Dijital Bellekli Osiloskop x1
4. Analog avometre x1
5. Bağlantı kabloları

GENEL BİLGİLER

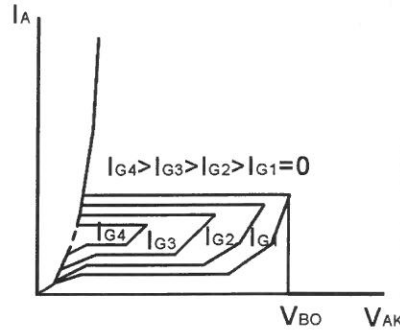
Silikon kontrollü doğrultucu yada basitçe SCR, şekil 1-7'de gösterildiği gibi, Anot (A), Katot (K) ve Kapı (G) olmak üzere üç terminale sahip olan dört tabakalı bir yarı iletken elmandır.



Şekil 1-7 SCR sembolü ve yapısı

SCR, tek yönlü iletim özelliğine sahiptir. Bir SCR ileri yönlü ise Şekil 1-8, SCR'nin iletim yönündeki V-I karakteristiğini göstermektedir, ters kutuplama durumundaki karakteristik, genel diyottaki ile aynıdır. SCR iletim durumundayken ($V_{AK} > 0V$), I_G kapı akımının genliği, V_{BO} ileri kırılma gerilimini değiştirecektir. I_G arttığı zaman, V_{BO} azalacak ve yük gerilimi artacaktır. Sonuç olarak, I_G 'nin genliğinin değişimi, SCR'nin tetikleme açısını ve yük devresine aktarılan gücü kontrol eder.

SCR iletim durumunda iken, I_G 'nin değiştirilmesi ile kapalı duruma getirilemez. İletim durumundaki SCR'yi kapatmak için, A ve K terminalleri ters kutuplanmalıdır ($V_{AK} < 0V$) yada I_A anot akımı, I_H tutma akımından düşük bir değere azaltılmalıdır.



Şekil 1-8 SCR V-I karakteristiği

DENEYİN YAPILIŞI

1. PE-5310-5D ve PE-5310-2B modüllerini Deney Düzeneğinin üzerine koyun. Analog avometre ve dijital bellekli osiloskobu, çalışma masası üzerine yerleştirin.

Not: Analog avometrenin kırmızı probu, dahili pilin negatif kutbuna ve siyah probu dahili pilin pozitif kutbuna bağlanır.

2. SCR/TRİYAK Set modülünün gücünü kapatın. SCR'nin uç terminalini belirlemek için aşağıdaki adımları gerçekleştirin.

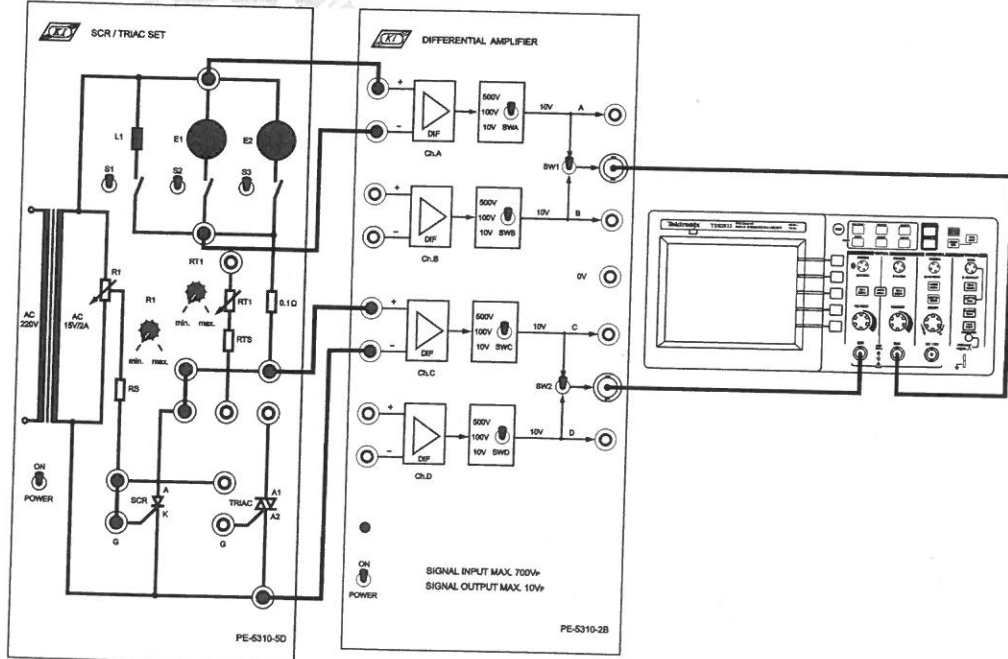
- (1) Analog avometrenin aralık seçici anahtarını Rx1 konumuna getirin ve sıfır ayarını gerçekleştirin.
- (2) A ve K terminalleri arasındaki direnci ölçün ve kaydedin. $R_{AK} = \text{_____} \Omega$. Avometrenin problemlerini ters çevirin ve ölçümü tekrarlayın. $R_{AK} = \text{_____} \Omega$. G ve K terminalleri arasındaki direnci ölçün ve kaydedin. $R_{GK} = \text{_____} \Omega$.

Avometrenin problemlerini ters çevirin ve ölçümü tekrarlayın. $R_{GK} = \text{_____} \Omega$. A ve G terminalleri arasındaki direnci ölçün ve kaydedin. $R_{AG} = \text{_____} \Omega$. Avometrenin problemlerini ters çevirin ve ölçümü tekrarlayın. $R_{AG} = \text{_____} \Omega$. Sadece, kırmızı prob (negatif kutup) K'ya ve siyah prob (pozitif kutup) G'ye bağlıyken, düşük bir direnç ölçülecektir; diğer durumlarda yüksek bir direnç yada sonsuz ölçülmelidir.

- (3) Siyah probu A terminaline ve kırmızı probu K terminaline bağlayın. Böylece SCR ileri yönde kutuplanmış olur ($V_{AK} > 0V$). Bağlantı kablolarını kullanarak A ve G terminallerini birbirine bağlayın ve R_{AK} direncini ölçün $R_{AK} = \text{_____} \Omega$ (düşük olmalıdır). Bağlantı kablosunu G terminalinden çıkarın ve $R_{AK} = \text{_____} \Omega$ direncini ölçün (düşük kalmalıdır).

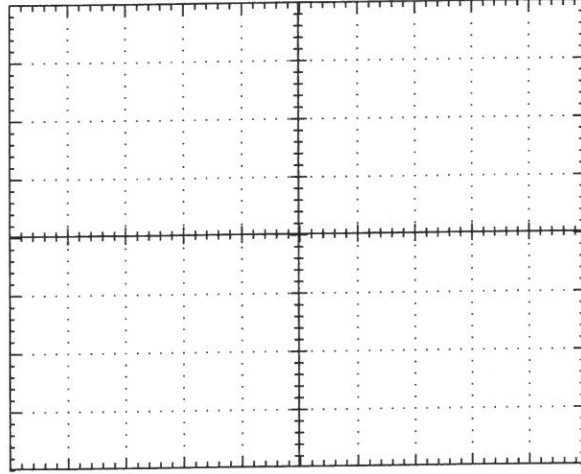
3. SCR Karakteristik Eğri Ölçümü

- (1) Şekil 1-9'daki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları tamamlayın. SCR/TRİYAK Set'in S2 anahtarını ON konumuna, S1 ve S3 anahtarını OFF konumuna getirin. SCR'nin anot-katot olan gerilimi V_{AK} , Fark Yükseltedeki Ch.A üzerinden osiloskobun CH1 girişine, yük gerilimi (E1 lambası üzerindeki gerilim, I_{AK} anot akımını temsil eder) Fark Yükseltedeki Ch.C üzerinden osiloskobun CH2 girişine bağlanır. Fark Yükseltedeki Ch.A ve Ch.C için V Aralık seçici anahtarlarını (SWA, SWC) 100 V konumuna getirin.



Şekil 1-9 SCR karakteristlik eğrisinin ölçümü için bağlantı diyagramı

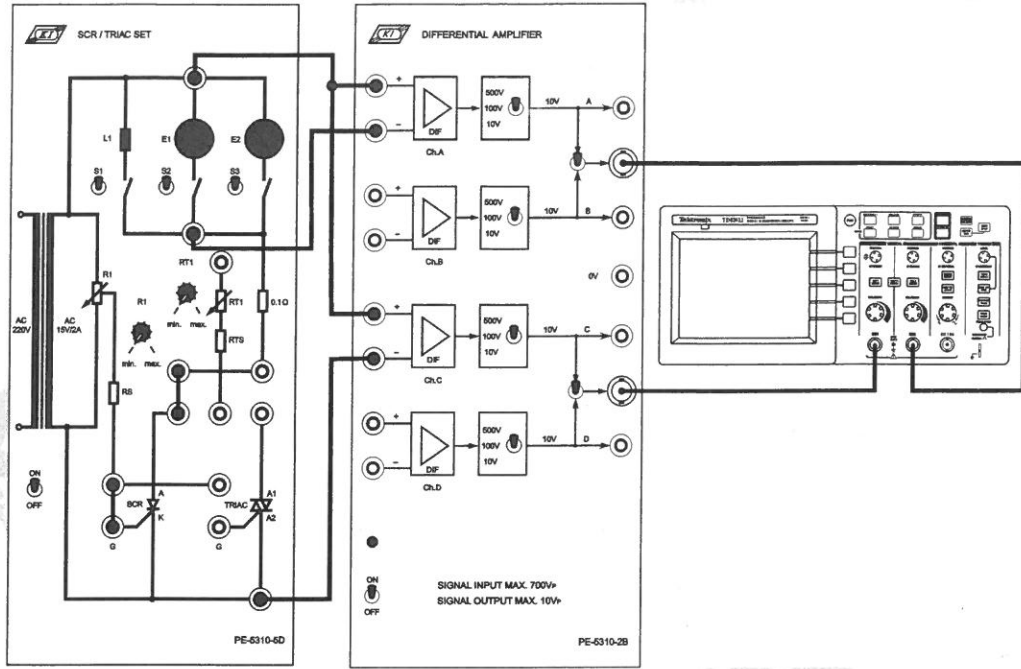
- (2) Dijital bellekli osiloskobun AUTOSET düğmesine basın. CH1 ve CH2'nin VOLTS/DIV kontrol düğmelerini, iki dalga şeklinin genliği yaklaşık aynı olacak şekilde ayarlayın.
- (3) DISPLAY düğmesine basın ve sonra "Format"a basıp, Lissajous grafiğini (X-Y gösterimi) göstermek için "XY" seçeneğini seçin.
- (4) Eğer ekranda düz bir çizgi görünüyorsa, SCR'yi tetiklemek için R1 kontrol düğmesini ayarlayın.
- (5) Anlaşılır bir eğri için, VOLTS/DIV kontrol düğmelerini (X-Y modunda CH1=X, CH2=Y) ayarlayın. "Persist" e basın ve "Infinite" seçeneğini seçin.
- (6) Ölçülen SCR karakteristik eğrisini, Şekil 1-10'a çizin. Bu karakteristik eğri, şekil 1-8'deki ile benzer midir?



Şekil 1-10 Ölçülen SCR karakteristik eğrisi

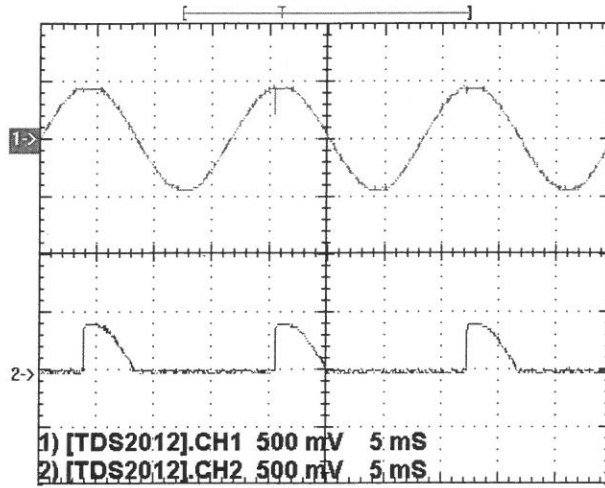
4. SCR Tetikleme Kontrolü

- (1) Şekil 1-9'daki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları tamamlayın. Fark Yükseltisinde Ch.A ve Ch.C için V Aralık seçici anahtarlarını (SWA,SWC) 100 V konumuna getirin. SCR/TRİYAK Set modülünde, S2'yi ON, S1 ve S3'ü OFF yapın.



Şekil 1-11 SCR tetikleme kontrolü için bağlantı diyagramı

- (2) Tüm güç kaynaklarını açın. Osiloskobun AUTOSET düğmesine basın. AC15V'un negatif alternansında, SCR ters kutuplanmıştır ve kapalıdır, yük üzerinde gerilim yoktur. AC15V'un pozitif alternansında, R1 kontrol düğmesini ayarlayarak, I_G kapı akımını artırın ve SCR'yi ilettime sokun. Giriş gerilimi ve yük gerilimi, şekil 1-12'de gösterilmiştir.



Şekil 1-12 Ölçülen giriş (CH1) ve yük (CH2) gerilimi dalga şekilleri

(3) R1 kontrol düğmesini, sırasıyla, $1/2\max$, $2/3\max$ ve $\max$ konumlarına ayarlayın ve yük gerilim dalga şeklindeki değişimi gözleyin. R1 ve yük gerilimi arasındaki ilişkiyi ifade edin. _____.

KAH
PRODUCTS

KAH
PRODUCTS

KAH
PRODUCTS

KAH
PRODUCTS

KAH
PRODUCTS

KAH
PRODUCTS

Deney 1-4 TRİYAK Karakteristikleri ve Ölçümü

DENEYİN AMACI

1. TRİYAK'ın statik karakteristiklerini ölçmek.
2. TRİYAK'ın V-I karakteristik eğrisini ölçmek.

KULLANILACAK ELEMANLAR

1. PE-5310-5D SCR/TRİYAK Seti x1
2. PE-5310-2B Fark Yükselteç Modülü x1
3. Dijital Bellekli Osiloskop x1
4. Analog avometre x1
5. Bağlantı kabloları

GENEL BİLGİLER

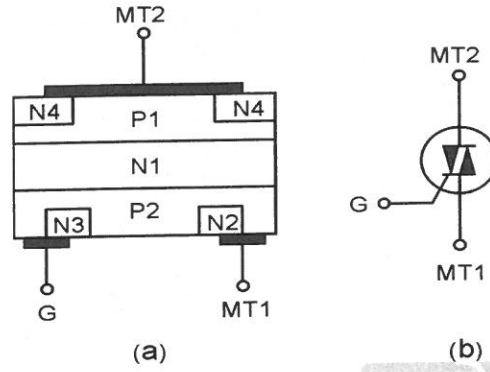
TRIAC, TRIYod AC Thyristor'un kısaltmasıdır. TRİYAK, kapı ucuna tetikleme darbesi uygulanarak, ac kaynağın hem pozitif hem de negatif alternansında iletim yapabilen üç uçlu bir elemandır.

Şekil 1-13, TRİYAK'ın yapısını ve sembolünü göstermektedir. TRİYAK'ın yapısı, ac güç kaynağının hem pozitif hem de negatif alternansında iletim yapabilecek şekilde, iki SCR'nin ters paralel bağlanmasına eşdeğerdir. Üç terminal, birinci anot MT1 (modül panelindeki A2), ikinci anot MT2 (modül panelindeki A1) ve kapı G olarak düzenlenmiştir. MT2 ve MT1 terminalleri ters yönde kullanılamazlar.

TRİYAK karakteristiği, ters paralel çalışan iki SCR'nin karakteristiğine eşdeğerdir. Birinci çeyrekte TRİYAK karakteristiği, şekil 1-8'deki karakteristik ile aynıdır, üçüncü çeyrekte ise benzer fakat ters kutupludur.

SCR, anot gerilimi pozitifken, pozitif kapı sinyali uygulanarak tetiklenir. TRIYAK, aşağıdaki dört kapı koşulu altında tetiklenebilir:

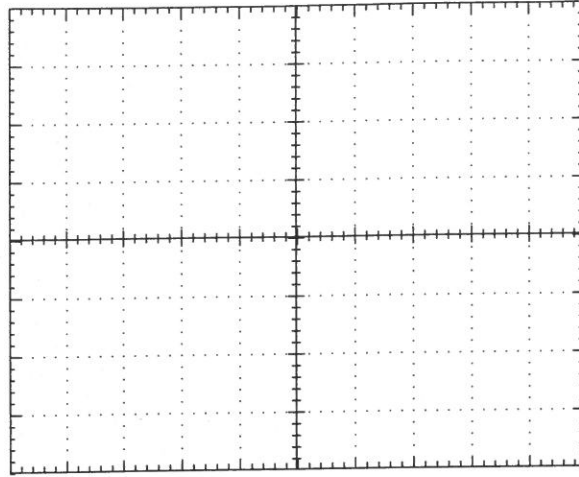
1. I+: MT2 pozitif, V_G pozitif
2. I-: MT2 pozitif, V_G negatif
3. III+: MT2 negatif, V_G pozitif
4. III-: MT2 negatif, V_G negatif



Şekil 1-13 TRIYAK sembolü ve yapısı

DENEYİN YAPILIŞI

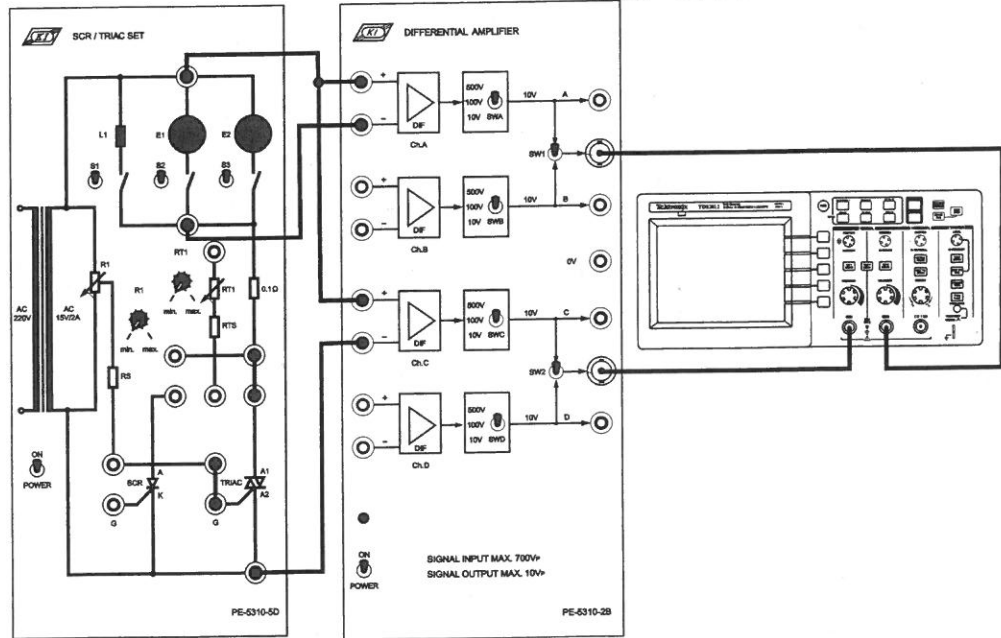
1. PE-5310-5D ve PE-5310-2B modüllerini Deney Düzeneğinin üzerine koyun. Analog avometre ve dijital bellekli osiloskobu, çalışma masasının üzerine yerleştirin.
2. SCR/TRIYAK Set'in güç anahtarını OFF konumuna getirin. TRIYAK'ın üç terminalini belirlemek için aşağıdaki adımları gerçekleştirin:
 - (1) Analog avometrenin aralık seçici anahtarını Rx1 konumuna getirin ve sıfır ayarını gerçekleştirin.
 - (2) A1 ve A2 terminalleri arasındaki direnci ölçün ve kaydedin. $R_{A1A2} = \text{_____} \Omega$. Avometrenin problemlerini ters çevirin ve ölçümü tekrarlayın. $R_{A1A2} = \text{_____} \Omega$. A1 ve G terminalleri arasındaki direnci ölçün ve kaydedin. $R_{A1G} = \text{_____} \Omega$. Avometrenin problemlerini ters çevirin ve ölçümü tekrarlayın. $R_{A1G} = \text{_____} \Omega$. A2 ve G terminalleri arasındaki direnci ölçün ve kaydedin. $R_{A2G} = \text{_____} \Omega$. Avometrenin problemlerini ters çevirin ve ölçümü tekrarlayın. $R_{A2G} = \text{_____} \Omega$.



Şekil 1-15 Ölçülen TRIAC karakteristik eğrisi

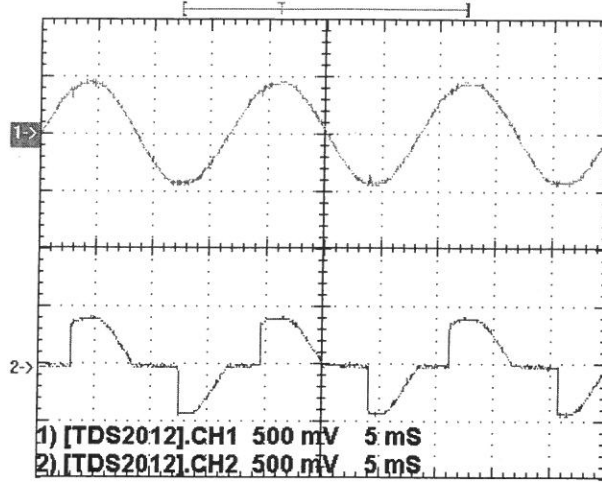
4. TRIYAK Tetikleme Kontrolü

(1) Şekil 1-16'daki bağlantı diyagramını yardımıyla gerekli bağlantıları tamamlayın.



Şekil 1-16 TRIYAK tetikleme kontrolü için bağlantı diyagramı

- (2) R1 kontrol düğmesini ayarlayarak, TRIYAK'ı iletme sokun. Giriş ve yük gerilim dalga şekilleri şekil 1-17'de gösterilmiştir. Şekil 1-17 ve 1-12'deki dalga şekillerini karşılaştırın ve ikisi arasındaki farkları ifade edin.



Şekil 1-17 Ölçülen giriş (CH1) ve yük (CH2) gerilimi dalga şekilleri

- (3) Çeşitli R1 değerleri için yukardaki işlemleri tekrarlayın ve yük gerilimi dalga şeklindeki değişimi gözleyin.

Bölüm 2 Tek-Fazlı Doğrultucular ve AC Gerilim Denetleyiciler

2-1 Doğrultucular ve Faz Kontrolü

Doğrultucular veya dönüştürücüler, ac giriş gerilimini dc çıkış gerilimine dönüştürmek için kullanılır. Doğrultucular, tiplerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

1. Doğrultucuyu besleyen ac gerilim kaynağının faz sayısı – tek-fazlı ve üç- fazlı doğrultucular.
2. Ortalama çıkış geriliminin kontrol edilebilirliği – kontrolsüz ve kontrollü doğrultucular.
3. Yük gerilimi ve akımının polaritesinin değiştirilebilirliği – yarı kontrollü ve tam kontrollü doğrultucular veya yarı dönüştürücü ve tam dönüştürücü.
4. Kaynak geriliminin bir periyodu süresince yük akımı darbe sayısı – yarım dalga ve tam dalga doğrultucular.

Güç şartlandırma ya da kontrol hedefini gerçekleştirmede, kontrollü doğrultucular, yük ve sabit gerilimli ac kaynak arasına tristörler yerleştirilerek, yük devresine uygulanan ac gerilimin ortalama değerini değiştirmek için kullanılır. AC gerilim denetleyiciler, yük ve sabit gerilimli ac kaynak arasına tristörleri yerleştirilerek, yük devresine uygulanan ac gerilimin rms değerini değiştirmek için kullanılır.

Hem kontrollü doğrultucular hem de ac gerilim denetleyicilerde, en sık kullanılan kontrol yöntemi faz kontrolüdür. Faz kontrolünde, kapı tetikleme devresi, tristörün iletim açısını kontrol etmek ve böylece yük geriliminin ortalama ya da rms değerini ve yüke aktarılan gücü değiştirmek için kullanılır.

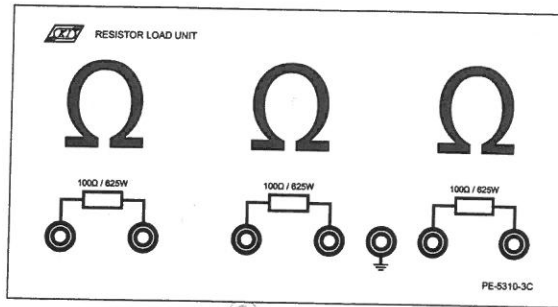
2-2 Gerekli Deney Modüllerin Tanıtımı

Aşağıdaki deney modülleri ve aygıtlar bu bölümde kullanılacaktır:

1. PE-5310-3A R.M.S Ölçer
2. PE-5310-2B Fark Yükseltici
3. PE-5340-3A İzolasyon Trafosu
4. Dijital Bellekli Osiloskop (DSO)
5. PE-5310-3C Direnç Yük Ünitesi
6. PE-5310-3E Endüktif Yük Ünitesi
7. PE-5310-5B Sigorta Seti
8. PE-5310-3B Güç Ölçer
9. PE-5310-2C Akım Transdüseri
10. PE-5310-5A Güç Diyot Seti
11. PE-5310-5C Tristör Seti
12. PE-5310-1A DC Güç Kaynağı
13. PE-5310-2A Referans Değişken Üreteç
14. PE-5310-2D 3 ϕ Faz Açısı Denetleyicisi

1'den 4'e kadar olan modül ve aygıtlar, bölüm 1'de kullanıldı ve açıklandı. Aşağıda 5'den 14'e kadar olan deney modüllerinin özellikleri, amaçları ve kullanımları ele alınacaktır.

2-2-1 PE-5310-3C Direnç Yük Ünitesi



Özellikler

1. Set üstü
2. Üç bağımsız yük direnci, her biri 100Ω/625W

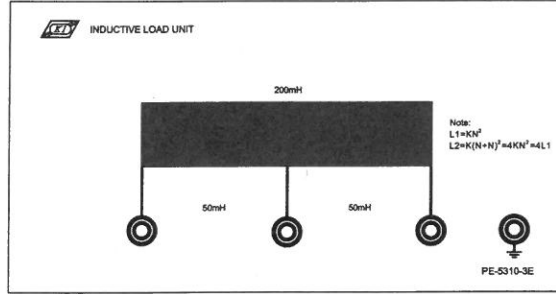
Amaç

Bu üç yüksek güçlü direnç, doğrultucu ve ac gerilim denetleyici devrelerinde, dirençsel yük olarak kullanılır.

Kullanım

Bu birim, her biri 100Ω olan üç bağımsız dirençten oluşur. Farklı direnç değerlerine sahip olmak için, bu üç direnç seri ya da paralel olarak bağlanmalıdır. Örneğin, iki direnci seri bağlamak, 200Ω'luk direnç oluştururken, iki direnci paralel bağlamak 50Ω'luk direnç oluşturacaktır.

2-2-2 PE-5310-3E Endüktif Yük Ünitesi



Özellikler

1. Set üstü, merkez-bağlantılı indüktör
2. Endüktans yükü: 50mHx2 ya da 200mH
3. Nominal akım: 5A

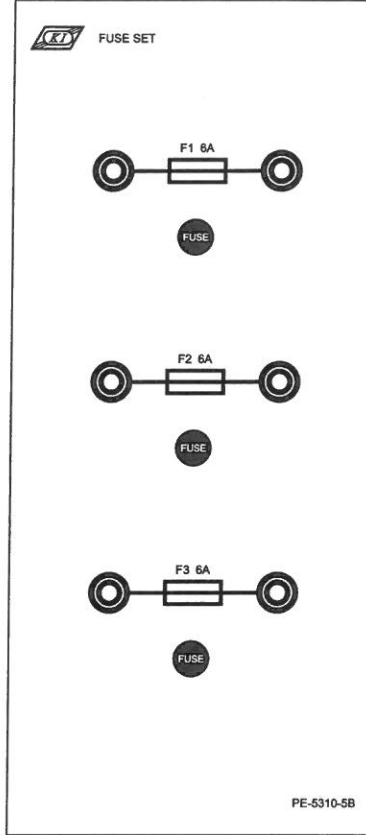
Amaç

Bu üç yüksek-güçlü indüktör, doğrultucu ve ac gerilim denetleyici devrelerinde, endüktif yük olarak kullanılır.

Kullanım

Bu birim, bir RL veya endüktif yük devresi oluşturmak için, 50mH'lik iki indüktör veya 200mH'lik bir indüktör sağlar.

2-2-3 PE-5310-5B Sigorta Seti



Özellikler

1. Modüler tasarım
2. D sigorta: 3 parça, her biri 6A/500V

Amaç

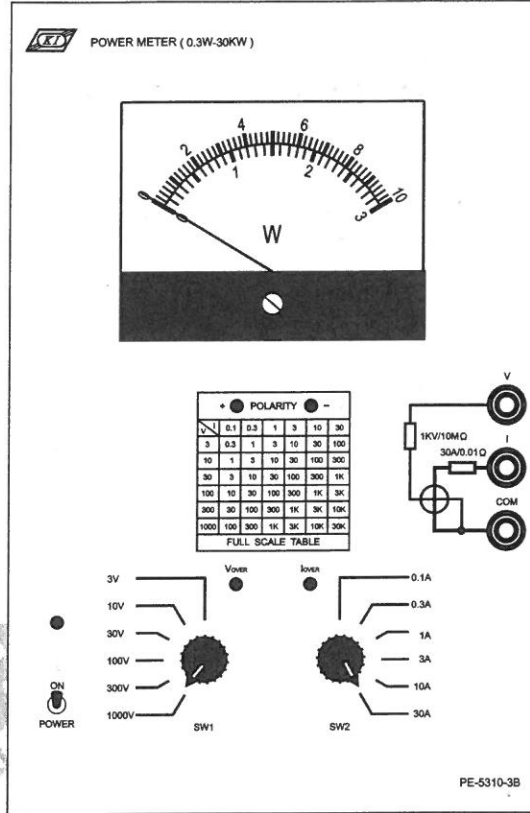
Elektronik güç devreleri deneylerinde, kısa devre meydana gelebilir ve devre bileşenleri, yanlış bağlantıdan veya hatalı işleminden, zarar görebilir. Bu modülde bulunan sigortalar, elemanların zarar görmesini engellemek için kullanılır.

Kullanım

1. Sigortaları, izolasyon transformatörünün sekonder terminalleri ile anahtarlama aygıtları (diyotlar ve tristörler) arasına seri olarak bağlayın. Tek-fazlı ac kaynak, iki adet sigorta kullanmalıdır (örneğin, F1 ve F2). Üç-fazlı güç kaynağı ise üç adet sigorta (F1, F2, F3) kullanmalıdır.

2. Eğer sigortalar kısa devre veya aşırı yüklenmeden dolayı patlarsa, bu durumda, akım sınırlama koruma anahtarını OFF konumuna getirerek izolasyon transformatörünü kapat. Hatayı bul ve zarar görmüş sigortaları aynı akım oranındaki yeni sigortalar ile değiştir.

2-2-4 PE-5310-3B Güç Ölçer (0.3W-30kW)



Özellikler

1. Ölçme aralığı: 0.3W - 30kW
 - (1) Akım: 0.1/0.3/1/3/10/30A (rms)
 - (2) Gerilim: 3/10/30/100/300/1000V (rms)
2. Ölçülen frekans aralığı: 0 ~ 20kHz
3. Aşırı yük korumalı
4. Aşırı akım ve aşırı gerilim göstergeli
5. Doğruluk : %2 tam ölçek
6. İşletme güç kaynağı: Tek-fazlı, 220V AC, 60Hz

Amaç

Bu modül, ac ve dc devrelerde etkin gücü (reel güç) ölçmek için kullanılır. Etkin güç, $P=VI\cos\theta$ denklemi ile hesaplanır. Burada, V gerilim, I akım ve $\cos\theta$ güç faktörüdür. Dc devrelerde, $\cos\theta =1$ olduğu için, $P=VI$ 'dir. Ac devrelerde, görünür gücün $S=VI$ ve reaktif gücün (wattsız güç) $Q=VI\sin\theta$ olduğu unutulmamalıdır.

Düzenli ac ve dc devrelerde, etkin güç ortalama güce eşittir, ancak titreşimli bir dc devrede (örneğin, doğrultulmuş çıkış), etkin güç ortalama güce eşit değildir. Güç Ölçer, titreşimli dc'nin etkin gücünü ölçmek için kullanılabilir.

Titreşimli dc'nin ortalama gücünü ölçmek için, RMS ölçer (seçici anahtarlar AC+DC ve AV konumunda) kullanarak, ortalama gerilim ve ortalama akım ölçülür ve daha sonra bu iki değer çarpılır. RMS ölçer ile ac devrelerde görünür gücü ölçmek için, seçici anahtarlar AC+DC ve RMS konumlarına getirilip, sırasıyla rms gerilim ve rms akım ölçülür ve daha sonra bu iki değer çarpılır.

Bu modül, + ve - POLARITY göstergelerine sahiptir. Eğer bobinlerde biri ters olarak bağlanırsa (Güç Ölçer, bir gerilim bobini ve bir akım bobini içerir), (-) POLARITY gösterge LED yanacaktır, bu durumda okunan güç hala doğrudur.

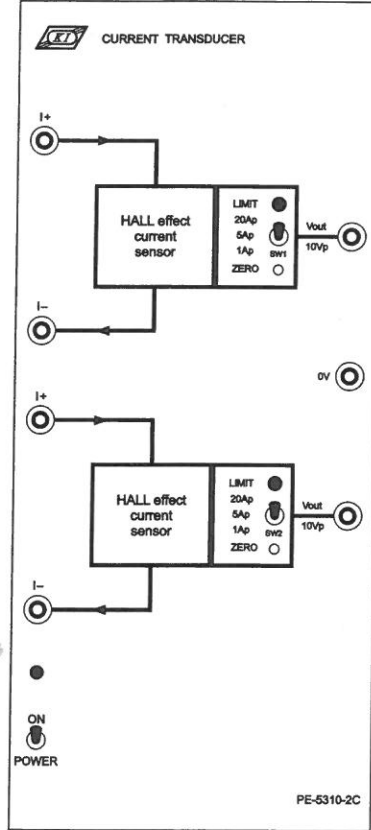
Eğer aşırı gerilim V_{OVER} veya aşırı akım I_{OVER} göstergesi yanarsa, bu, giriş gerilim veya akımının çok yüksek olduğunu gösterir. Bu durumda, V Aralık yada I Aralık seçici anahtarını, daha yüksek bir kademeye getirin.

Kullanım

1. Bu modül üç test giriş terminaline sahiptir: V, I ve COM. V ve I terminalleri, sırasıyla dahili gerilim ve akım bobinlerine bağlıdır. COM terminali iki bobin için ortaktır. V ve COM terminalleri, devre yada elemana paralel olarak bağlanmak zorunda iken, I ve COM terminalleri devre yada eleman ile seri bağlanmak zorundadır.
2. Ölçülecek akım ve gerilim değerlerine göre, V ve I Aralık seçici anahtarlarını uygun konuma getirin. Eğer ölçüm sırasında, V_{OVER} yada I_{OVER} gösterge LED'i yanarsa, bu, V Aralık seçici anahtarı (SW1) yada I Aralık seçici anahtarı (SW2)'nin, düşük kademede olduğunu gösterir.

3. Gerilim aralığı, akım aralığı ile çarpılarak, Tam-Ölçek Tablosunda listelenen, tam-ölçek güç değeri elde edilir. Tam-ölçek güç değeri, 3'ün katı ise, güç değerini altta bulunan 0~3 ölçeğinden okuyun. Tam-ölçek güç değeri, 10'un katı ise, güç değerini üstte bulunan 0~10 ölçeğinden okuyun.
4. Ölçülen etkin güç, okunan gücün katsayı ile çarpımına eşittir.

2-2-5 PE-5310-2C Akım Transdüseri



Özellikler

1. Ölçme aralığı: 0 - 20A
2. Giriş akım aralığı: 20A, 5A, 1A (tepe)
3. Sıfır akım (ZERO) ve aşırı akım (LIMIT) gösterge LED'li
4. Çözünürlük: 10Ω, 10V/A
5. İşletme güç kaynağı: tek fazlı 220V AC, 60Hz

Amaç

Elektronik güç devreleri deneylerinde, bu modül giriş akımını, yük akımını ve bir dönüştürücünün anahtarlama elemanlarından akan akımları ölçmek için kullanılır. Bu modül, 10V/A (10Ω'a eşdeğerdir) çözünürlükle, akım değerini gerilim değerine dönüştüren Hall-etkili aygıtlar kullanır. Hall-etkili aygıt kullanılması, giriş akımı ile çıkış gerilimini elektriksel olarak tamamen izole eder ve böylece yükleme etkisinin ortadan kalkmış olur.

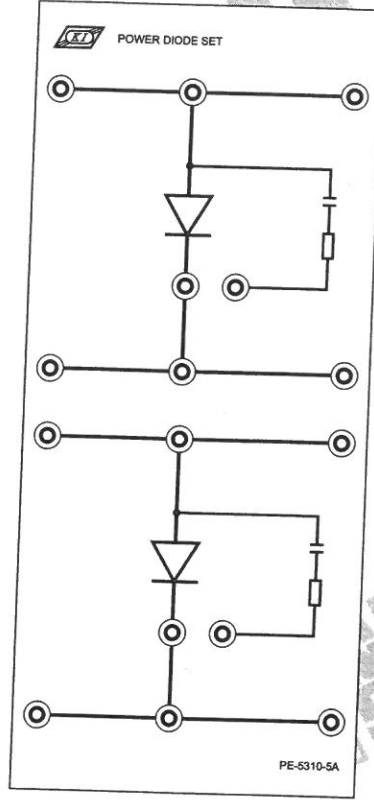
Geniş bir giriş akımı aralığını ölçebilmek için, bu modül, üç tepe giriş akım aralığına sahiptir: 20Ap ($I_i/V_o=20/10=2$), 5Ap ($I_i/V_o=5/10=0.5$) ve 1Ap ($I_i/V_o=1/10=0.1$). Burada p, tepe değerini ifade etmektedir.

Osiloskop ekranında akım değerini ölçmek ve göstermek için, basitçe Akım Transdüser modülünün V_{OUT} çıkış gerilim terminalini, bir Fark Yükseltecinin girişlerine bağlayın ve daha sonra Fark Yükseltecinin çıkışını dijital bellekli osiloskopun girişine bağlayın. Böylece, ölçülen akım sinyali, osiloskop ekranında gerilim dalga şekli formunda görüntülenecektir. Örneğin, bu modülün I Aralık seçici anahtarı 5Ap konumunda ($I_i/V_o=5/10=0.5$) ve Fark Yükselteci modülünün V Aralık seçici anahtarı 10V konumunda ($V_i/V_o=1$) ve ölçülen gerilim dalga şeklinin tepe değeri 1.5V ise, bu durumda ölçülen akımın tepe değeri $1.5V \times 0.5A/V = 0.75A$ olur.

Kullanım

1. Akımını ölçmek istediğiniz eleman yada devreyi, bu modülün I+ ve I- giriş terminallerine seri olarak bağlayın (dc akım akışı yönüne dikkat edin).
2. Tepe akım değerine göre, uygun giriş akım aralığını seçin; örneğin, tepe akım değeri 3A ise, I Aralık seçici anahtarı 5Ap konumuna getirilmelidir. Bu durumda, eğer I Aralık seçici 1Ap konumunda ise LIMIT LED yanacaktır ve osiloskop bozuk bir dalga şekli gösterecektir.
3. Bu modülün V_{OUT} terminalini, Fark Yükselteci modülünün girişlerine ve Fark Yükseltecinin çıkışını da BNC-BNC kablosu kullanarak dijital bellekli osiloskobun girişine bağlayın.
4. MEASURE düğmesine basın ve osiloskop ekranından tepe gerilimini okuyun. Daha sonra tepe gerilimini, giriş akımı tepe değerine dönüştürün.

2-2-6 PE-5310-5A Güç Diyot Seti



Özellikler

Bu modül, iki güç diyotuna sahiptir. Her bir diyot için

1. Nominal akım: 40A
2. Nominal gerilim: 1200V

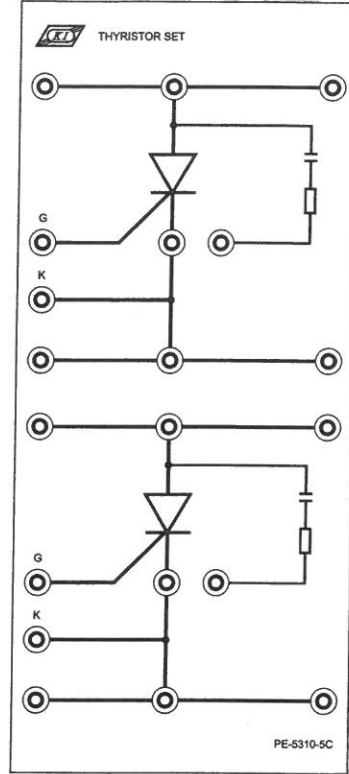
Amaç

Bu modüldeki diyotlar, kontrolsüz doğrultucu ve ac gerilim denetleyici gibi elektronik güç devre deneylerinde, anahtarlama elemanı olarak kullanılır.

Kullanım

1. Bu modüldeki güç diyotlarını, izolasyon transformatörünün sekonderi ile yük arasına seri olarak bağlayın.
2. Güç diyodu, polarite-duyarlı bir elemandır. Diyot akımının yönüne dikkat edin.

2-2-7 PE-5310-5C Tristör Seti



Özellikler

Bu modül iki SCR'ye sahiptir. Her bir SCR için;

1. Nominal akım: 10A
2. Nominal gerilim: 800V
3. dv/dt koruması: tristör uçlarındaki gerilimin değişim hızı dv/dt 'yi, tristörün nominal dv/dt 'si içerisinde sınırlamak için, RC söndürme devresi kullanılır.

Amaç

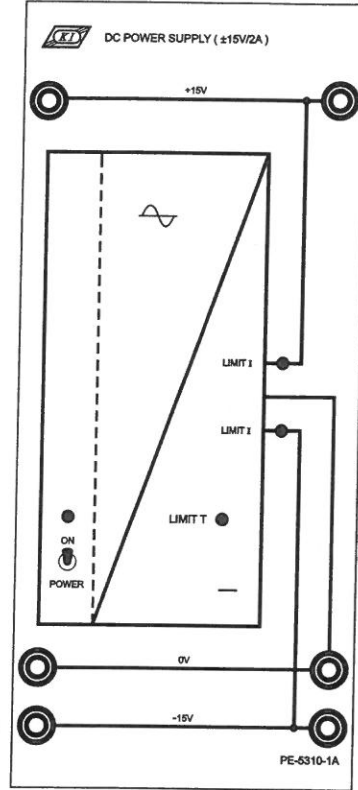
Bu modüldeki SCR'ler, kontrollü doğrultucu ve ac gerilim denetleyici gibi elektronik güç devre deneylerinde, anahtarlama elemanı olarak kullanılır.

Kullanım

1. Bu modüldeki güç tristörlerini, izolasyon transformatörünün sekonderi ile yük arasına seri olarak bağlayın.
2. Güç tristörü, polarite-duyarlı bir elemandır. Tristör akımının yönüne dikkat edin.

3. Tetikleme sinyalini, güç tristörünün G ve K terminallerine bağlayın. Eğer bir dönüştürücü devrede birden çok güç tristörü kullanılıyorsa, bu kapılama sinyalleri, kısa devreyi engellemek için, birbirinden izole edilmelidir.

2-2-8 PE-5310-1A DC Güç Kaynağı ($\pm 15V/2A$)



Özellikler

1. Aşırı akım ve aşırı ısı korumalı
2. Aşırı akım (LIMIT I) ve aşırı ısı (LIMIT T) gösterge LED'li
3. Giriş güç kaynağı: Tek-fazlı, 220V AC, 50~60Hz
4. Nominal çıkış: $\pm 15V/2A$
5. Güç anahtarlı ve güç açık gösterge LED'li

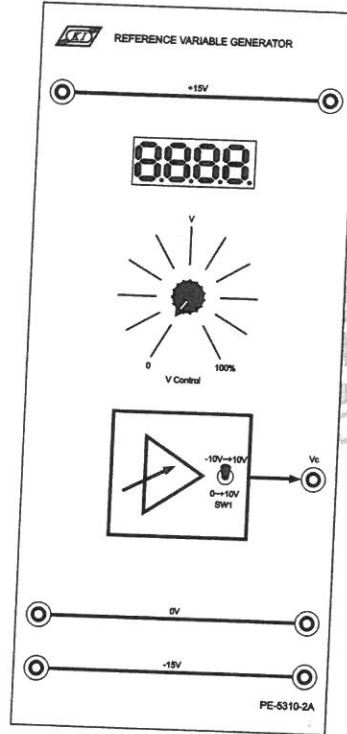
Amaç

Bu modül, elektronik güç devre deneylerinde, Referans Değişken Üreteç ve 3 ϕ Faz Aç Denetleyici modülleri için gerekli olan DC güç kaynağını sağlar.

Kullanım

1. Bu modülün +15V, 0V ve -15V çıkış terminallerini, köprüleme klipsleri veya bağlantı kabloları kullanarak, sırasıyla, Referans Değişken Üreteç modülünün +15V, 0V ve -15V terminallerine bağlayın.
2. Aşırı akım (LIMIT I) veya aşırı ısı (LIMIT T) gösterge LED'i yanarsa, gücü kapatın ve devre bağlantılarını kontrol edin.

2-2-9 PE-5310-2A Referans Değişken Üreteç



Özellikler

1. Vc aralığı: 0~+10V, -10V~+10V
2. Doğrusal ölçek: 0~%100
3. Çıkış kontrol gerilimi Vc'nin değerini göstermek için 7-segment gösterge
4. Çalışma gerilimi: $\pm 15V$

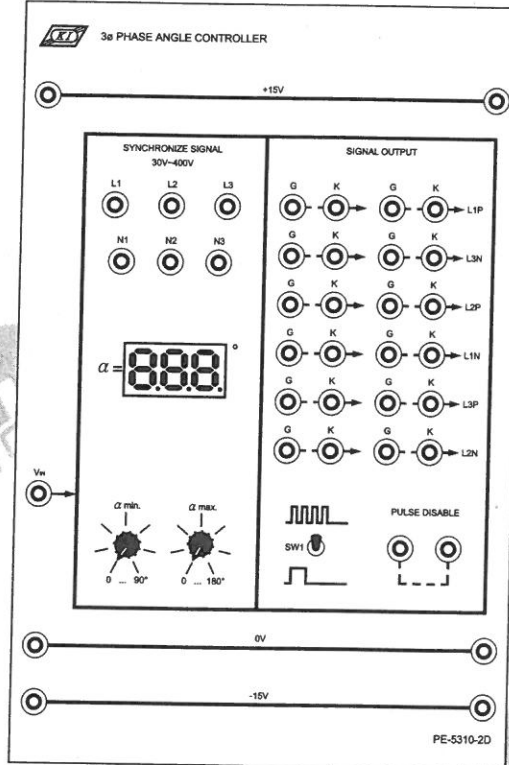
Amaç

Elektronik güç devre deneylerinde, bu modülün Vc çıkış gerilimi, tristörün tetikleme açısını değiştirmek için, 3 ϕ Faz Aç Denetleyici modülünün Vin kontrol giriş sinyali olarak kullanılır.

Kullanım

1. Köprüleme klipslerini veya bağlantı kablolarını kullanarak, bu modülün +15V, 0V ve -15V terminallerini, sırasıyla, DC Güç Kaynağı modülünün ve 3 ϕ Faz Aç Denetleyici modülünün +15V, 0V ve -15V terminallerine bağlayın. Bu üç modül genellikle birlikte kullanılır. Çalışma kolaylığı için, DC güç kaynağı modülünü sol tarafa, bu modülü ortaya, 3 ϕ Faz Aç Denetleyici modülünü sağ tarafa yerleştirin.
2. Vc terminalini, 3 ϕ Faz Aç Denetleyici modülünün Vin terminaline bağlayın.
3. Vc terminalindeki yüzde çıkış gerilimini değiştirmek için, bu modülün V kontrol düğmesini ayarlayın ve 7-segment göstergeden çıkış gerilimini okuyun.

2-2-10 PE-5310-2D 3 ϕ Faz Aç Denetleyicisi



Özellikler

1. Sinyal çıkışı: elektriksel olarak izole edilmiş tetikleme darbesi, Single Pulse (aşağı konumda) ve Pulse Train (yukarı konum) seçilebilir, direk olarak maksimum 6 tröstörü sürebilir.
2. Kontrol girişi Vin: 0~10V
3. Değişken tetikleme açısı: 0~180°

4. Akım tetikleme açısı α 'yı göstermek için 7-segment LED gösterge
5. Tetikleme açısı sınırlaması:
 - (1) Minimum tetikleme açısı α_{min} : 0~90°
 - (2) Maksimum tetikleme açısı α_{max} : 0~180°
6. Darbe çıkışı iptal fonksiyonu: PULSE DISABLE terminallerine köprüleme klipsi takarak iptal edilir.
7. Çalışma gerilimi: $\pm 15V$

Amaç

Güç elektroniği devreleri deneylerinde, bu modül genellikle Referans Değişken Üreteç modülü ile çalışır. Tristörün tetikleme açısını değiştirmek için, Referans Değişken Üreteç modülünün Vc çıkış gerilimini, bu modülün Vin kontrol giriş sinyaline bağlayın.

Kullanım

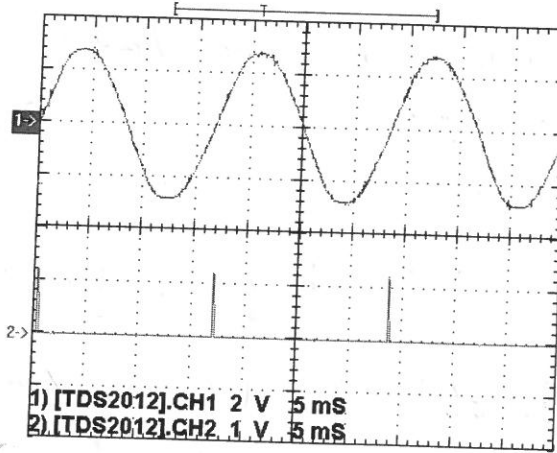
1. Köprüleme klipslerini veya bağlantı kablolarını kullanarak, bu modülün +15V, 0V ve -15V terminallerini, sırasıyla, Referans Değişken Üreteç modülünün +15V, 0V ve -15V terminallerine bağlayın.
2. Tek-fazlı bir faz kontrol devresi için, ac kaynağı L1 ve N1 terminallerine uygulayın ve L1P ve L1N (her bir set için 2 bağımsız senkronize darbe çıkışı) terminallerinden tetikleme darbesini alın. Üç-fazlı bir faz kontrol devresinde, tüm tetikleme darbe terminalleri kullanılacaktır.
3. Bir bağlantı kablosu kullanarak, Referans Değişken Üreteç modülünün Vc çıkışını, bu modülün Vin girişine bağlayın.
4. Devrenin güvenliği açısından, tristörün tetikleme açısı aralığını sınırlamak için, α_{min} ve α_{max} tetikleme açısı düğmelerini ayarlayın. Örneğin, $\alpha_{max}=150^\circ$ ve $\alpha_{min}=30^\circ$ yapılırsa, tetikleme açısı 30° ve 150° arasında sınırlanacaktır.
5. Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini, bu modülün tetikleme açısını değiştirmek için ayarlayın ve 7-segment göstergeden tetikleme açısını okuyun.

DENEY 2-0[®] Tetikleme Darbesi Ölçümü

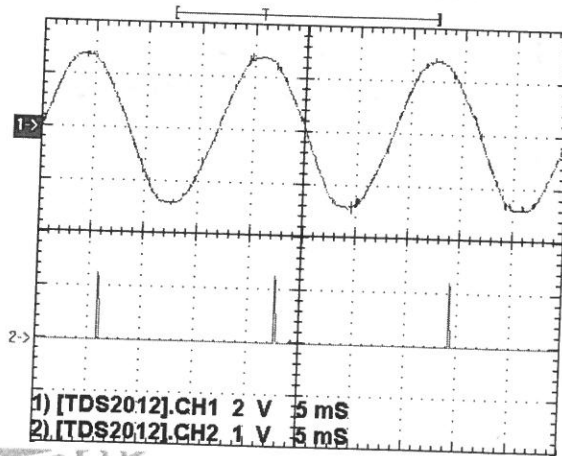
1. İzolasyon trafosu ve dijital bellekli osiloskobu çalışma masasının üzerine yerleştirin. Sigorta Seti, DC Güç Kaynağı, Referans Değişken Üreteç ve 3 ϕ Faz Aç Denetleyicisi modüllerini, Deney Düzenekinin üzerine koyun.
2. Kontrolleri aşağıdaki gibi ayarlayın:
 - (1) İzolasyon Transformatörü ve DC Güç Kaynağının güç anahtarlarını OFF konumuna getirin.
 - (2) Referans Değişken Üretecini V kontrol düğmesini, %0 konumuna getirin.
 - (3) 3 ϕ Faz Aç Denetleyicisi modülü üzerinde, $\alpha_{min}=0^\circ$ ve $\alpha_{max}=180^\circ$ olarak ayarlayın. Bu, tetikleme açılarını 0° ve 180° arasında sınırlandıracaktır. Single Pulse modunu seçin (Pulse seçici aşağı konumda).
3. Bağlantı kabloları ve köprüleme klipslerini (eğik çizgiler) kullanarak, şekil 2-1'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın.

4. Dijital bellekli osiloskop (DSO) kullanarak, Fark Yükseltedeki Ch.A üzerinden (500V, $V_i/V_o=50$) V_A faz gerilimini (CH1) ve Fark Yükseltedeki Ch.C üzerinden (100V, $V_i/V_o=10$) L1P'nin (CH2) G ve K terminalleri arasındaki tetikleme darbesini ölçün.

5. Tüm güç kaynaklarını açın. 3 ϕ Faz Aç Denetleyicisinin 7-segment göstergesinden, farklı α tetikleme açısı değerlerini okumak için, Referans Değişken Üretecini V kontrol düğmesini ayarlayın. L1P, L2P ve L3P tetikleme darbelerini, şekil 2-2'de gösterildiği gibi, gözleyin ve herhangi iki tetikleme darbesi arasındaki faz kaymasındaki değişimi inceleyin. L2P'nin L1P'ye göre gecikmesi 120° midir? _____. L3P'nin L2P'ye göre gecikmesi 120° midir? _____. Referans Değişken Üretecini %V'si arttırdığında, tetikleme açısı α azalıyor mu? _____.

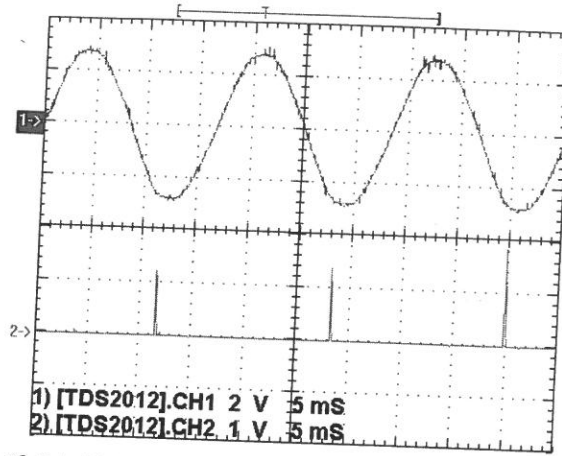


(a) $\alpha = 0^\circ$ ($V = \%100$) iken L1P tetikleme darbe dalga şekli

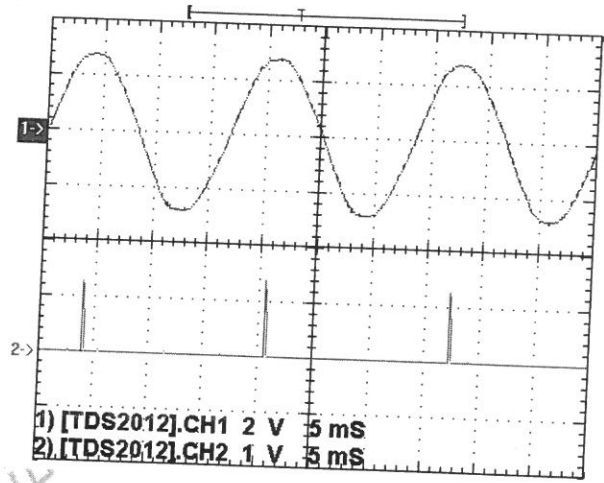


(b) $\alpha = 0^\circ$ ($V = \%100$) iken L2P tetikleme darbe dalga şekli

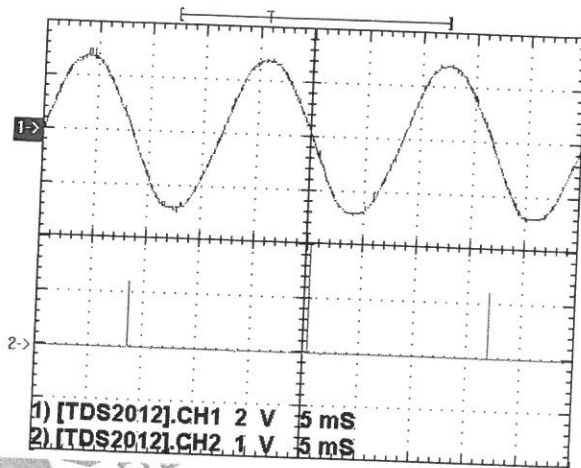
KAH
PRODUCTS



(c) $\alpha = 0^\circ$ ($V = \%100$) iken L3P tetikleme darbe dalga şekli



(d) $\alpha = 80^\circ$ ($V = \%50$) iken L1P tetikleme darbe dalga şekli



(e) $\alpha = 176^\circ$ ($V = \%0.5$) iken L1P tetikleme darbe dalga şekli
Şekil 2-2 V_A faz gerilimi ve tetikleme darbeleri dalga şekilleri

6. L1N, L2N ve L3N tetikleme darbeleri, L1P, L2P ve L3P tetikleme darbelerinin _____° gerisindedir. Niçin? _____. L1N, L2N ve L3N'in fonksiyonu nedir? _____.

KAH
PRODUCTS

KAH
PRODUCTS

KAH
PRODUCTS

KAH
PRODUCTS

KAH
PRODUCTS

KAH
PRODUCTS

DENEY 2-1[®]

Tek-Fazlı Yarım Dalga Kontrolsüz Doğrultucu

DENEYİN AMACI

1. Tek-fazlı yarım dalga kontrolsüz doğrultucunun karakteristiklerini anlamak.
2. Doğrultucular ile ilgili modüllerin kullanımına alışmak.
3. Tek-fazlı yarım dalga kontrolsüz doğrultucunun akım ve gerilimini ölçmek.
4. Tek-fazlı yarım dalga kontrolsüz doğrultucunun gücünün hesaplamak ve ölçmek.
5. Tek-fazlı yarım dalga kontrolsüz doğrultucunun karakteristiklerini doğrulamak.

GENEL BİLGİLER

Tek-fazlı yarım dalga kontrolsüz (diyot) doğrultucunun devresini oluşturmak basittir, fakat çıkış gerilimi üzerindeki dalgalanma bileşeni yüksektir ve kontrol edilemez. Saç kurutma makinesi, meyve sıkacağı ve masaj aleti gibi elektrikli aletlerde, hız yada sıcaklık kontrolü için genellikle iki kademeli bir seçici anahtar bulunur. Tek-fazlı yarım dalga doğrultucu, doğrultucuların ve ac gerilim denetleyicilerin temelini oluşturur. Tek-fazlı yarım dalga doğrultucunun karakteristiklerini anlamak, diğer doğrultucu ve ac gerilim denetleyicileri anlamaya yardımcı olur.

Şekil 2-1-1, saf dirençsel yüke sahip tek-faz yarım-dalga kontrolsüz doğrultucunun devresini göstermektedir. Karakteristikleri tanımlamak için gerekli sembol ve kısaltmalar aşağıda tanımlanmıştır.

V_i : AC giriş gerilimi

V_m : Tepe giriş gerilimi

$V_{i(rms)}$: rms (etkin) giriş gerilimi

V_o : dc çıkış gerilimi

$V_{o(av)}$: Ortalama çıkış gerilimi

$V_{o(rms)}$: rms (etkin) çıkış gerilimi

$V_{r(rms)}$: rms (etkin) dalgalanma gerilimi

$I_{o(av)}$: Ortalama çıkış akımı

$I_{o(rms)}$: rms (etkin) çıkış akımı

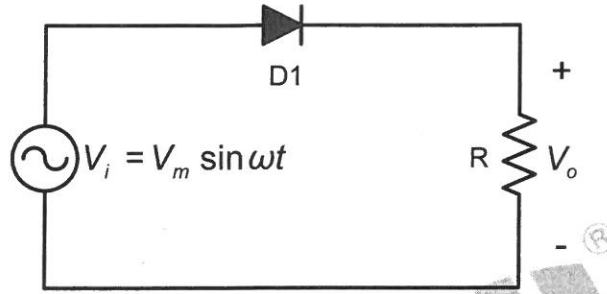
$P_{o(av)}$: Ortalama çıkış gücü

$P_{o(rms)}$: Etkin çıkış gücü

P_d : Dalgalılık artık gücü

η_r : Doğrultucu verimi

λ : Dalgalılık katsayısı



Şekil 2-1-1 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı yarım dalga diyot doğrultucu

Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı yarım dalga doğrultucunun karakteristikleri aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$V_m = \sqrt{2}V_{i(rms)} \quad (2-1-1)$$

$$V_{o(av)} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{1}{\pi} V_m = 0.45V_{i(rms)} \quad (2-1-2)$$

$$V_{o(rms)} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^\pi (V_m \sin \omega t)^2 d(\omega t)} = 0.5V_m = 0.707V_{i(rms)} \quad (2-1-3)$$

$$I_{o(av)} = \frac{V_{o(av)}}{R} \quad (2-1-4)$$

$$I_{o(rms)} = \frac{V_{o(rms)}}{R} \quad (2-1-5)$$

$$P_{o(av)} = \frac{V_{o(av)}^2}{R} = V_{o(av)} I_{o(av)} \quad (2-1-6)$$

$$P_{o(rms)} = \frac{V_{o(rms)}^2}{R} = V_{o(rms)} I_{o(rms)} \quad (2-1-7)$$

$$\eta_r = \frac{P_{o(av)}}{P_{o(rms)}} = \frac{0.45^2}{0.707^2} = 0.405 = 40.5\% \quad (2-1-8)$$

$$P_d = P_{o(rms)} - P_{o(av)} = \frac{V_{r(rms)}^2}{R} \quad (2-1-9)$$

$$\lambda = \frac{V_{r(rms)}}{V_{o(av)}} = \frac{\sqrt{V_{o(rms)}^2 - V_{o(av)}^2}}{V_{o(av)}} = 1.21 = 121\% \quad (2-1-10)$$

Tek-fazlı yarım dalga diyot doğrultuculu devrede, rms çıkış gücü ve ortalama çıkış gücü birbirine eşit değildir ve bu iki güç arasındaki fark, P_d artık güç olarak isimlendirilir. Bu güç, çıkış dalgalanma gerilimi tarafından üretilir ve denklem (2-1-9) kullanılarak hesaplanır. Eğer artık güç ölçülürse, rms dalgalanma gerilimi, ölçülen artık güç ve aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanabilir.

$$V_{r(rms)} = \sqrt{P_d \times R} \quad (2-1-11)$$

Şekil 2-1-2(a), RL yükü sahip tek-fazlı yarım dalga diyot doğrultucuyu göstermektedir. Lenz yasasına göre, V_i 'nin negatif alternansında, endüktans yükünden dolayı D1 iletmeye devam eder ve $\omega t = \beta$ 'da akım kesilir. I_o ve V_o dalga şekilleri, şekil 2-1-2(b)'de gösterilmiştir. Önemli karakteristikler:

$$L \frac{di_o}{dt} + Ri_o = V_m \sin \omega t \quad (2-1-12)$$

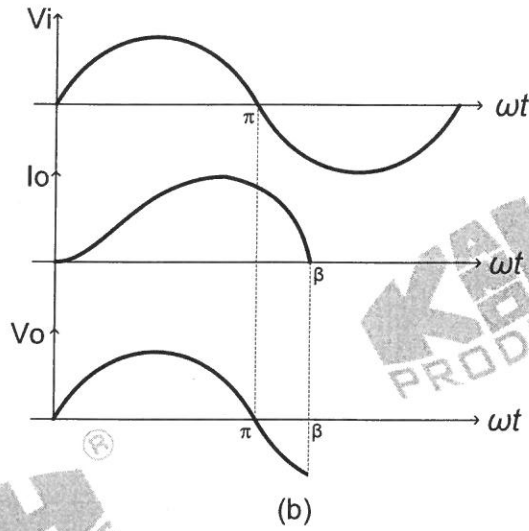
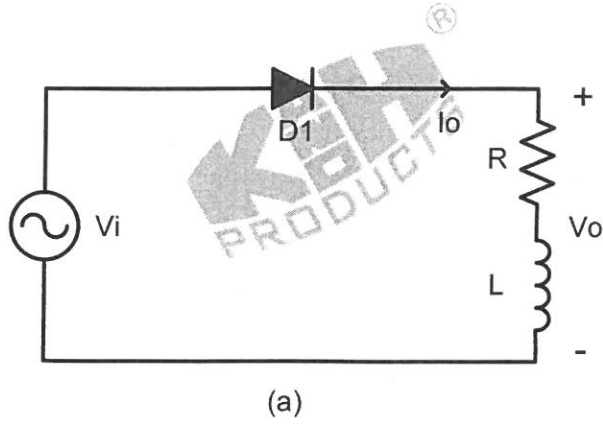
$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \quad (2-1-13)$$

$$\Phi = \tan^{-1} \frac{\omega L}{R} \quad (2-1-14)$$

$$i_o = \frac{V_m}{Z} [\sin(\omega t - \Phi) + e^{-\frac{R}{L}t} \sin \Phi], 0 < \omega t < \beta \quad (2-1-15)$$

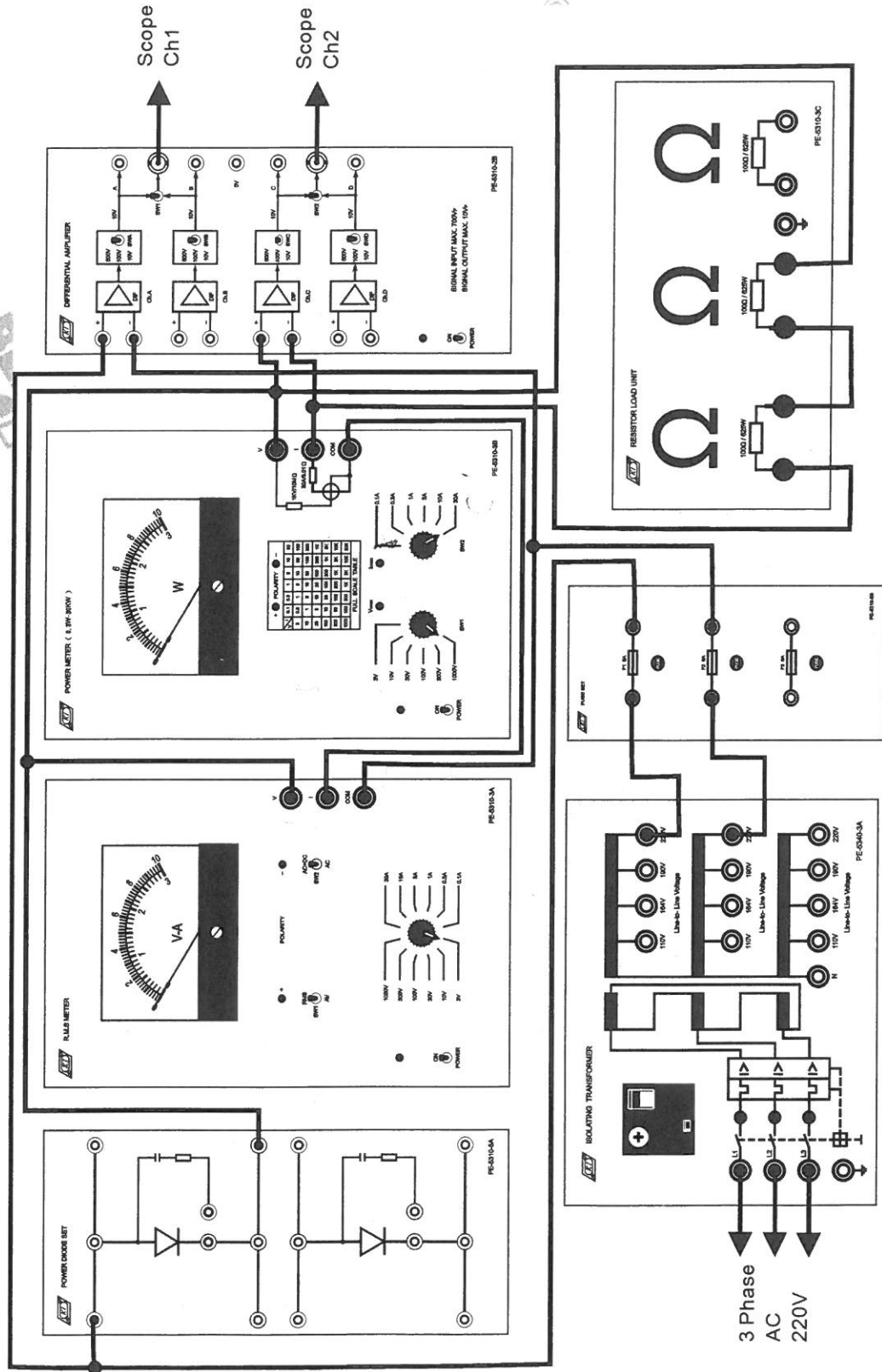
$$i_o = 0, \beta < \omega t < 2\pi \quad (2-1-16)$$

Denklem (2-1-13) ve (2-1-15)'de, Z , RL yükünün empedansdır, Φ ise V_i ve I_o arasındaki faz açısıdır ve bu açı yükün güç faktör açısı olarak da adlandırılır. I_o , kararlı-durum akımı ve geçici akım bileşenlerinden oluşur.



Şekil 2-1-2 RL yüklü tek-fazlı yarım dalga doğrultucunun devre ve dalga şekilleri

Şekil 2-1-3(a), tek-fazlı yarım dalga doğrultucunun yük devresine paralel bağlanmış D2 serbest geçiş diyodunu göstermektedir. Vi'nin pozitif alternansında, D1 diyotu iletimdedir ve R direnci enerji tüketirken, L endüktansı enerji depolamaktadır. Vi'nin negatif alternansında, D1 diyotu tıkamadadır ve Lenz yasasına göre, L endüktansı zıt emk üretecektir. Bu ters kutuplu gerilim, D2 serbest geçiş diyodunu iletime geçmeye zorlar ve böylece L endüktansı, D2 ve R direnci üzerinden enerjisini boşaltır. Vo ve Io dalga şekilleri, şekil 2-1-3(b)'de gösterilmiştir.



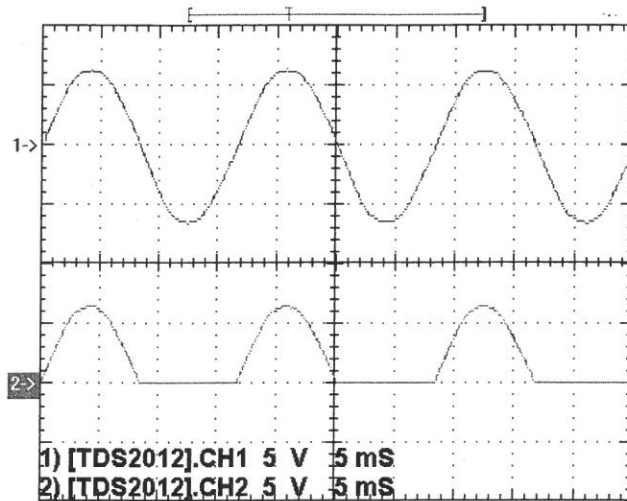
Şekil 2-1-4 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı yarım dalga diyot doğrultucunun bağlantı diyagramı

3. Fark Yükseltisinde Ch.C için V Aralık seçici anahtarını 500 V konumuna ($V_i/V_o=500/10=50$) getirin. Tek-faz yarım dalga kontrolsüz doğrultucunun giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekillerini, şekil 2-1-5'te gösterildiği gibi, ölçün. Gerçek gerilim değeri, okunan değer ile V_i/V_o oranının çarpımına eşittir, böylece $V_m = 6.22V \times 50 = 311V$.

4. Güç Ölçerin V (SW1) ve I (SW2) Aralık seçici anahtarlarını, sırasıyla, 300V ve 1A'e ayarlayın. Etkin çıkış gücünü ölçün ve kaydedin. $P_{o(rms)} = \text{_____} W$.

5. RMS ölçerin üzerinde, AC+DC/AC seçim (SW2) anahtarını AC+DC konumuna getirin, RMS/AV seçim (SW1) anahtarını RMS konumuna getirin ve V/I aralık seçici (SW3) anahtarını 300V konumuna getirin. rms çıkış gerilimini ölçün $V_{o(rms)} = \text{_____} V$. V/I aralık seçim (SW3) anahtarını 1A konumuna getirin, rms çıkış akımını ölçün $I_{o(rms)} = \text{_____}$, $P_{o(rms)} = V_{o(rms)} \times I_{o(rms)} = \text{_____} W$ değerini hesaplayın. Hesaplanan değer 4.adımda ölçülen değere yakın mı?

6. RMS Ölçerde, AC+DC/AC seçici anahtarını (SW2) AC+DC konumuna, RMS/AV seçici anahtarını (SW1) RMS konumuna ve V/I Aralık seçici anahtarını (SW3) 300V konumuna getirin. Ortalama çıkış gerilimini ölçün $V_{o(av)} = \text{_____} V$. V/I aralık seçici anahtarını (SW3), 1A konumuna getirin ve ortalama çıkış akımını ölçün $I_{o(av)} = \text{_____} A$. Bu ölçülen değerleri, denklem (2-1-6)'da yerine koyarak, ortalama çıkış gücünü hesaplayın $P_{o(av)} = V_{o(av)} \times I_{o(av)} = \text{_____} W$.



Şekil 2-1-5 Saf dirençsel yükü sahip tek-faz yarım dalga doğrultucunun, ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekilleri

7. 4. ve 6. adımlarda hesaplanan ve ölçülen değerleri denklem (2-1-9)'da yerine koyarak, P_d 'yi hesaplayın $P_d = P_{o(rms)} - P_{o(av)} = \text{_____}$ W. Daha sonra, hesaplanan P_d değeri ve yük direnci R 'yi, denklem (2-1-11)'de yerine koyarak

$$V_{r(rms)} = \sqrt{P_d \times R} = \sqrt{P_d \times 200} \text{ _____ V} \text{ değerini hesaplayın. } P_{o(rms)} \text{ ve } P_{o(av)} \text{'yi,}$$

$$\text{denklem (2-1-8)'de yerine koyarak, } \eta_r = \frac{P_{o(av)}}{P_{o(rms)}} \text{ _____ \% değerini hesaplayın.}$$

Hesaplanan değer 40.5%'e yakın mıdır?

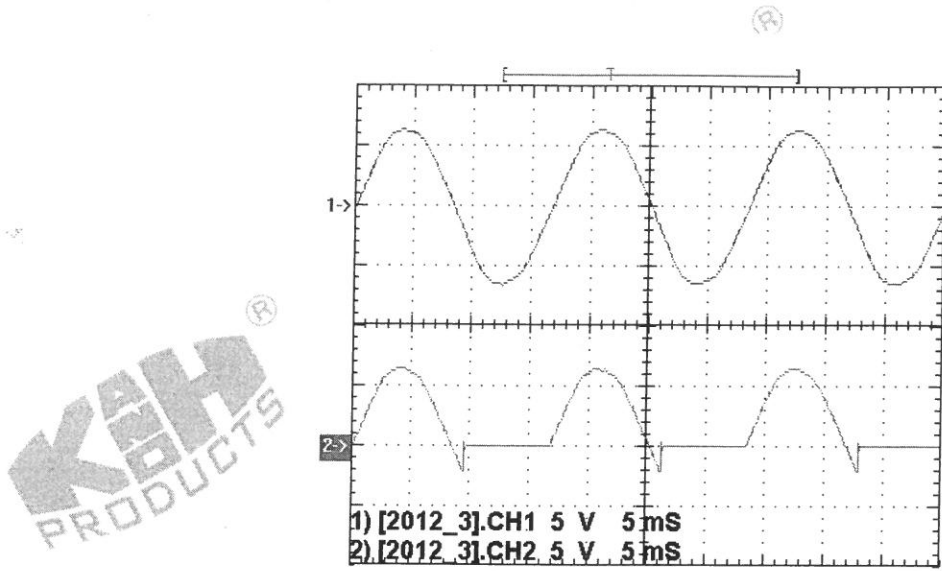
8. RMS Ölçerde, AC+DC/AC seçici anahtarını (SW2) AC konumuna, RMS/AV seçici anahtarını (SW1) RMS konumuna ve V/I Aralık seçici anahtarını (SW3) 300V konumuna getirin. Doğrultucunun rms dalgalanma gerilimini ölçün ve kaydedin $V_{r(rms)} = \text{_____}$ V. Ölçülen değer, 7. adımda hesaplanan değere yakın mıdır?

9. 7. ve 9. adımlarda ölçülen değerleri, denklem (2-1-10)'da yerine koyarak,

$$\lambda = \frac{V_{r(rms)}}{V_{o(av)}} \text{ _____ \% değerini hesaplayın ve hesaplanan değerin 121%'e yakın}$$

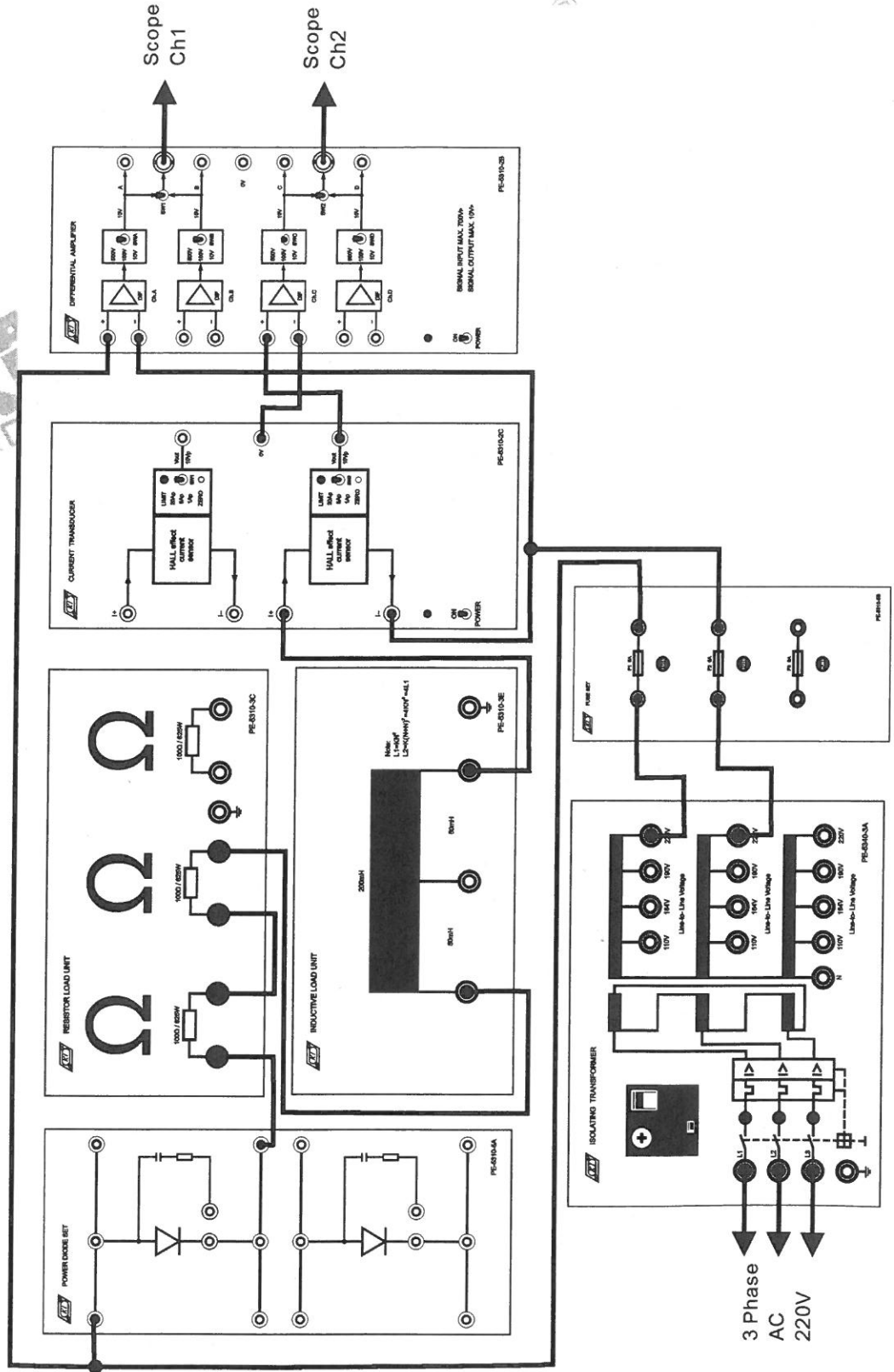
olup olmadığını görün _____.

10. 200 Ω 'luk dirence, seri olarak 200mH'lik bir endüktans bağlayarak, saf dirençsel yükü endüktif yüke dönüştürün. Doğrultucunun giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekillerini, şekil 2-1-6'da gösterildiği gibi, ölçün (Fark Yükseltisinde Ch.C için V Aralık seçici anahtarını, 3. adımdaki ile aynı konumda bırakın).

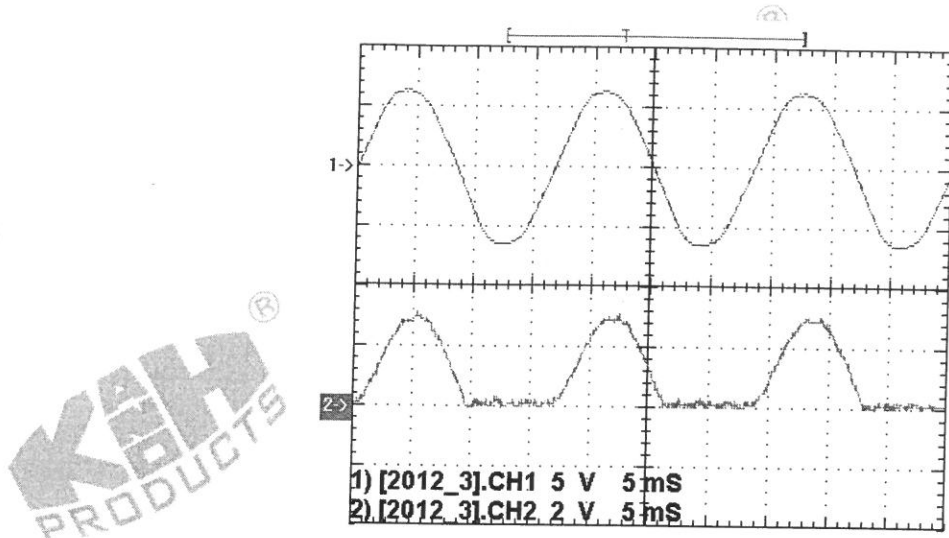


Şekil 2-1-6 Endüktif yüke sahip tek-faz yarım dalga doğrultucunun, ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekilleri

11. Devre bağlantılarını, şekil 2-1-7'de gösterildiği gibi değiştirin. Osiloskobun CH1 girişi, Fark Yükselteciindeki Ch.A üzerinden doğrultucunun giriş gerilimi dalga şeklini ölçmek için kullanılırken, CH2 girişi ise Fark Yükselteciindeki Ch.C ve Akım Transdüseri üzerinden yük gerilimi dalga şeklini ölçmek için kullanılır. Fark Yükselteciinde, Ch.A için V Aralık seçici anahtarını 500V konumuna ($V_i/V_o=500/10=50$) ve Ch.C için V Aralık seçici anahtarını 10V konumuna ($V_i/V_o=10/10=1$) getirin. Akım Transdüserinin I Aralık seçici anahtarını 5Ap konumuna ($I_i/V_o=5/10=0.5$) getirin. Ölçülen dalga şekilleri, şekil 2-1-8'de gösterilmiştir. Gerçek akım değeri, CH2'deki gerilim değeri ile I_i/V_o oranı 0.5'in çarpımına eşittir, böylece tepe akımı yaklaşık $3 \times 0.5 = 1.5A$ 'dır.

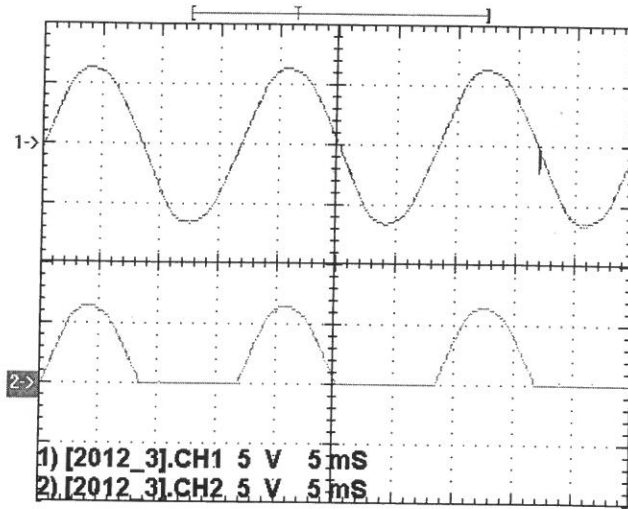


Şekil 2-1-7 Endüktif yüke sahip tek-fazlı yarım dalga diyot doğrultucunun bağlantı diyagramı

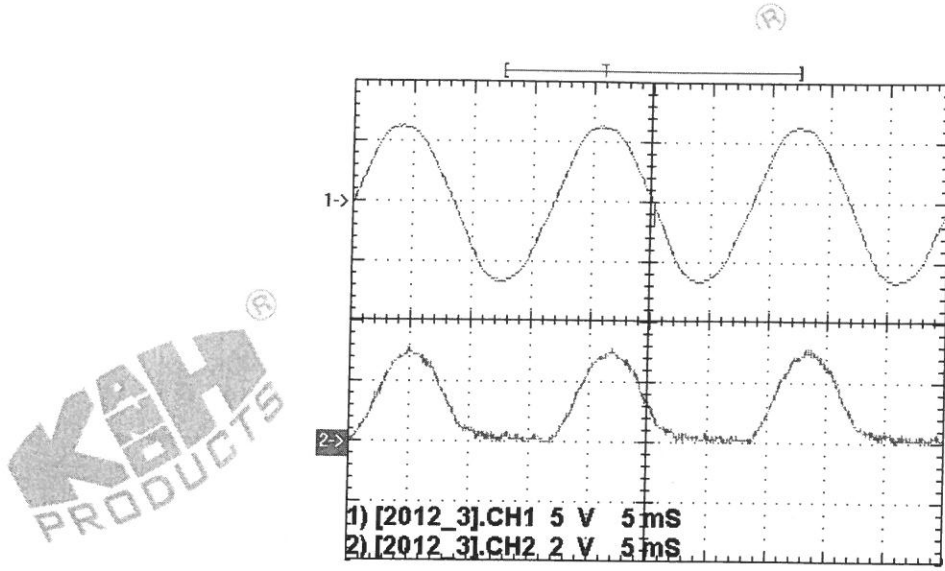


Şekil 2-1-8 Endüktif yüke sahip tek-faz yarım dalga doğrultucunun, ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekilleri

12. Şekil 2-1-3'teki devreden yararlanarak, şekil 2-1-7'de gösterilen devrenin endüktif yüküne paralel olarak, bir serbest geçiş diyodu bağlayın (güç diyot setindeki başka bir diyodu kullanın). Endüktif yüke ve serbest geçiş diyoduna sahip, tek-fazlı yarım dalga doğrultucunun akım ve gerilim dalga şekillerini, şekil 2-1-9'da gösterildiği gibi ölçmek için, 10. ve 11.adımları tekrarlayın.



(a) Giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekilleri

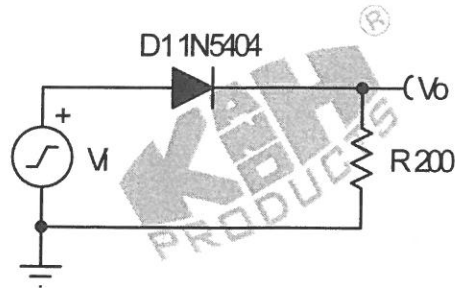


(b) Giriş gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekilleri

Şekil 2-1-9 Endüktif yüke ve serbest geçiş diyoduna sahip, tek-fazlı yarım dalga doğrultucunun ölçülen gerilim ve akım dalga şekilleri

BİLGİSAYAR SİMÜLASYONU

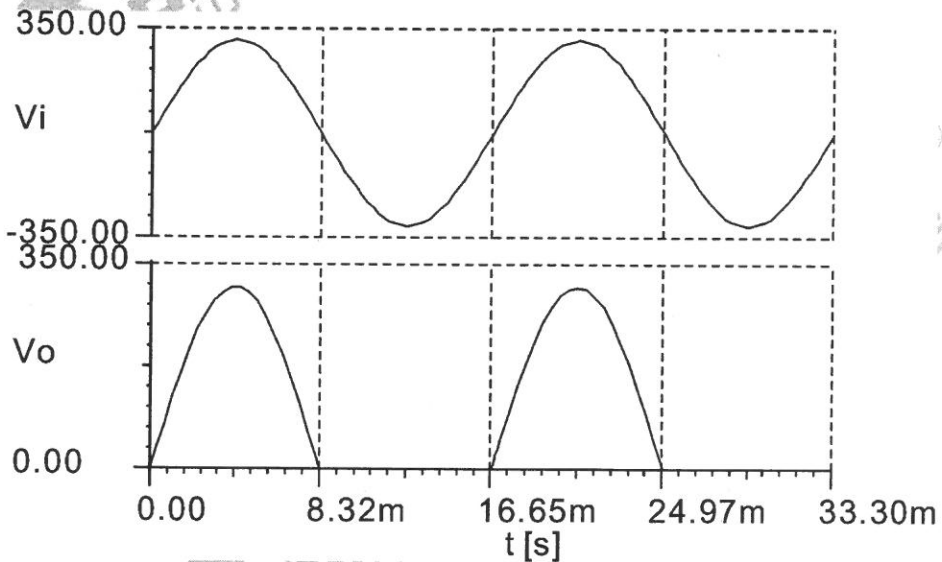
1. Günümüzde güç elektroniği devrelerinin analizi için kullanılan pek çok simülasyon yazılım paketi vardır. Bilgisayar simülasyonu ile, bir güç elektroniği devresinin değişik karakteristiklerini doğrulamak için, TINAPro simülasyon yazılımı kullanılır. Daha fazla bilgi için lütfen DesignSoft Inc. resmi sitesine gidin: <http://www.designsoftware.com/>.
2. TINAPro yazılımını bilgisayarınıza kurun. TINAPro'yu çalıştırın. Schematic Editör penceresinde, şekil 2-1-10'da gösterilen devreyi oluşturun. Signal Editor diyalog penceresinde, giriş gerilim kaynağı V_i için, işaret tipi olarak sinüzoidal seçin ve Genliği (Amplitude) 311V (V), Frekansı (Frequency) 60 Hz olarak ayarlayın.



Şekil 2-1-10 Saf dirençsel yüke sahip tek-faz yarım dalga diyot doğrultucunun simülasyon devresi

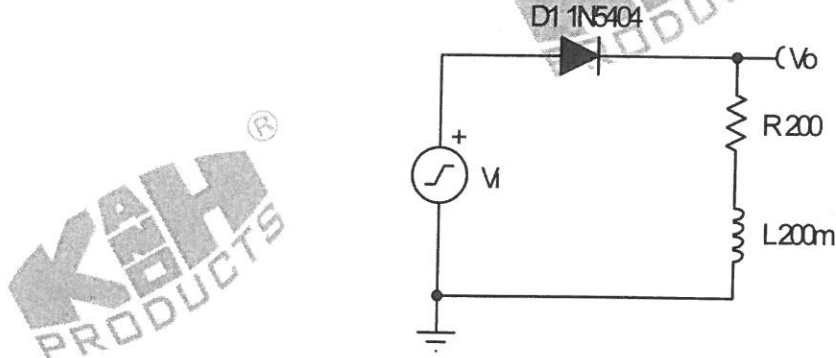
3. *Analysis* menüsünden *Transient* komutunu çalıştırın. Transient Analysis diyalog penceresinde, Start display değerini 0ms ve End display değerini 33.3 ms (kaynak periyodunun iki katı) olarak ayarlayın, Draw excitation kutusunu işaretleyin ve OK butonuna basın. TR sonucu şekil 2-1-11'de gösterilmiştir. TR sonucu, Şekil 2-1-5'deki ölçme sonucuyla uyumlu mudur? _____. A kursorünü hareket ettirin ve tepe çıkış gerilimini okuyun _____ V.

Not: TR sonuç penceresinde birden çok eğri göstermek için, basitçe *View/Seperate curves* komutunu seçin. *Set Axis* diyalogunu açmak için, t[s] eksenine çift tıklayın ve daha sonra *Upper limit* ve *Lower limit* değerlerini ayarlayın. Örneğin, 2 tam periyodu gözlemlemek için, *Upper limit* değerini 33.3ms'ye ayarlayın.



Şekil 2-1-11 Saf dirençsel yüke sahip tek-faz yarım dalga doğrultucunun TR simülasyon sonucu

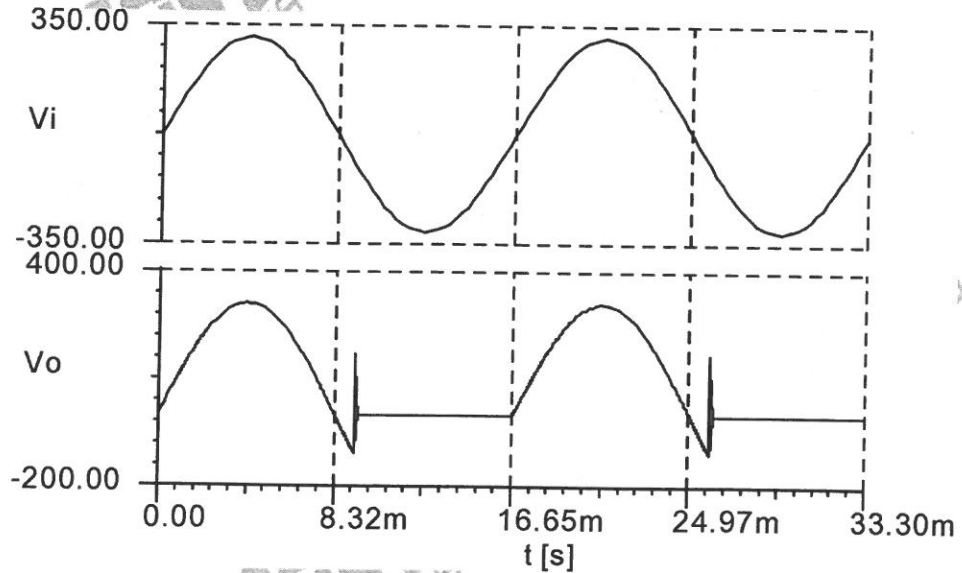
4. Şekil 2-1-12'de gösterildiği gibi, 200Ω 'luk dirence seri olarak 200mH 'lik endüktans bağlayarak, yük devresini endüktif yük olarak değiştirin.



Şekil 2-1-12 Endüktif yüke sahip tek-faz yarım dalga diyot doğrultucunun simülasyon devresi

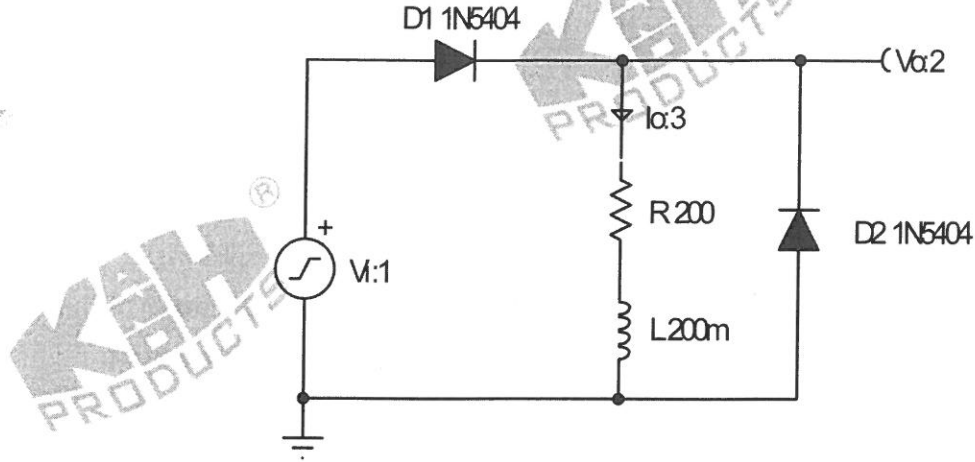
5. 2. adımı tekrarlayın. Analysis/Transient komutunu çalıştırın ve şekil 2-1-13'te gösterilen TR sonucunu elde edin. TR sonucu, 2-1-6'daki ölçme sonucuyla uyumlu mudur? _____.

Not: V_0 dalga şeklindeki ani darbeler, diyot iletimden tıkamaya geçtiği anda, endüktans tarafından üretilen zıt emk'dır.



Şekil 2-1-13 Endüktif yüke sahip tek-faz yarım dalga doğrultucunun TR simülasyon sonucu

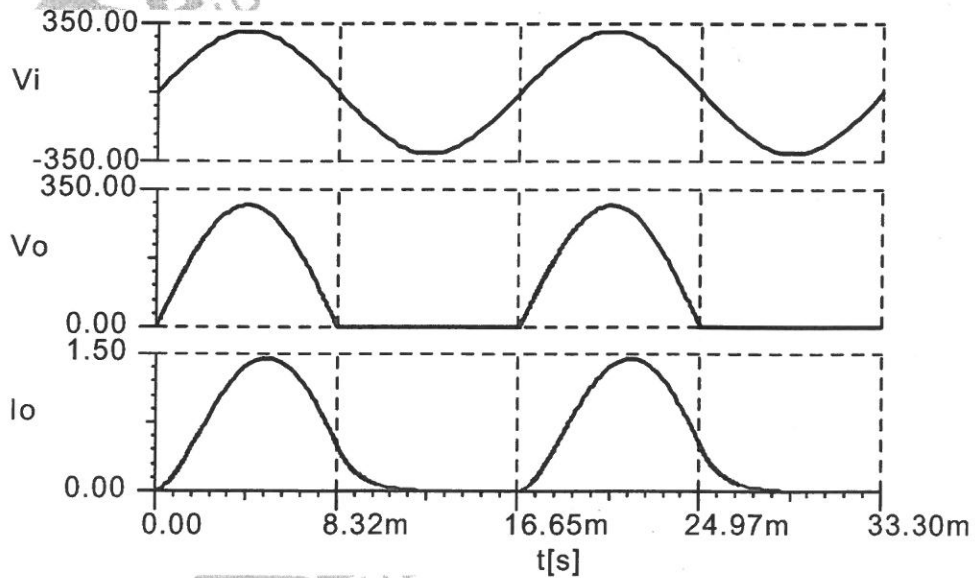
6. Şekil 2-1-14'te gösterildiği gibi, endüktif yüke paralel olarak bir serbest geçiş diyodu bağlayın.



Şekil 2-1-14 Endüktif yüke ve serbest geçiş diyoduna sahip tek-faz yarım dalga diyot doğrultucunun simülasyon devresi

7. 3. adımı tekrarlayın. Analysis/Transient komutunu çalıştırın ve şekil 2-1-15'te gösterilen TR sonucunu elde edin. TR sonucu, 2-1-9'daki ölçme sonucuyla uyumlu mudur? _____.

Not: Şekil 2-1-14'te gösterildiği gibi, ":" ve bir sayısal değerle takip edilen giriş yada çıkış sinyali, ekran sırasını belirtmektedir. Örneğin, $V_i:1$, V_i dalga şeklinin, TR sonuç penceresinin en üstünde görüntüleneceğini belirtmektedir.



Şekil 2-1-15 Endüktif yüke sahip tek-faz yarım dalga doğrultucunun TR simülasyon sonucu

DENEY 2-2[®] Tek-Fazlı Tam Dalga Kontrolsüz Doğrultucu

DENEYİN AMACI

1. Tek-fazlı[®] tam dalga kontrolsüz doğrultucunun çalışma prensibini ve karakteristiklerini anlamak.
2. Tek-fazlı tam dalga kontrolsüz bir doğrultucuda, gerilim ve akım değerlerini ölçmek.
3. Tek-fazlı tam dalga kontrolsüz bir doğrultucuda, gücü hesaplamak ve ölçmek.
4. Tek-fazlı tam dalga kontrolsüz doğrultucunun karakteristiklerini doğrulamak.

GENEL BİLGİLER

Tek-fazlı yarım dalga kontrolsüz doğrultucuya kıyasla, tek-fazlı tam dalga kontrolsüz (diyot, köprü yada sadece tam-dalga) doğrultucu daha iyi karakteristiklere sahiptir. Bundan dolayı, tek-fazlı tam dalga kontrolsüz doğrultucu, güç elektroniği uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Şekil 2-2-1, saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı tam dalga kontrolsüz doğrultucunun devresini ve dalga şekillerini göstermektedir. V_i 'nin pozitif alternansında D1 ve D2 diyotları iletim yönünde, D3 ve D4 diyotları ise tıkama yönünde kutuplanır. Diyotlar ideal kabul edilirse, V_o , V_i 'nin pozitif alternansına eşit olur. V_i 'nin negatif alternansında D3 ve D4 diyotları iletim yönünde, D1 ve D2 diyotları ise tıkama yönünde kutuplanır. Böylece tam dalga doğrultma gerçekleşmiş olur. Bir tek-fazlı tam dalga kontrolsüz doğrultucunun karakteristiklerini tanımlamak için gerekli sembol ve kısaltmalar aşağıda tanımlanmıştır.

V_i : AC giriş gerilimi

V_m : Maksimum ac giriş gerilimi (tepe değeri)

$V_{i(rms)}$: rms ac giriş gerilimi

V_o : DC çıkış gerilimi

$V_{o(av)}$: Ortalama çıkış gerilimi

$V_{o(rms)}$: rms çıkış gerilimi

$V_{r(rms)}$: rms dalgalanma gerilimi

I_m : Maksimum ac giriş akımı

$I_{o(av)}$: Ortalama çıkış akımı

$I_{o(rms)}$: rms çıkış akımı

$I_{d(av)}$: Ortalama diyot akımı

$I_{d(rms)}$: rms diyot akımı

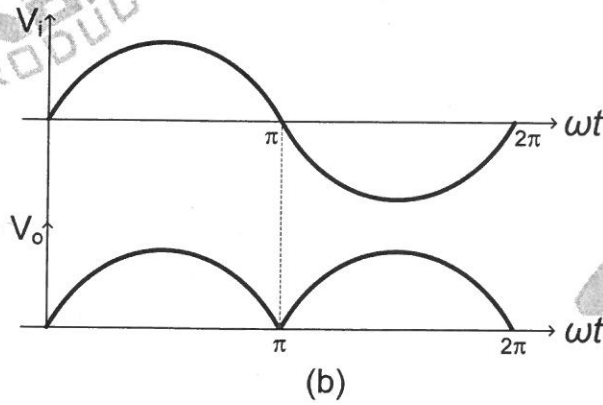
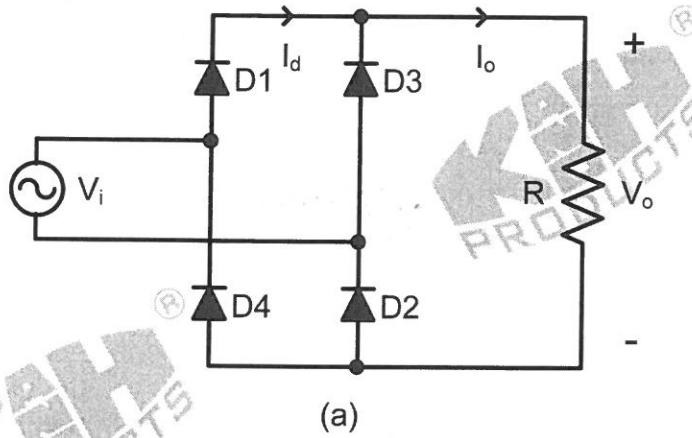
$P_{o(av)}$: Ortalama çıkış gücü

$P_{o(rms)}$: Etkin (rms) çıkış gücü

P_d : Dalgalılık artık gücü

η_r : Doğrultucu verimi

λ : Dalgalılık katsayısı



Şekil 2-2-1 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı tam dalga kontrolsüz
doğrultucunun devresi ve dalga şekilleri

Aşağıdaki denklemler, saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı tam dalga kontrolsüz
doğrultucunun önemli karakteristiklerini tanımlamaktadır.

$$V_m = \sqrt{2}V_{i(rms)} \quad (2-2-1)$$

$$V_{o(av)} = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2}{\pi} V_m = 0.9V_{i(rms)} \quad (2-2-2)$$

$$V_{o(rms)} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^\pi (V_m \sin \omega t)^2 d(\omega t)} = 0.707V_m = V_{i(rms)} \quad (2-2-3)$$

$$I_m = \frac{V_m}{R} \quad (2-2-4)$$

$$I_{o(av)} = \frac{V_{o(av)}}{R} = \frac{2}{\pi} I_m \quad (2-2-5)$$

$$I_{o(rms)} = \frac{V_{o(rms)}}{R} = 0.707I_m \quad (2-2-6)$$

$$I_{d(av)} = \frac{I_{o(av)}}{2} = 0.5I_{o(av)} \quad (2-2-7)$$

$$I_{d(rms)} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^\pi (I_m \sin \omega t)^2 d(\omega t)} = \frac{1}{2} I_m = \frac{\pi}{4} I_{o(av)} \quad (2-2-8)$$

$$P_{o(av)} = \frac{V_{o(av)}^2}{R} = V_{o(av)} I_{o(av)} \quad (2-2-9)$$

$$P_{o(rms)} = \frac{V_{o(rms)}^2}{R} = V_{o(rms)} I_{o(rms)} \quad (2-2-10)$$

$$\eta_r = \frac{P_{o(av)}}{P_{o(rms)}} = \frac{0.9^2}{1^2} = 0.81 = 81\% \quad (2-2-11)$$

$$P_d = P_{o(rms)} - P_{o(av)} = \frac{V_{r(rms)}^2}{R} \quad (2-2-12)$$

$$\lambda = \frac{V_{r(rms)}}{V_{o(av)}} = \frac{\sqrt{V_{o(rms)}^2 - V_{o(av)}^2}}{V_{o(av)}} = 0.482 = 48.2\% \quad (2-2-13)$$

(2-2-11) ve (2-2-13) denklemleri, (2-1-8) ve (2-1-10) denklemleri ile karşılaştırılırsa, tek-fazlı tam dalga doğrultucunun doğrultucu verimi ve dalgalılık katsayısı gibi karakteristiklerinin, tek-fazlı yarım dalga doğrultucudan daha iyi olduğu görülebilir. Ayrıca şekil 2-2-1(b)'den görülebileceği gibi, tek-fazlı tam dalga doğrultucunun diğer bir avantajı, çıkış geriliminin dalgalanma frekansının, kaynak frekansının iki katı olmasıdır. Böylece filtrelemeyen sonra daha küçük bir dalgalanma bileşeni elde edilebilir.

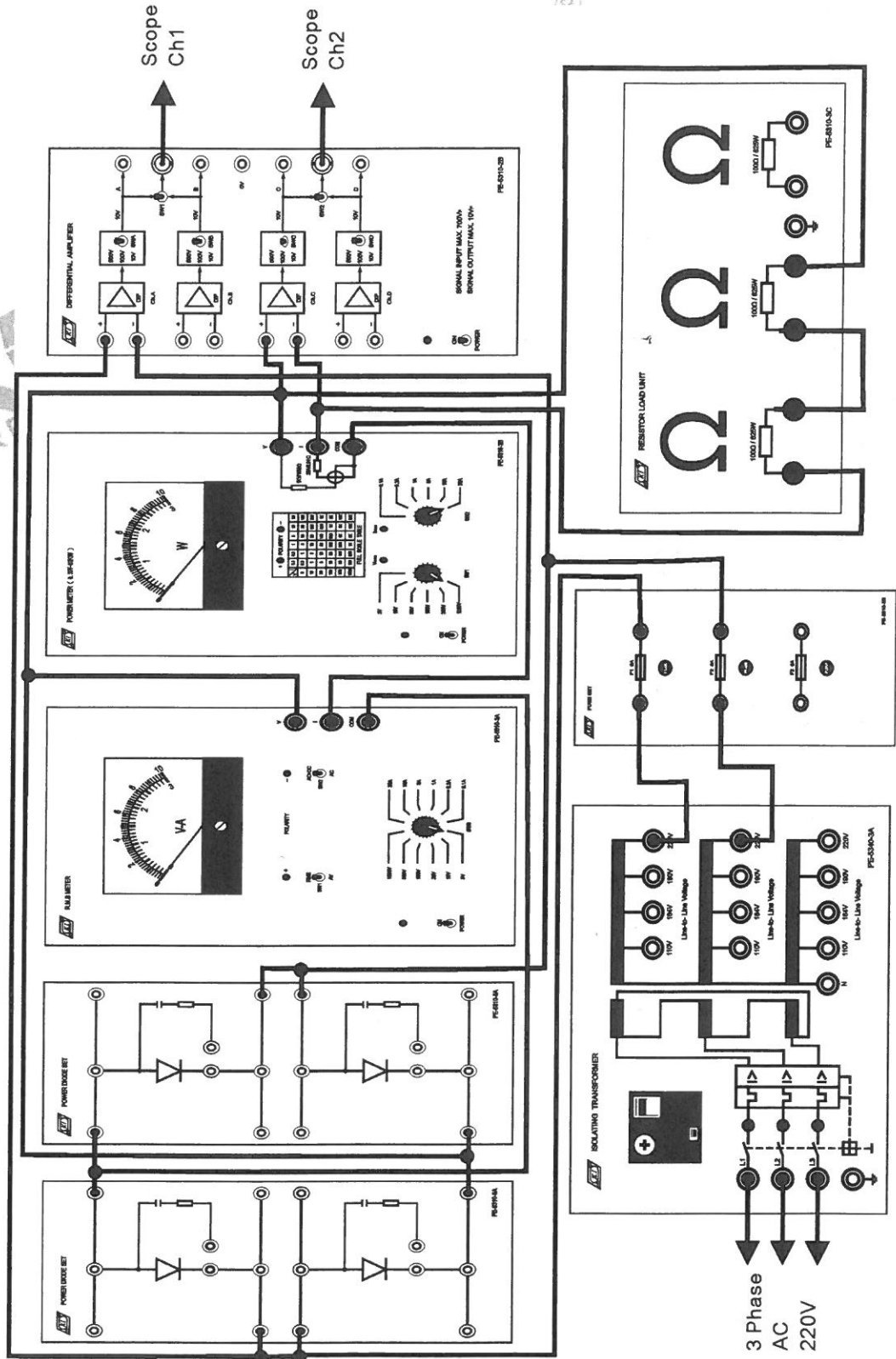
Tek-fazlı tam dalga köprü doğrultucunun tek dezavantajı 4 diyot gerektirmesidir. Bununla birlikte, giriş geriliminin her bir yarım alternansında iki diyot iletimde diğer iki diyot tıkamada olmaktadır. Bu yüzden, her bir diyot için gerekli Ters Tepe Gerilimi (PIV) değeri, giriş tepe geriliminin sadece yarısıdır.

KULLANILACAK ELEMANLAR

1. PE-5340-3A İzolasyon Trafosu x1
2. PE-5310-5B Sigorta Seti x1
3. PE-5310-5A Güç Diyodu Seti x2
4. PE-5310-3A R.M.S.metre
5. PE-5310-3B Wattmetre (Power meter) x1
6. PE-5310-2B Fark Yükselteci x1
7. PE-5310-3C Dirençsel Yük Ünitesi x1
8. PE-5310-3E Endüktif Yük Ünitesi x1
9. PE-5310-2C Akım Transdüseri x1
10. Dijital Bellekli Osiloskop (DSO) x1
11. Bağlantı Kabloları

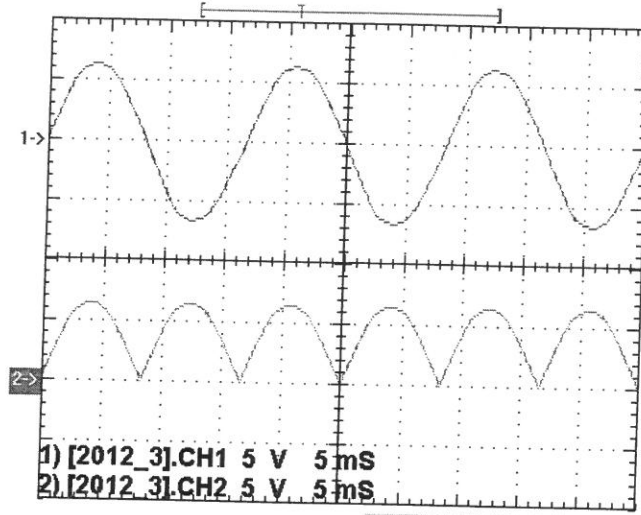
DENEYİN YAPILIŞI

1. PE-5310-5A, PE-5310-5B, PE-5310-3A, PE-5310-3B ve PE-5310-2B modüllerini Deney Düzenəğinin üzerine koyun. PE-5310-3C ve PE-5340-3A modülleri ile osiloskobu deney masasına yerleştirin. Bağlantı kabloları ve köprüleme klipslerini kullanarak, şekil 2-2-2'deki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın.
2. Bu doğrultucu tek-faz 220 V'luk gerilimle çalışır ve yük devresi 200Ω 'luk bir dirençtir. Doğrultma öncesi ve sonrasındaki gerilim dalga şekillerini gözleyebilmek için, osiloskobun CH1 girişı, Fark Yükselteci Ch.A üzerinden ac kaynağı, CH2 girişı ise Fark yükselteci Ch.C üzerinden yüke bağlanır.



Şekil 2-2-2 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı tam dalga diyot doğrultucunun bağlantı diyagramı

3. Fark Yükseltecinde Ch.A ve Ch.C için V Aralık seçici anahtarlarını 500 V konumuna getirin ($V_i / V_o = 50$). Osiloskobu kullanarak, tek-fazlı tam dalga diyot doğrultucunun giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekillerini, şekil 2-2-3'te gösterildiği gibi, gözleyin ve giriş geriliminin tepe değerini kaydedin. $V_m = \underline{\hspace{2cm}}$ V.



Şekil 2-2-3 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı tam dalga diyot doğrultucunun, ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekilleri

4. Güç Ölçerin V Aralık (SW1) ve I Aralık (SW2) seçici anahtarlarını sırasıyla 300V ve 1A 'e ayarlayın. Etkin çıkış gücünü ölçün. $P_{o(rms)} = \underline{\hspace{2cm}}$ W
5. RMS Ölçerin AC+DC/AC (SW2) ve RMS/AV (SW1) seçici anahtarlarını sırasıyla, AC+DC ve RMS konumlarına getirin. V/I Aralık (SW3) seçici anahtarını 300V kademesine ayarlayın ve etkin çıkış gerilimini ölçün $V_{o(rms)} = \underline{\hspace{2cm}}$ V. V/I Aralık (SW3) seçici anahtarını 1A kademesine ayarlayın ve etkin çıkış akımını ölçün $I_{o(rms)} = \underline{\hspace{2cm}}$ A. Etkin çıkış gücünü hesaplayın $P_{o(rms)} = V_{o(rms)} \times I_{o(rms)} = \underline{\hspace{2cm}}$ W. Hesaplanan değer, 4.adımda ölçülen değere yakınlığını değerlendirin.

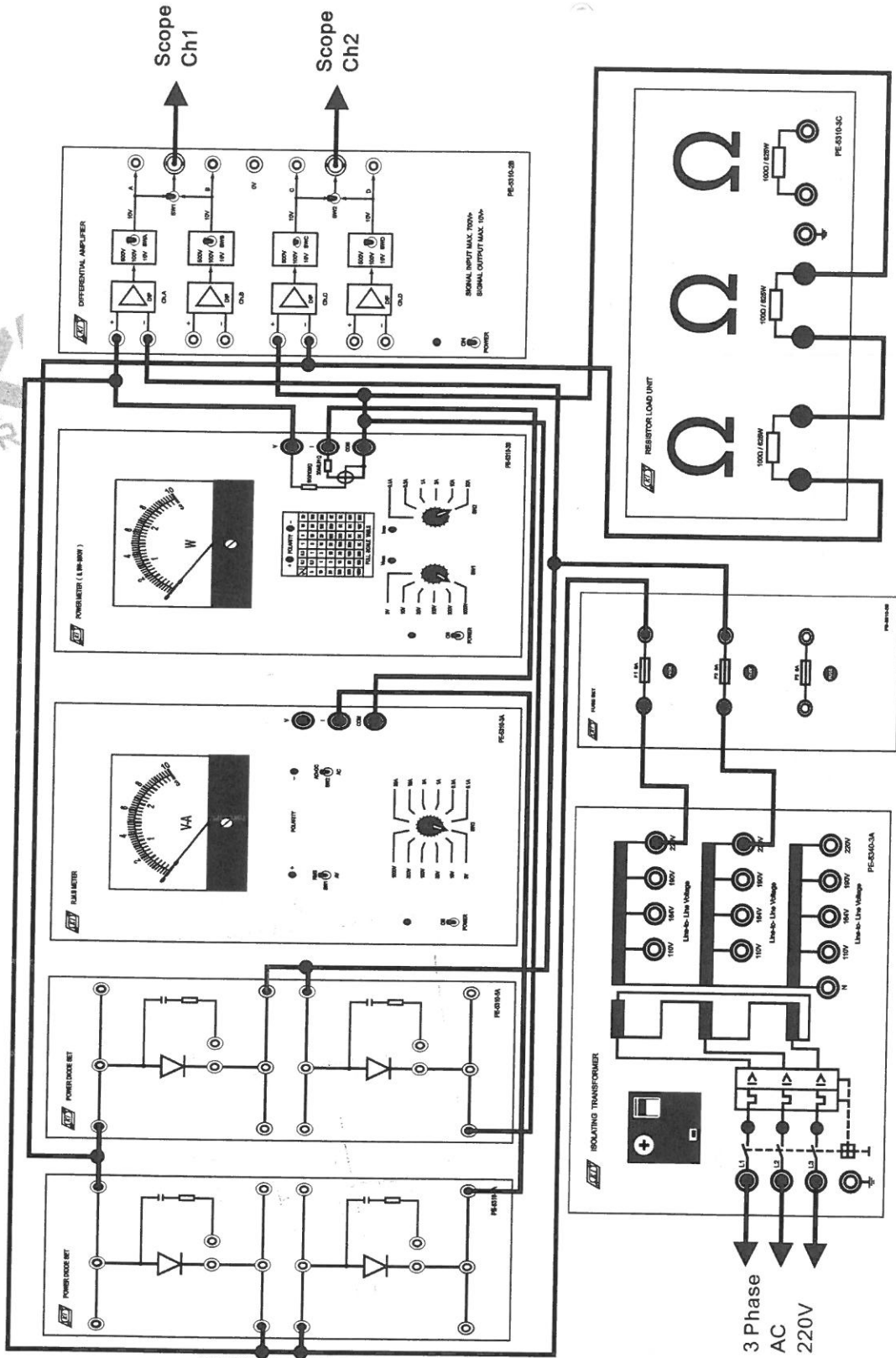
6. RMS Ölçerin AC+DC/AC (SW2) ve RMS/AV (SW1) seçici anahtarlarını sırasıyla, AC+DC ve AV konumlarına getirin. V/I Aralık (SW3) seçici anahtarını 300V kademesine ayarlayın ve ortalama çıkış gerilimini ölçün $V_{o(av)} = \underline{\hspace{2cm}}$ V. V/I Aralık (SW3) seçici anahtarını 1A kademesine ayarlayın ve ortalama çıkış akımını ölçün $I_{o(av)} = \underline{\hspace{2cm}}$ A. Ortalama çıkış gücünü hesaplayın $P_{o(av)} = V_{o(av)} \times I_{o(av)} = \underline{\hspace{2cm}}$ W.

7. 4. ve 6. adımlarda ölçülen ve hesaplanan değerleri (2-2-12) denkleminde yerine koyun ve P_d 'yi hesaplayın $P_d = P_{o(rms)} - P_{o(av)} = \underline{\hspace{2cm}}$ W. Hesaplanan P_d yük direnci R'yi kullanarak, $V_{r(rms)}$ 'i hesaplayın. $V_{r(rms)} = \sqrt{P_d \times R} = \sqrt{P_d \times 200} = \underline{\hspace{2cm}}$ W. $P_{o(rms)}$ ve $P_{o(av)}$ değerlerini (2-2-11) denkleminde yerine koyun ve verimi hesaplayın $\eta_r = \frac{P_{o(av)}}{P_{o(rms)}} = \underline{\hspace{2cm}}$ %. Hesaplanan değer %81 değerine yakın mıdır?

8. RMS Ölçerin AC+DC/AC (SW2) ve RMS/AV (SW1) seçici anahtarlarını sırasıyla, AC ve RMS konumlarına getirin. V/I Aralık (SW3) seçici anahtarını 300V kademesine ayarlayın ve etkin dalgalanma gerilimini ölçün $V_{r(rms)} = \underline{\hspace{2cm}}$ V. Ölçülen değer, 7. adımda hesaplanan değere yakın mıdır?

9. 6. ve 8. adımlarda ölçülen değerleri (2-2-13) denkleminde yerine koyarak dalgalılık katsayısını hesaplayın $\lambda = V_{r(rms)} / V_{o(av)} = \underline{\hspace{2cm}}$ %. Hesaplanan değer %48.2 değerine yakın mıdır?

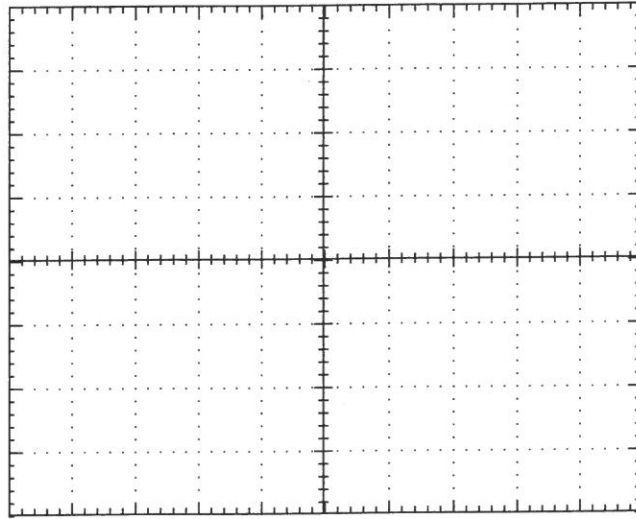
10. RMS Ölçerin bağlantılarını şekil 2-2-4'te gösterildiği gibi değiştirin. RMS Ölçeri kullanarak ortalama diyot akımını $I_{d(av)} = \underline{\hspace{2cm}}$ A (AC+DC/AC(SW2) seçici anahtarı AC+DC konumunda, RMS/AV(SW1) seçici anahtarı AV konumunda) ve etkin diyot akımını $I_{d(rms)} = \underline{\hspace{2cm}}$ A (AC+DC/AC(SW2) seçici anahtarı AC+DC konumunda, RMS/AV(SW1) seçici anahtarı RMS konumunda) ölçün. Ölçülen sonuçlar, (2-2-7) ve (2-2-8) denklemleri ile uyumlu mudur? ($I_{o(av)}$, 6. adımda ölçüldü).



Şekil 2-2-4 RMS Ölçer kullanarak tek-fazlı tam dalga doğrultucunun ileri-yön diyet akımını ölçmek için bağlantı diyagramı

11. Şekil 2-2-4'teki tek-fazlı tam dalga doğrultucunun yük devresinde, 200Ω 'luk dirence, seri olarak 200mH'lik bir endüktans bağlayın. Böylece saf direçsel yük, endüktif yüke dönüşmüş olur. Osiloskop kullanarak, doğrultucu çıkış gerilimi (CH1) ve 200mH'lik endüktans üzerindeki gerilimin (CH2) dalga şekillerini gözleyin ve bu dalga şekillerini şekil 2-2-5'te çizin (Osiloskobun VOLTS/DIV ve Fark Yükseltecinin V Aralık kademelerini not edin).

12. Osiloskop kullanarak, çıkış gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekillerini gözleyin ve bu dalga şekillerini şekil 2-2-6'ya kaydedin. (Osiloskobun VOLTS/DIV, Fark Yükseltecinin V Aralık ve Akım Transduserinin I Aralık kademelerini not edin).



CH1:

DIF AMP V Range: _____

VOLTS/DIV: _____

SEC/DIV: _____

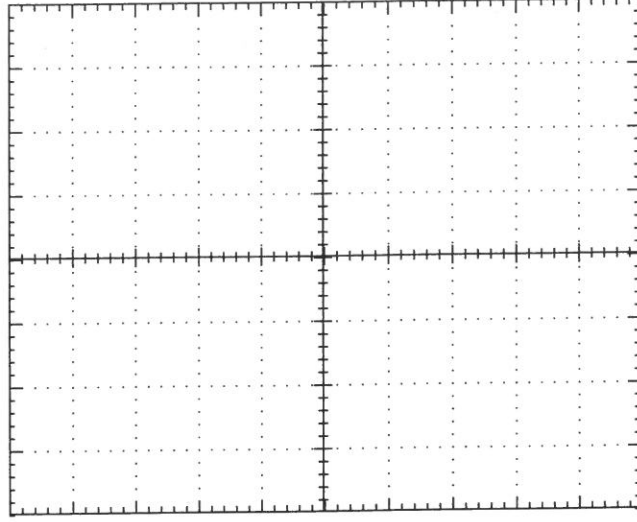
CH2:

DIF AMP V Range: _____

VOLTS/DIV: _____

SEC/DIV: _____

Şekil 2-2-5 Endüktif yüke sahip tek-fazlı tam dalga diyot doğrultucunun, ölçülen çıkış gerilimi (CH1) ve endüktans gerilimi (CH2) dalga şekilleri



CH1:

DIF AMP V Range: ____
VOLTS/DIV: ____
SEC/DIV: ____

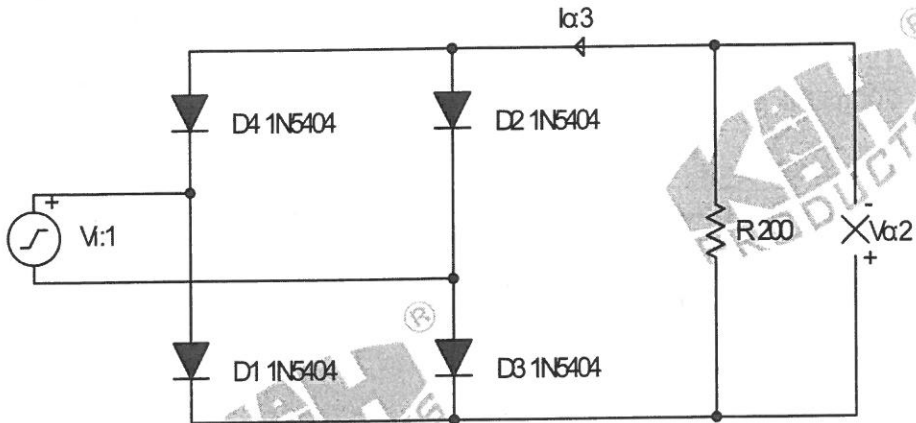
CH2:

DIF AMP V Range: ____
Current Transducer
I Range: ____
VOLTS/DIV: ____
SEC/DIV: ____

Şekil 2-2-6 Endüktif yüke sahip tek-fazlı tam dalga diyot doğrultucunun, ölçülen çıkış gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekilleri

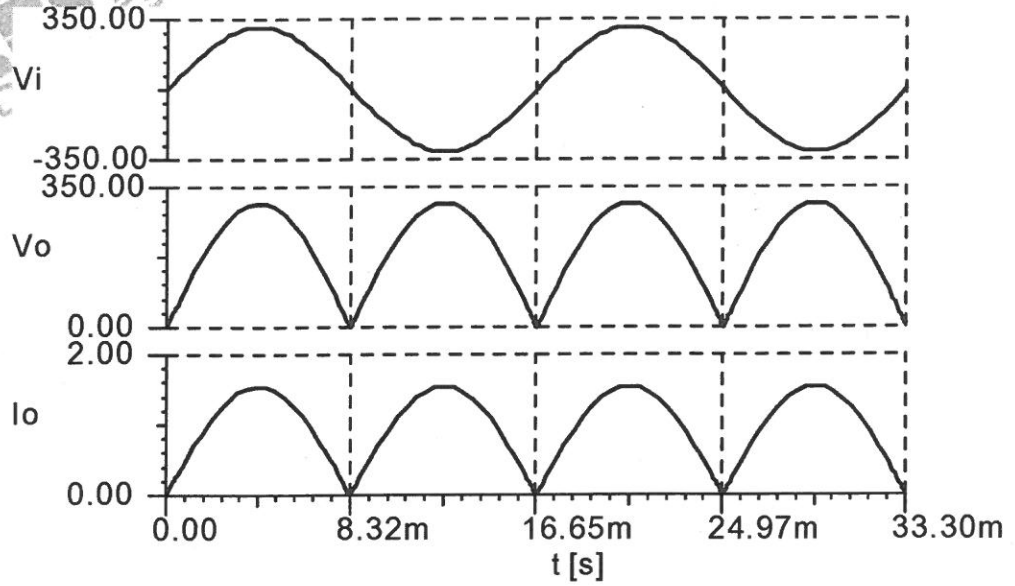
BİLGİSAYAR SİMÜLASYONU

1. TINAPro'yu çalıştırın. Schematic Editör penceresinde, şekil 2-2-7'de gösterilen devreyi oluşturun. Signal Editor diyalog penceresinde, giriş gerilim kaynağı V_i için, işaret tipi olarak sinüzoidal seçin ve Genliği (Amplitude) 311V, Frekansı(Frequency) 60 Hz olarak ayarlayın.



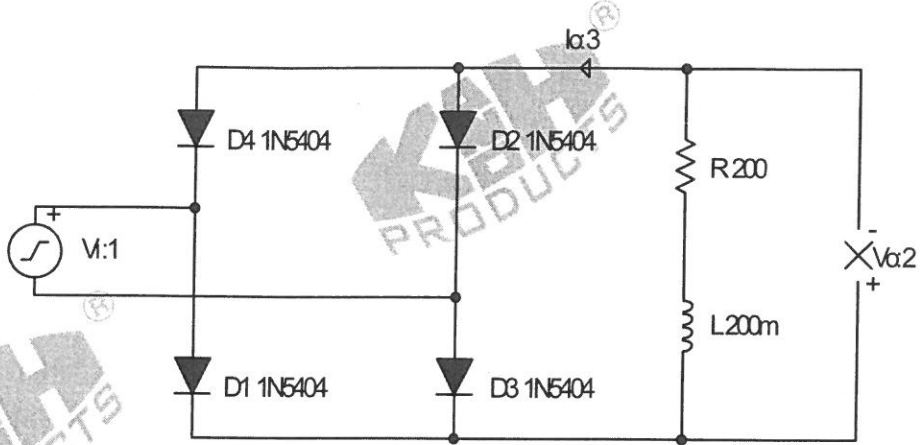
Şekil 2-2-7 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı tam dalga diyot doğrultucunun simülasyon devresi

2. Analysis menüsünden Transient komutunu çalıştırın. Transient Analysis diyalog penceresinde, Start display değerini 0ms ve End display değerini 33.3 ms (giriş işaretinin iki tam periyodunu göstermek için) olarak ayarlayın, Draw excitation kutusunu işaretleyin ve OK butonuna basın. Açılan TR sonuç penceresi şekil 2-2-8'de gösterilmiştir. TR sonucu, Şekil 2-2-3'teki ölçme sonucuyla uyumlu mudur? _____ . Çıkış akım dalga şekli I_o , çıkış gerilimi dalga şekliyle V_o aynı mıdır? _____ .



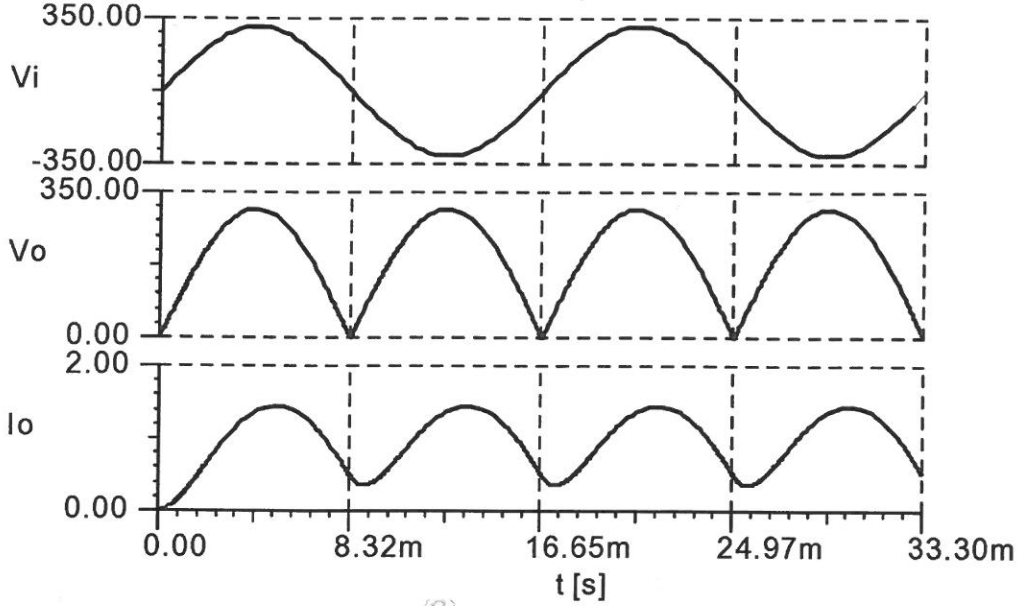
Şekil 2-2-8 Saf dirençsel yüke sahip tek-faz tam dalga doğrultucunun TR simülasyon sonucu

3. Yükle devresini, şekil 2-2-9'da gösterildiği gibi, 200Ω 'luk dirence seri olarak 200mH 'lik endüktans bağlayarak değiştirin.



Şekil 2-2-9 Endüktif yüke sahip tek-faz tam dalga diyot doğrultucunun simülasyon devresi

4.2. adımı tekrarlayın. Analysis/Transient komutunu çalıştırın ve şekil 2-2-10'da gösterilen TR sonucunu elde edin. TR sonucu, Şekil 2-2-5 ve 2-2-6'daki ölçme sonuçlarıyla uyumlu mudur? _____.



Şekil 2-2-10 Endüktif yüke sahip tek-fazlı tam dalga diyot doğrultucunun TR simülasyon sonucu

DENEY 2-3[®]

Tek-Fazlı Yarım Dalga Kontrollü Doğrultucu

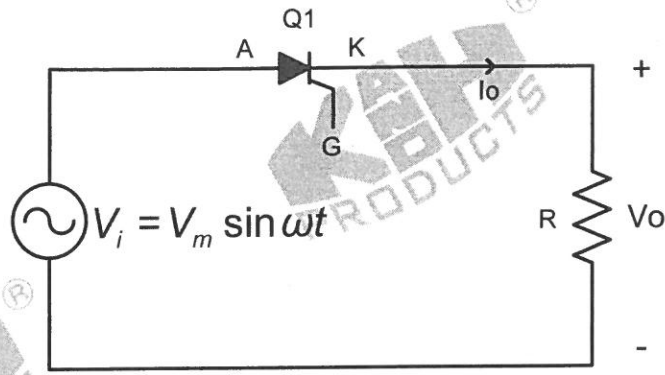
DENEYİN AMACI

1. Tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun karakteristiklerini anlamak.
2. Tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun, gerilim ve akım değerlerini ölçmek.
3. Tristör tetikleme açısının, tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun dc çıkış gerilimine etkisini incelemek.
4. Tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun karakteristiklerini doğrulamak.

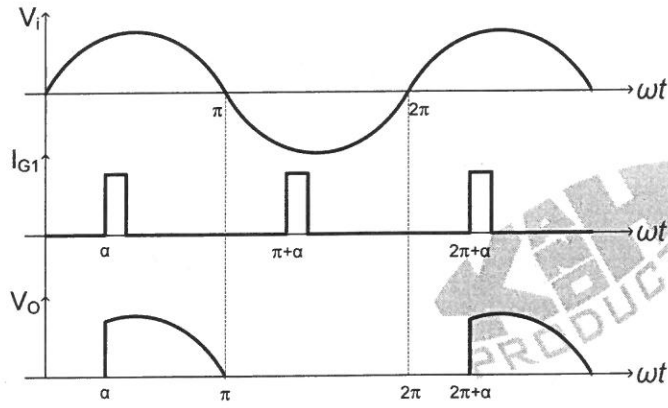
GENEL BİLGİLER

Tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucu devresini oluşturmak, tek-fazlı yarım dalga diyot doğrultucununki ile benzerdir. Dc çıkış gerilimin ortalama değerini değiştirmek için, diyot yerine tristör (SCR) kullanılmıştır. Tristörün α ateşleme açısı değiştirilerek, tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun ortalama çıkış gerilimi değiştirilmiş olur.

Şekil 2-3-1, saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun devresini ve dalga şekillerini göstermektedir. Tristör iletim koşullarına göre: (1) V_{AK} ve V_{GK} pozitif olmalıdır, (2) I_A anot akımı, tristörün I_H tutma akımından büyük olmalıdır. Bundan dolayı, V_i 'nin negatif alternansında, tristörün kapı ucuna $\omega t = \pi + \alpha$ anında tetikleme darbesi uygulansa bile, tristör OFF durumundadır. Böylece $V_o = 0V$ 'dur. Tetikleme açısı α 'nın, 0° ile 180° arasında değişmesine karşılık gelen çıkış gerilimi dalga şekli şekil 2-3-1(b)'de gösterilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 2-3-1 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun devre ve dalga şekilleri

Tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucu, giriş gerilimi V_i 'nin bir tam periyodunda yüke sadece bir çıkış darbesi sağladığı için, bu devre tek-darbe kontrollü doğrultucu olarak da adlandırılır. Bu doğrultucu basit ve ucuz olmakla birlikte, giriş akımına dc bileşen ilave edilmesi pratik açıdan uygun değildir.

Şekil 2-3-1'de gösterildiği gibi, tristör ateşleme açısı α 'nın, 0° ile 180° arasında değiştirilmesiyle dc çıkış geriliminin ortalama değeri değiştirilebilir. $\alpha=0$ iken, bu devre, yarım-dalga diyot doğrultucu ile aynı fonksiyona sahiptir ve bu durumda ortalama çıkış gerilimi V_{d0} ile ifade edilir. $\alpha \neq 0$ iken, ortalama çıkış gerilimi $V_{d\alpha}$ ile gösterilir. Örneğin, $\alpha=60^\circ$ için ortalama çıkış gerilimi V_{d60} olur.

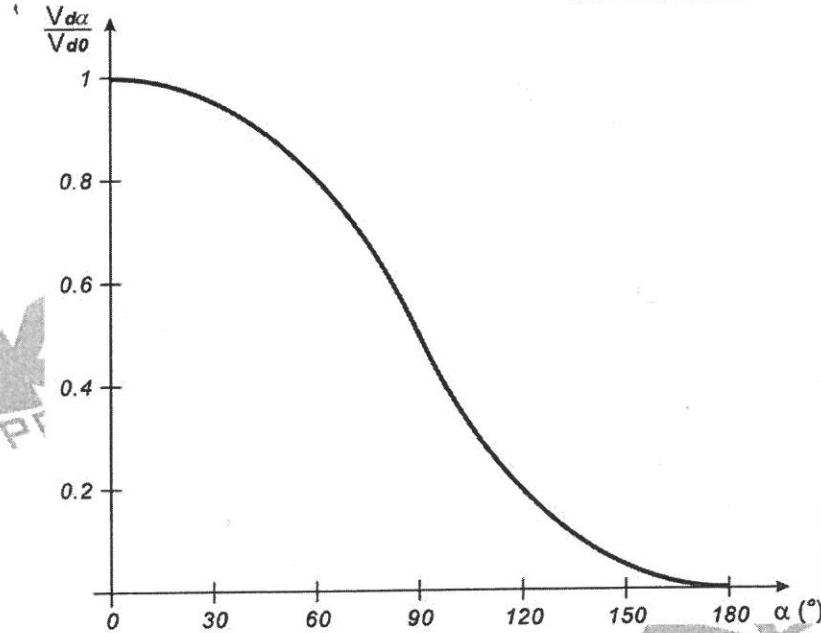
$$V_{d0} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{1}{\pi} V_m \quad (2-3-1)$$

$$V_{d\alpha} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{1}{2\pi} V_m (1 + \cos \alpha) \quad (2-3-2)$$

(2-3-1) denklemini, (2-3-2) de yerine konulursa

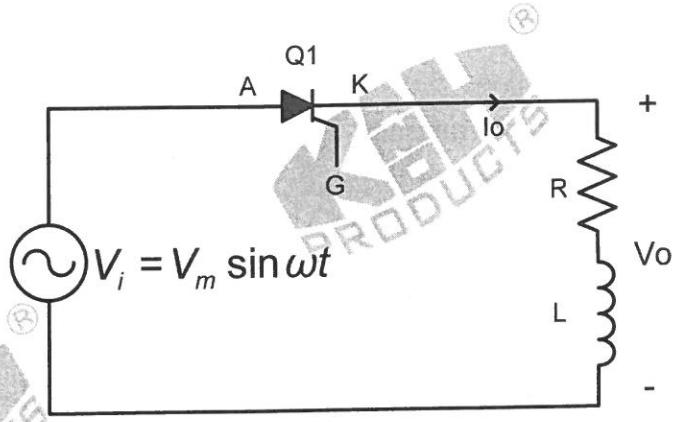
$$V_{d\alpha} = 0.225 V_{i(rms)} (1 + \cos \alpha) = \frac{V_{d0}}{2} (1 + \cos \alpha) \quad (2-3-3)$$

Burada $V_{i(rms)}$, rms giriş gerilimidir. Tetikleme açısı α 'yı, 0° 'den 180° 'e değiştirerek, ortalama çıkış gerilimi $0.45 V_{i(rms)}$ 'den 0V değerine kadar değiştirilebilir. Böylece $V_{d\alpha}$ 'nın en büyük değeri $0.45 V_{i(rms)}$ olur. Şekil 2-3-2, saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucuda, $V_{d\alpha} / V_{d0}$ 'ın, α tetikleme açısına göre değişimini göstermektedir.

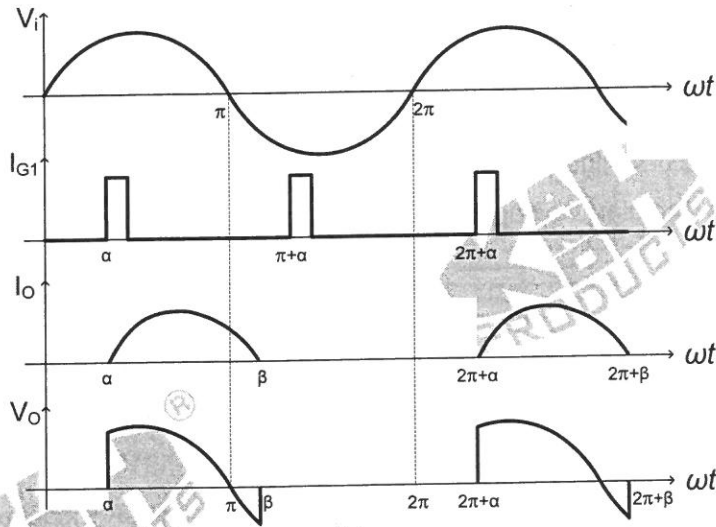


Şekil 2-3-2 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun, $V_{d\alpha} / V_{d0} - \alpha$ eğrisi

Şekil 2-3-3, RL yüke sahip tek-fazlı yarım-dalga kontrollü doğrultucunun devre ve dalga şekillerini göstermektedir. L endüktansı, akımdaki değişime karşı koyan bir enerji depolama elemanı olduğu için, akım, saf dirençsel yüke sahip doğrultucuya göre daha yavaş değişir ve $\omega t = \beta$ da sona erer. Bu doğrultucu, daha sürekli bir akım sağlar.



(a)



(b)

Şekil 2-3-3 RL yükü sahip tek-fazlı yarım-dalga kontrollü doğrultucunun devre ve dalga şekilleri

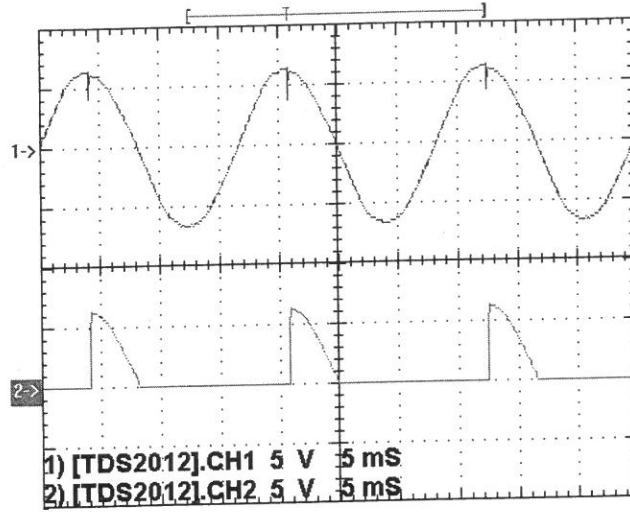
KULLANILACAK ELEMANLAR

1. PE-5340-3A İzolasyon Trafosu x1
2. PE-5310-5B Sigorta Seti x1
3. PE-5310-5C Tristör Seti x1
4. PE-5310-3A R.M.S. Ölçer x1
5. PE-5310-2B Fark Yükseltici x1
6. PE-5310-3C Dirençsel Yük Ünitesi x1
7. PE-5310-3E Endüktif Yük Ünitesi x1
8. PE-5310-2C Akım Transdüseri x1
9. PE-5310-1A DC Güç Kaynağı
10. PE-5310-2A Referans Değişken Üreteç modülü
11. PE-5310-2D 3 ϕ Faz Açısı Denetleyicisi modülü
12. Dijital Bellekli Osiloskop (DSO) x1
13. Bağlantı Kabloları ve Köprüleme klipsleri

DENEYİN YAPILIŞI

1. PE-5310-1A, PE-5310-2A, PE-5310-2D ve PE-5310-5C modüllerini Deney Düzeneklerinin üzerine koyun. PE-5310-3C ve PE-5340-3A modülleri ile osiloskobu deney masasına yerleştirin. Bağlantı kabloları ve köprüleme klipslerini (eğik çizgiler) kullanarak, şekil 2-3-4'teki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın.
2. Bu doğrultucu, tek-fazlı 220 V'luk gerilimle çalışır ve yük devresi 100 Ω 'luk bir dirençtir. Referans Değişken Üreteç modülünde, Vc Aralık seçici anahtarını 0~+10V konumuna getirin ve V kontrol düğmesini %0 pozisyonuna ayarlayın. 3 ϕ Faz Açısı Denetleyicisi modülünde, Single Pulse çıkışını seçin, Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini ayarlayarak tetikleme açısının 0°'den 180°'e değişebilmesi için $\alpha_{min}=0^\circ$ ve $\alpha_{max}=180^\circ$ yapın.

3. Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini, tetikleme açısını $\alpha=90^\circ$ yapmak için ayarlayın (3 ϕ Faz Açısı Denetleyicisi'nin 7-segment displayinden okunabilir). Fark Yükseltecinde Ch.A ve Ch.C için V Aralık seçici anahtarlarını 500 V konumuna getirin. Osiloskobu kullanarak, tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekillerini, şekil 2-3-5'te gösterildiği gibi, gözleyin. Farklı tetikleme açıları için, yük gerilimi dalga şeklindeki değişimleri gözlemleyin.



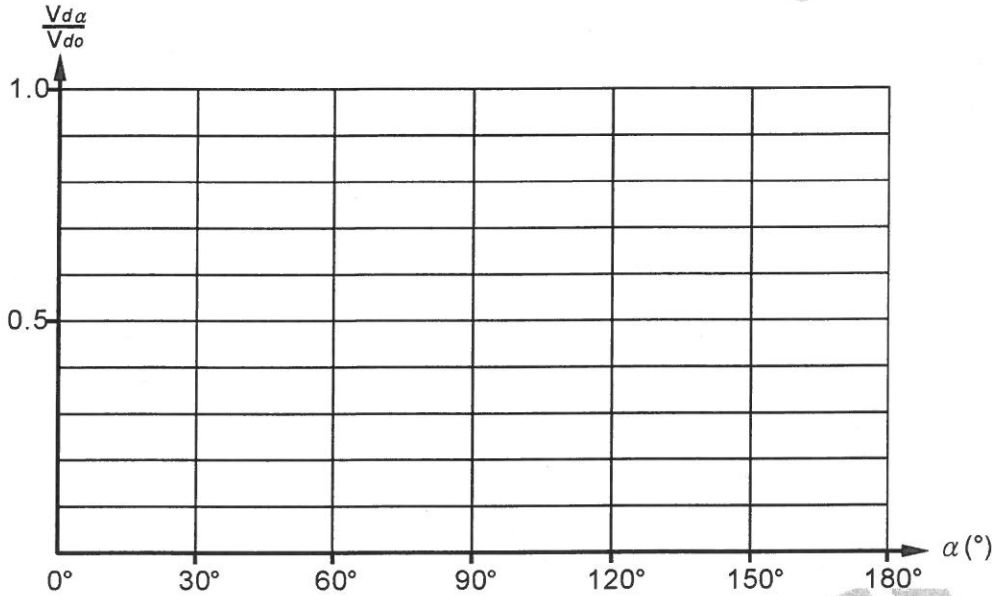
Şekil 2-3-5 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun, ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekilleri

4. RMS Ölçerin AC+DC/AC(SW2) ve RMS/AV(SW1) seçici anahtarlarını sırasıyla, AC+DC ve AV konumlarına getirin. Tetikleme açısını, $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ$ ve 180° yaparak ortalama çıkış gerilimi V_{da} 'yı ölçün ve sonuçları Tablo 2-3-1'e kaydedin. V/I Aralık (SW3) seçici anahtarını, ortalama çıkış gerilimi değişimlerini hassas olarak okuyabilmek için uygun konuma ayarlayın.

Tablo 2-3-1 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun, ölçülen $V_{d\alpha}$ değerleri

$\alpha[^\circ]$	0	30	60	90	120	150	180
$V_{d\alpha}$							
$\frac{V_{d\alpha}}{V_{d0}}$	1						0

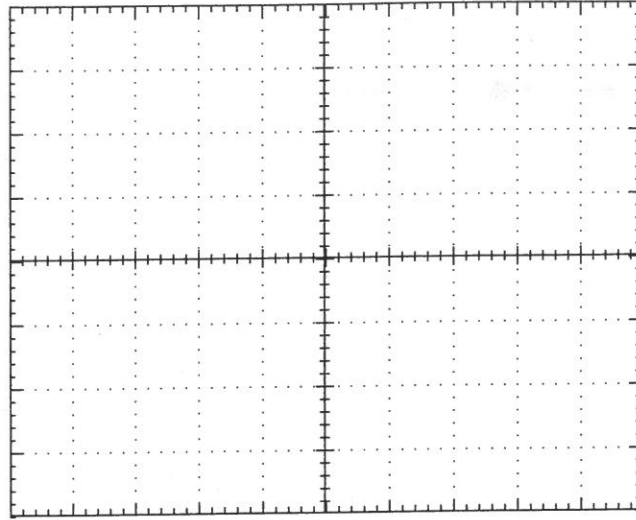
5. Tablo 2-3-1'de kaydedilen $V_{d\alpha}$ değerlerini kullanarak, $V_{d\alpha} / V_{d0}$ oranını hesaplayın. $V_{d\alpha} / V_{d0}$ 'nın α 'ya göre değişimini şekil 2-3-6 ya çizin. Bu eğri, şekil 2-3-2'deki eğri ile benzer midir? _____



Şekil 2-3-6 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun, $V_{d\alpha} / V_{d0} - \alpha$ eğrisi

6. Şekil 2-3-'teki yük devresinde, 100Ω 'luk dirence, seri olarak 200mH 'lik bir endüktans bağlayın. Böylece saf dirençsel yük, endüktif yüke dönüşmüş olur. Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini, tetikleme açısını $\alpha=90^\circ$ yapmak için ayarlayın. Osiloskop kullanarak, doğrultucu giriş gerilimi (CH1) ve 200mH 'lik yük gerilimi (CH2) dalga şekillerini gözleyin ve bu dalga şekillerini şekil 2-3-7'ye kaydedin.

KAH
PROD



CH1:

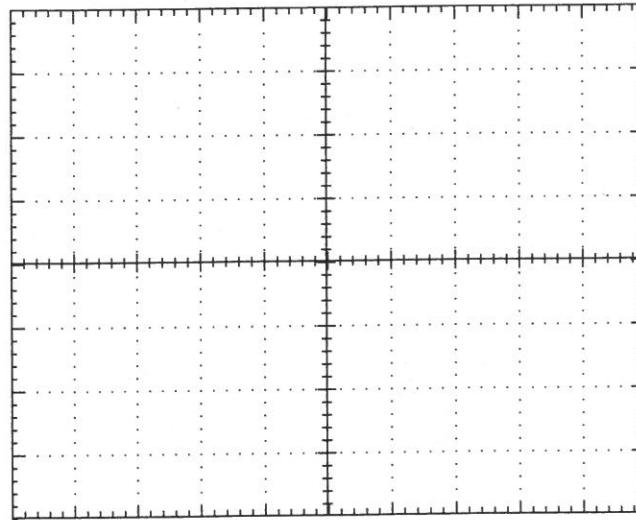
DIF AMP V Range: ____
VOLTS/DIV: ____
SEC/DIV: ____

CH2:

DIF AMP V Range: ____
VOLTS/DIV: ____
SEC/DIV: ____

Şekil 2-3-7 Endüktif yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun, ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekilleri

7. Tetikleme açısı ayarını 6. adımdaki gibi bırakın. Osiloskop kullanarak, doğrultucunun giriş gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekillerini gözleyin ve bu dalga şekillerini şekil 2-3-8'e kaydedin.



CH1:

DIF AMP V Range: ____
VOLTS/DIV: ____
SEC/DIV: ____

CH2:

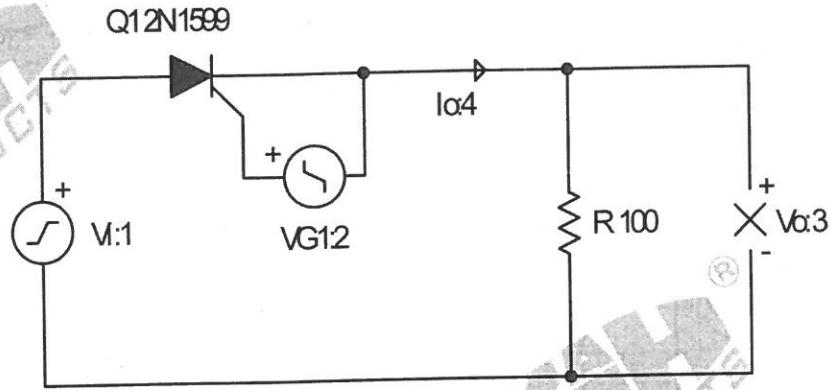
DIF AMP V Range: ____
Current Transducer
I Range: ____
VOLTS/DIV: ____
SEC/DIV: ____

Şekil 2-3-8 Endüktif yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun, ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekilleri

8. Şekil 2-1-7'de gösterilen bağlantı diyagramı yardımıyla, yük akım dalga şeklini ölçmek için Akım Transduserini kullanın.

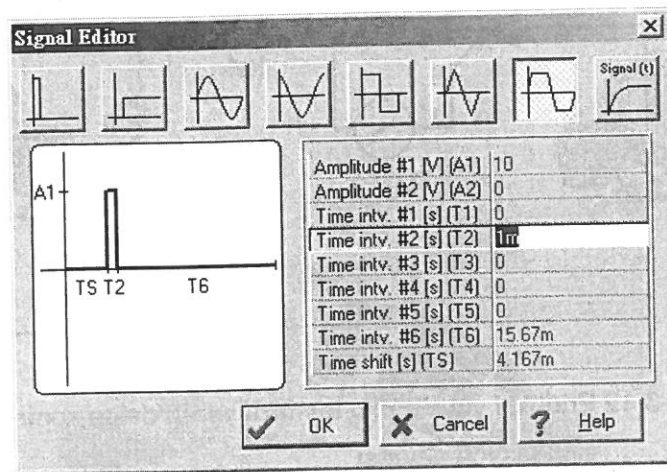
BİLGİSAYAR SİMÜLASYONU

1. TINAPro'yu çalıştırın. Schematic Editör penceresinde, şekil 2-3-9'da gösterilen devreyi oluşturun. V_i için, işaret tipi olarak sinüzoidal seçin ve Genliği (Amplitude) 311V, Frekansı (Frequency) 60 Hz olarak ayarlayın.



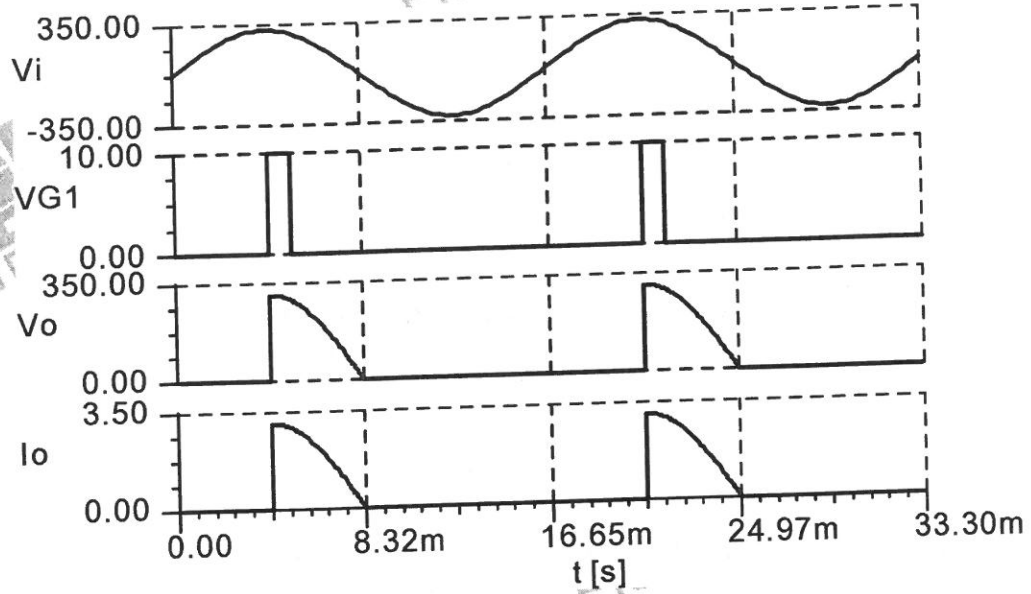
Şekil 2-3-9 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun simülasyon devresi

2. Signal Editor diyalog penceresinde, şekil 2-3-10'da gösterilen V_{G1} tetikleme darbesini üretin. General wave seçin ve SCR'nin tetikleme darbesini oluşturun. Genliği (Amplitude) 10V'a ($A1=10V$, $A2=0V$), Genişliği (Width) 1ms'ye ($T2=1ms$), Periyodu 16.67 ms'ye ($T2=1msn$, $T6=15.67ms$) ve tetikleme açısını 90° 'ye ($TS=16.67ms \times 90 / 360=4.167ms$) ayarlayın, OK butonuna basın.



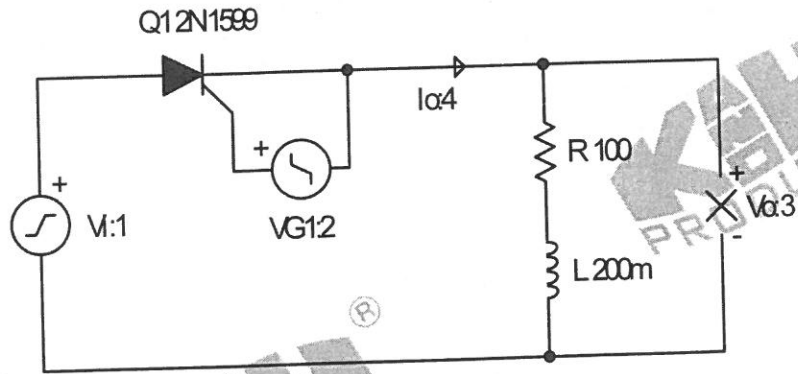
Şekil 2-3-10 SCR tetikleme darbesi üretimi

3. *Analysis/Transient* komutunu çalıştırın. Transient Analysis diyalog penceresinde, Start display değerini 33.3 ms olarak ayarlayın, Draw excitation kutusunu işaretleyin ve OK butonuna basın. TR sonucu şekil 2-3-11'de gösterilmiştir. TR sonucu, Şekil 2-3-5'teki ölçme sonucuyla uyumlu mudur? _____.



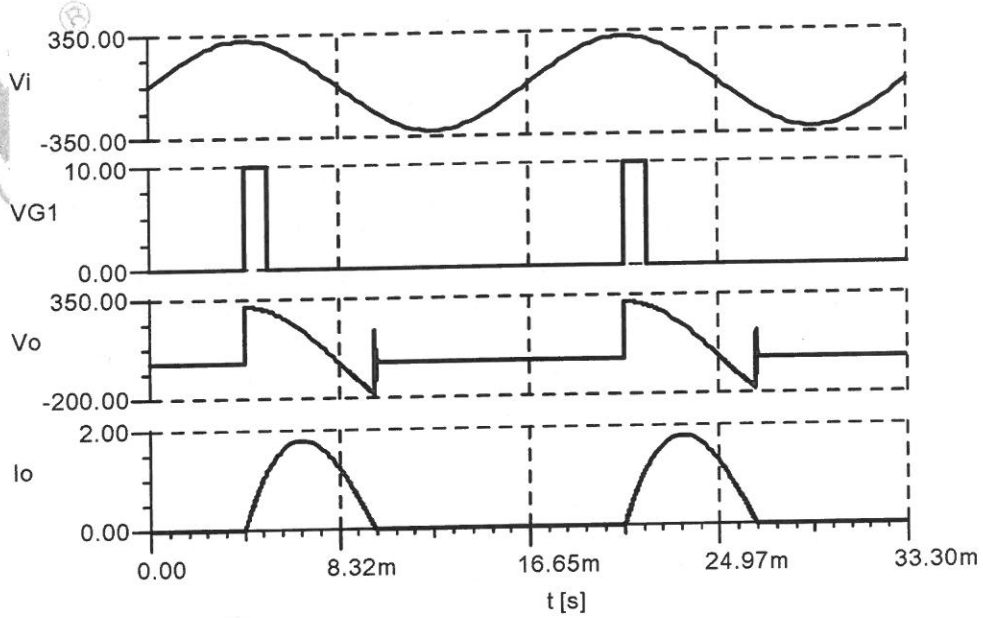
Şekil 2-3-11 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun TR simülasyon sonucu

4. Yüç devresini, şekil 2-3-12'de gösterildiği gibi, 100 Ω 'luk dirence seri olarak 200mH'lik endüktans bağlayarak değiştirin.



Şekil 2-3-12 Endüktif yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun simülasyon devresi

5. 3. adımı tekrarlayın. Analysis/Transient komutunu çalıştırın ve şekil 2-3-13'te gösterilen TR sonucunu elde edin. TR sonucu, Şekil 2-3-7 ve 2-3-8'deki ölçme sonuçlarıyla uyumlu mudur? _____. TR sonuç penceresinde, a ve b imleçlerini kullanarak, sönüm açısını $\beta =$ _____° ve iletim açısını $\theta =$ _____° ($\theta = \beta - \alpha$) ölçün.



Şekil 2-3-13 Endüktif yüke sahip tek-fazlı yarım dalga kontrollü doğrultucunun TR simülasyon sonucu

6. Farklı SCR tetikleme açıları (30° , 60° , 120°) ve RL yük devreleri (100Ω -50mH, 200Ω -50mH, 200Ω -200mH) ile ortaya çıkan sonuçları inceleyin.

DENEY 2-4[®]

Tek-Fazlı Tam Dalga Kontrollü Doğrultucu

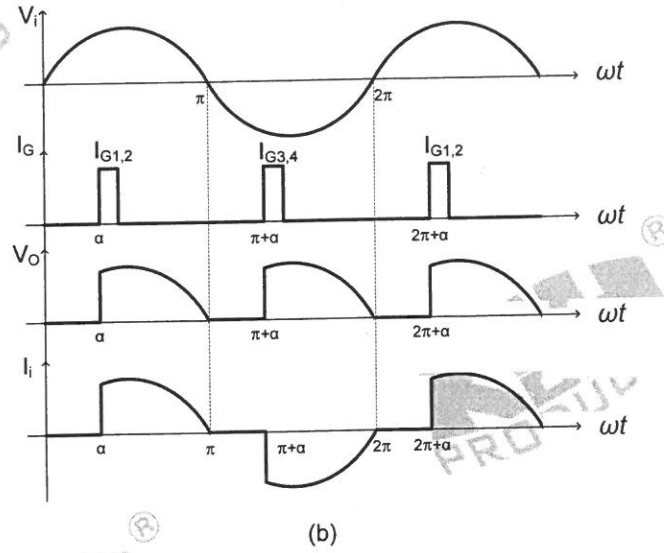
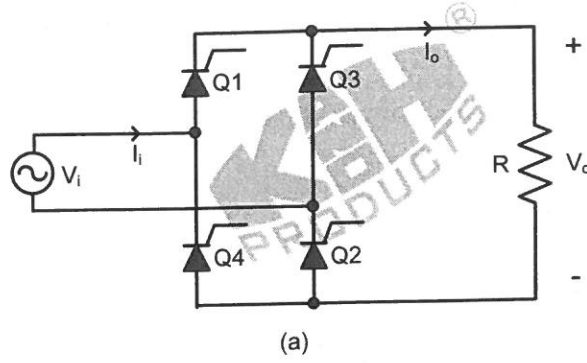
DENEYİN AMACI

1. Tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun karakteristiklerini anlamak.
2. Tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun, gerilim ve akım değerlerini ölçmek.
3. Tristör ateşleme açısının, tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun çıkış gerilimine etkisini incelemek.
4. Tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun karakteristiklerini doğrulamak.

GENEL BİLGİLER

Tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucu devresini oluşturmak, tek-fazlı tam dalga diyot doğrultucununki ile benzerdir. Çıkış gerilimin ortalama değerini kontrol edebilmek için, diyot yerine tristör (SCR) kullanılmıştır. Tristörün α ateşleme açısı değiştirilerek, tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun ortalama çıkış gerilimi değiştirilebilir.

Şekil 2-4-1, saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun devresini ve dalga şekillerini göstermektedir. V_i 'nin pozitif alternansında, $\omega t = \alpha$ 'da, Q1 ve Q2 tetiklenerek iletme geçer ve V_i , $\alpha \leq \omega t \leq \pi$ aralığında Q1 ve Q2 üzerinden yüke bağlanır. V_i 'nin negatif alternansında, $\omega t = \pi + \alpha$ 'da, Q3 ve Q4 tetiklenerek iletme geçer ve V_i , $\pi + \alpha \leq \omega t \leq 2\pi$ aralığında Q3 ve Q4 üzerinden yüke bağlanır. Tetikleme açısı α 'nın, 0° ile 180° arasında değişmesine karşılık gelen çıkış gerilimi dalga şekli şekil 2-4-1(b)'de gösterilmiştir. Çıkış akımı I_o ve çıkış gerilimi V_o aynı dalga şekline sahiptir, fakat genlikleri farklıdır. Q3 ve Q4'ün tetikleme sinyallerinin, Q1 ve Q2'nin kapı sinyallerine göre 180° geri fazda olduğuna dikkat edilmelidir. Q1 ve Q2'nin (Q3 ve Q4) tetikleme sinyalleri elektriksel olarak birbirinden yalıtılmalıdır, aksi takdirde kısa devre oluşacaktır.



Şekil 2-4-1 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun devre ve dalga şekilleri

Tek-fazlı tam-dalga kontrollü doğrultucu, giriş gerilimi V_i 'nin bir tam periyodunda yüke iki çıkış darbesi sağladığı için, bu devre iki-darbeli kontrollü doğrultucu olarak da adlandırılır. Bu doğrultucu, giriş akımı dc bileşen içeren yarım dalga kontrollü doğrultucunun bu dezavantajını ortadan kaldırır. Şekil 2-4-1(b)'de görüldüğü gibi, giriş akımı I_i , simetrik dalga şekline sahiptir ve dc bileşen içermez.

Şekil 2-4-1(b)'de gösterildiği gibi, tristör ateşleme açısı α 'nın, 0° ile 180° arasında değiştirilmesiyle çıkış geriliminin ortalama değeri değiştirilebilir. $\alpha=0$ iken, bu devre, tam dalga diyot doğrultucu ile aynı fonksiyona sahiptir ve bu durumda ortalama çıkış gerilimi V_{d0} ile ifade edilir. $\alpha \neq 0$ iken, ortalama çıkış gerilimi $V_{d\alpha}$ ile gösterilir. Örneğin, $\alpha=90^\circ$ için ortalama çıkış gerilimi V_{d90} olur.

$$V_{d0} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2}{\pi} V_m \quad (2-4-1)$$

$$V_{d\alpha} = \frac{1}{2} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{1}{\pi} V_m (1 + \cos \alpha) \quad (2-4-2)$$

(2-4-1) denklemi, (2-4-2) de yerine konulursa

$$V_{d\alpha} = 0.45 V_{i(rms)} (1 + \cos \alpha) = \frac{V_{d0}}{2} (1 + \cos \alpha) \quad (2-4-3)$$

Burada $V_{i(rms)}$, rms giriş gerilimidir. Tetikleme açısı α 'yı, 0° 'den 180° 'e değiştirerek, ortalama çıkış gerilimi $0.9 V_{i(rms)}$ 'den 0 V değerine kadar değiştirilebilir. Böylece $V_{d\alpha}$ 'nın en büyük değeri $0.9 V_{i(rms)}$ olur.

Şekil 2-4-2, RL yüke sahip tek-faz tam dalga kontrollü doğrultucunun devre ve dalga şekillerini göstermektedir. V_i 'nin pozitif alternansında, $\omega t = \alpha$ 'da, Q1 ve Q2 tetiklenerek iletme geçer ve V_i , $\alpha \leq \omega t \leq \pi$ aralığında Q1 ve Q2 üzerinden yüke bağlanır. Bu sırada L endüktansı, manyetik alan formunda enerji depolar. V_i 'nin negatif alternansında, $\pi \leq \omega t \leq \pi + \alpha$ aralığında, Q1 ve Q2 iletmeye devam eder ve bu aralıkta L endüktansı depoladığı enerjiyi boşaltır. $\omega t = \pi + \alpha$ anında, Q1 ve Q2 kapalı, Q3 ve Q4 açık durumda olur.

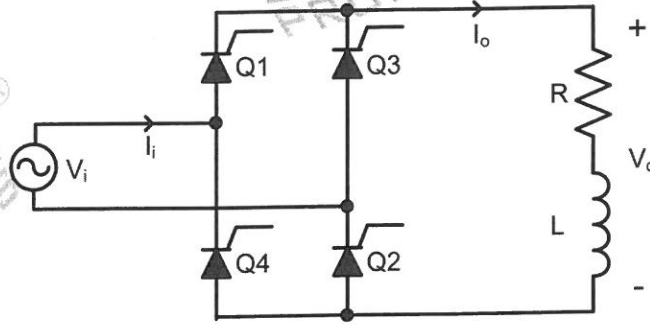
Şekil 2-4-2(b)'den, tetikleme açısı α değiştirilerek tek-faz tam dalga kontrollü doğrultucunun ortalama çıkış gerilimi pozitif yada negatif yapılabilir. Saf endüktif yük durumunda, yük akımı sürekli olarak değiştirilebilir ve çıkış gerilimi şu şekilde ifade edilebilir.

$$V_{d\alpha} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2}{\pi} V_m \cos \alpha \quad (2-4-4)$$

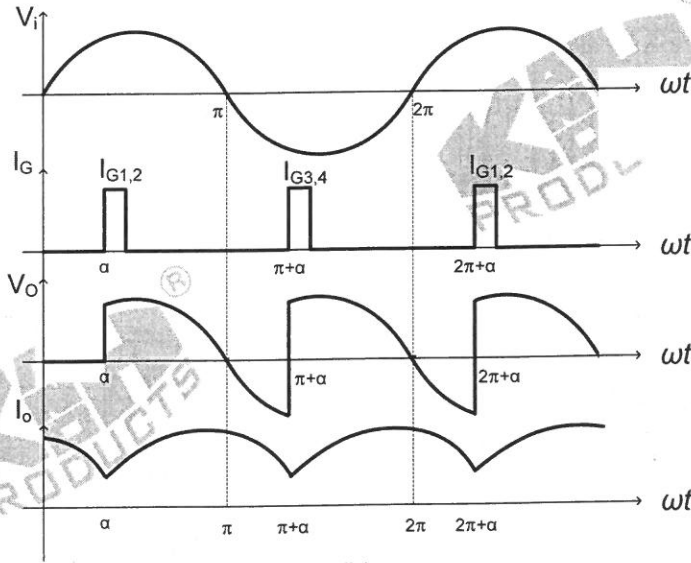
(2-4-1) denklemi, (2-4-4) de yerine konulursa

$$V_{d\alpha} = 0.9 V_{i(rms)} \cos \alpha = V_{d0} \cos \alpha \quad (2-4-5)$$

Tetikleme açısı α 'nın, 0° 'den 180° 'e değiştirilmesiyle, ortalama çıkış gerilimi V_{da} , $-0.9V_{i(rms)}$ 'den $0.9V_{i(rms)}$ değerine kadar değiştirilebilir ve en büyük V_{da} değeri $0.9V_{i(rms)}$ olur.



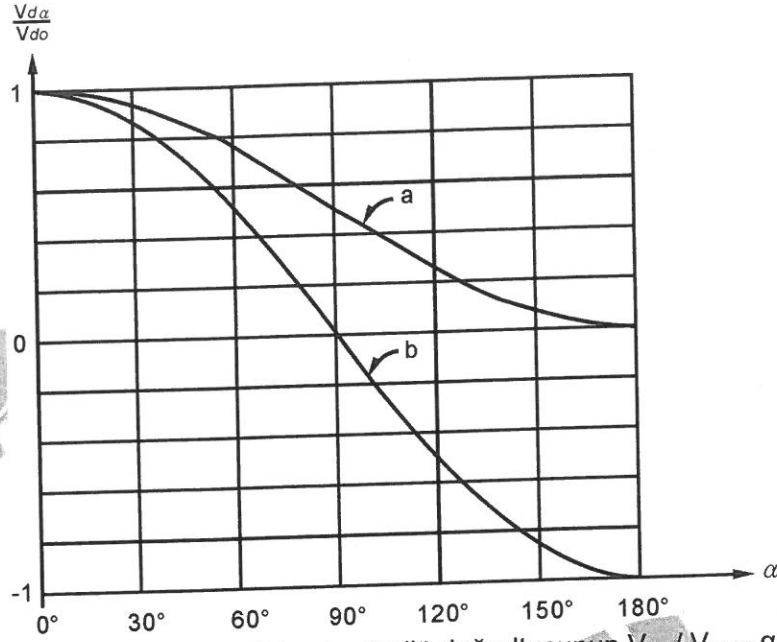
(a)



(b)

Şekil 2-4-2 RL yükü sahip tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun devre ve dalga şekilleri

(2-4-3) ve (2-4-5) denklemlerine göre, tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucuda, V_{da} / V_{d0} 'ın, α tetikleme açısına göre değişimi Şekil 2-4-3'te gösterilmiştir. a eğrisi, saf dirençsel yükü sahip doğrultucunun karakteristik eğrisini, b eğrisi ise saf endüktif yükü sahip doğrultucunun karakteristik eğrisini göstermektedir. Endüktif yükü sahip doğrultucunun karakteristik eğrisi, a ve b eğrileri arasında yer almalıdır.



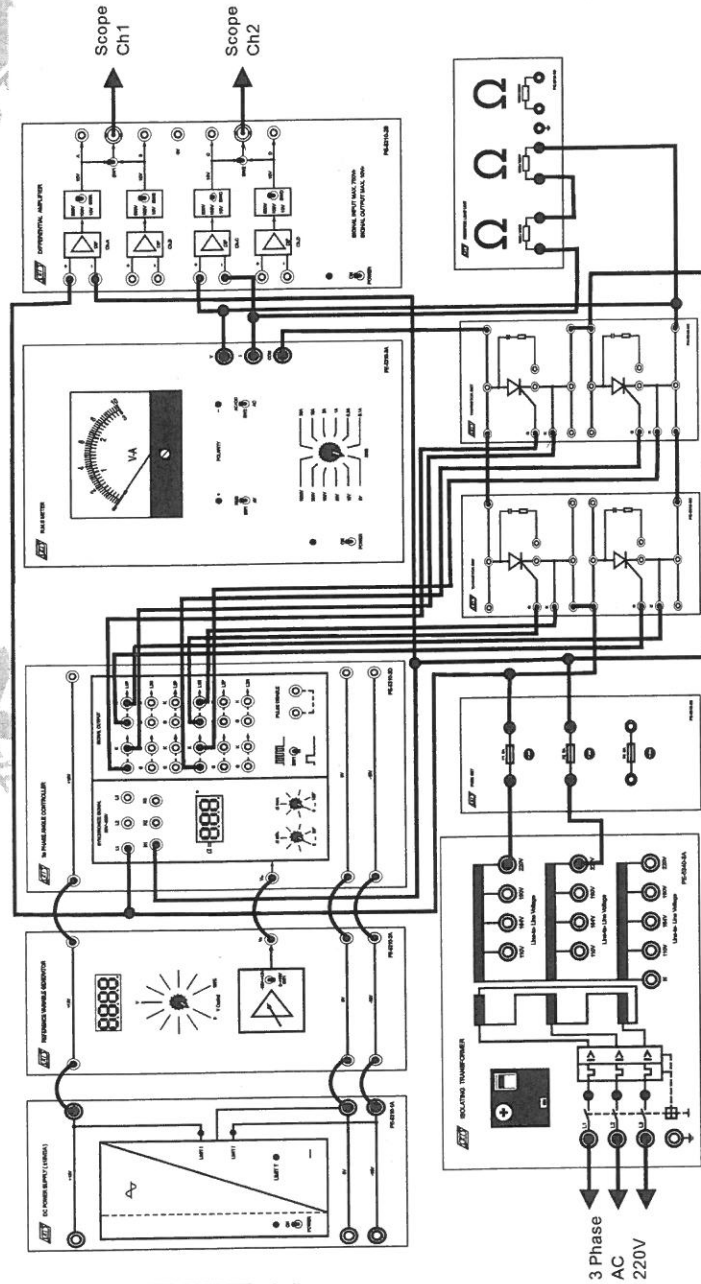
Şekil 2-4-3 Tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun $V_{da} / V_{do} - \alpha$ eğrisi

KULLANILACAK ELEMANLAR

1. PE-5340-3A İzolasyon Trafosu x1 ✓
2. PE-5310-5B Sigorta Seti x1 ✓
3. PE-5310-5C Tristör Seti x2 ✓
4. PE-5310-3A R.M.S. Ölçer x1
5. PE-5310-2B Fark Yükseltici x1 ✓
6. PE-5310-3C Dirençsel Yük Ünitesi x1 ✓
7. PE-5310-3E Endüktif Yük Ünitesi x1
8. PE-5310-2C Akım Transdüseri x1 ✓
9. PE-5310-1A DC Güç Kaynağı ✓
10. PE-5310-2A Referans Değişken Üreteç modülü ✓
11. PE-5310-2D 3φ Faz Açısı Denetleyicisi modülü ✓
12. Dijital Bellekli Osiloskop (DSO) x1
13. Bağlantı Kabloları ve Köprüleme klipsleri

DENEYİN YAPILIŞI

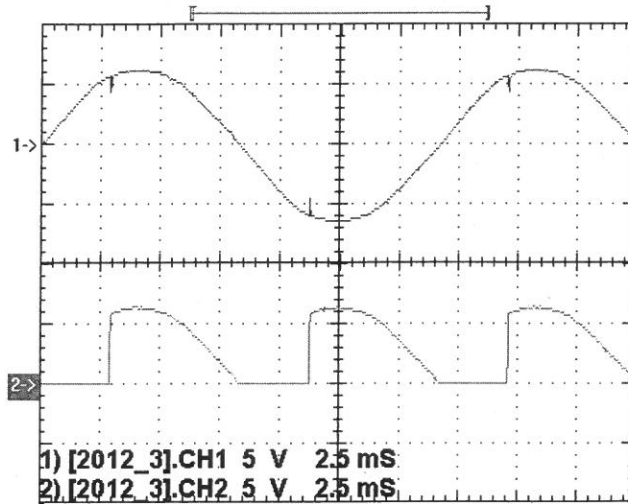
1. PE-5310-1A, PE-5310-2A, PE-5310-2D ve PE-5310-5C modüllerini Deney Düzeneğinin üzerine koyun. PE-5310-3C ve PE-5340-3A modülleri ile osiloskobu deney masasına yerleştirin. Bağlantı kabloları ve köprüleme klipslerini kullanarak (eğik çizgiler), şekil 2-4-4'teki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın.



Şekil 2-4-4 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun bağlantı diyagramı

2. Bu doğrultucu, tek-faz 220 V'luk gerilimle çalışır ve yük devresi 200Ω 'luk bir dirençtir. Referans Değişken Üreteç modülünde, Vc Aralık seçici anahtarını 0~+10V konumuna getirin ve V kontrol düğmesini %0 konumuna ayarlayın. 3 ϕ Faz Aç Denetleyicisi modülünde, Single Pulse çıkışını seçin, Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini ayarlayarak tetikleme açısının 0° 'den 180° 'e değişebilmesi için $\alpha_{min}=0^\circ$ ve $\alpha_{max}=180^\circ$ yapın.

3. Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini, 3 ϕ Faz Aç Denetleyicisi'nin 7-segment displayinden tetikleme açısı $\alpha=60^\circ$ okunacak şekilde ayarlayın. Fark Yükseltisinde Ch.A ve Ch.C için V Aralık seçici anahtarlarını 500 V konumuna getirin. Osiloskobu kullanarak, tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekillerini, şekil 2-4-5'te gösterildiği gibi, gözleyin. Farklı tetikleme açıları için, yük gerilimi dalga şeklindeki değişimleri gözlemleyin. Tristörün iletim açısı $\theta=\beta-\alpha=120^\circ$ midir? _____. Farklı tetikleme açıları için, yük gerilimi dalga şeklindeki değişimleri gözleyin.

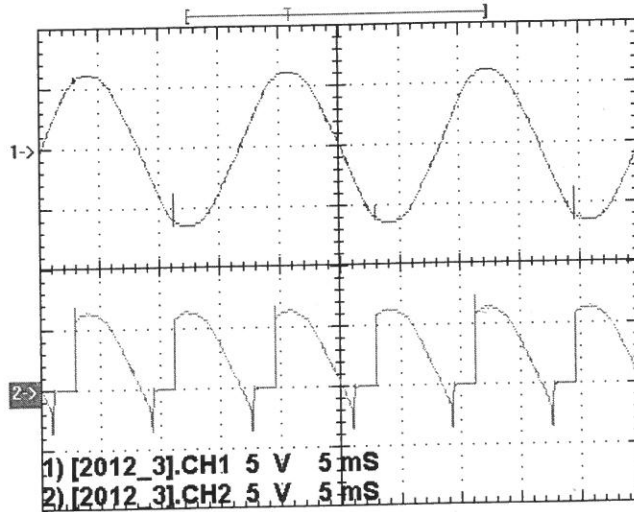


Şekil 2-4-5 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun, ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekilleri

4. RMS. Ölçerin AC+DC/AC(SW2) ve RMS/AV(SW1) seçici anahtarlarını sırasıyla, AC+DC ve AV konumlarına getirin. $\alpha=0^\circ$ ve 60° için, ortalama çıkış gerilimi V_{da} 'yı ölçün ve kaydedin. Daha sonra, V_{d60}/V_{d0} oranını hesaplayın ve (2-4-3) denklemini doğrulayın.

- (1) RMS. Ölçer kullanarak, $V_{d0} = \underline{\hspace{2cm}}$ V ve $V_{d60} = \underline{\hspace{2cm}}$ V değerlerini ölçün.
- (2) $V_{d60}/V_{d0} = \underline{\hspace{2cm}}$ oranını hesaplayın.
- (3) (2-4-3) denklemini kullanarak, $V_{d60} = V_{d0}(1 + \cos 60^\circ)/2 = \underline{\hspace{2cm}}$ V değerini hesaplayın. Bu değer, ölçülen değere yakın mıdır? $\underline{\hspace{2cm}}$

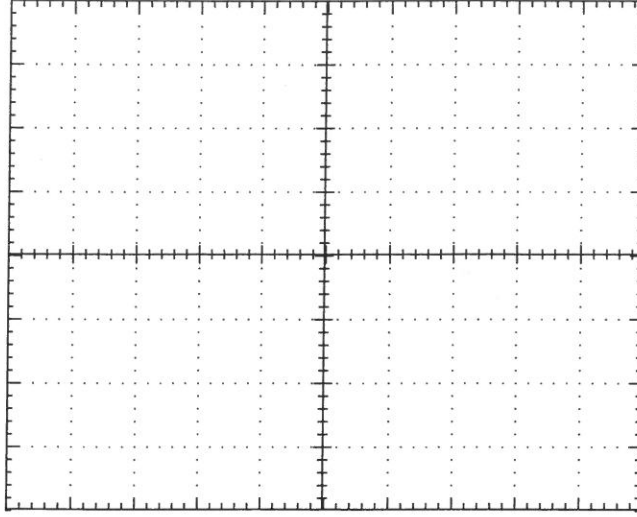
5. Yük devresinde, 200Ω 'luk dirence, seri olarak 200mH 'lik bir endüktans bağlayın. Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini, tetikleme açısını $\alpha = 60^\circ$ yapmak için ayarlayın. Osiloskop kullanarak, doğrultucu giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekillerini, şekil 2-4-6'da gösterildiği gibi gözleyin. Tristör iletim açısını hesaplayın $\theta = \underline{\hspace{2cm}}$ °. İletim açısı, 3. adımdaki saf dirençsel yük durumuna göre daha büyük müdür? $\underline{\hspace{2cm}}$. Bu durumu açıklayın. Farklı tetikleme açıları ve R,L değerleri için yük gerilimi dalga şeklindeki değişimleri gözleyin.



Şekil 2-4-6 Endüktif yüke sahip tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun, ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekilleri

6. Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini, tetikleme açısını $\alpha = 60^\circ$ yapmak için ayarlayın. Osiloskop kullanarak, doğrultucunun giriş gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekillerini gözleyin ve bu dalga şekillerini şekil 2-4-7'ye kaydedin.

KAH
PROD



CH1:

DIF AMP V Range: _____

VOLTS/DIV: _____

SEC/DIV: _____

CH2:

DIF AMP V Range: _____

Current Transducer

I Range: _____

VOLTS/DIV: _____

SEC/DIV: _____

Şekil 2-4-7 Endüktif yüke sahip tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun,
ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekilleri

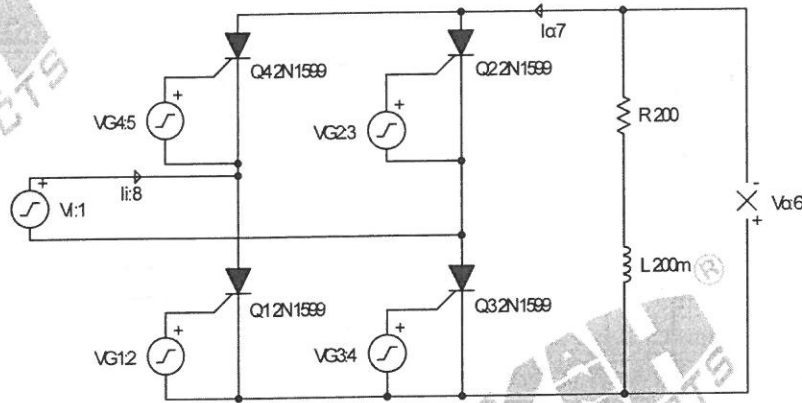
7. Şekil 2-1-7'de gösterilen bağlantı diyagramı yardımıyla, doğrultucunun yük akımı dalga şeklini ölçmek için Akım Transduserini kullanın. Farklı tetikleme açıları ve R,L değerleri için yük akımı dalga şeklindeki değişimleri gözleyin.
8. Yukarıdaki sonuçlara göre, daha sürekli yada daha küçük dalgalanmaya sahip yük akımı elde etmek için, R direnci _____ (azaltılmalıdır/arttırılmalıdır) ve L endüktansı _____ (azaltılmalıdır/arttırılmalıdır).

KAH
PRODUCTS

KAH
PRODUCTS

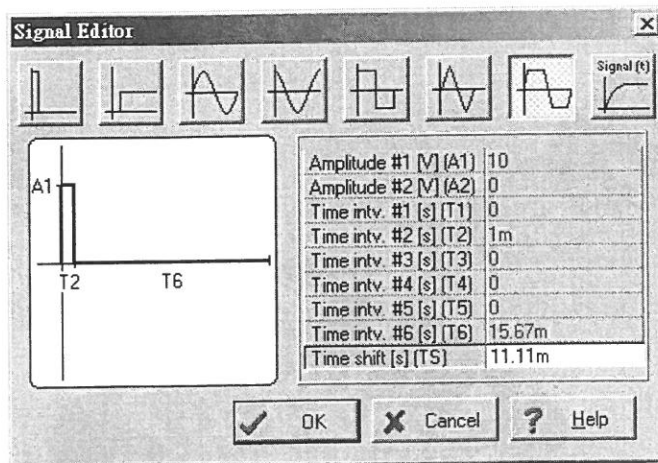
BİLGİSAYAR SİMÜLASYONU

1. TINAPro'yu çalıştırın. Schematic Editör penceresinde, şekil 2-4-8'de gösterilen devreyi oluşturun. Signal Editor diyalog penceresinde V_i için, işaret tipi olarak sinüzoidal seçin ve Genliği (Amplitude) 311V, Frekansı (Frequency) 60 Hz olarak ayarlayın.



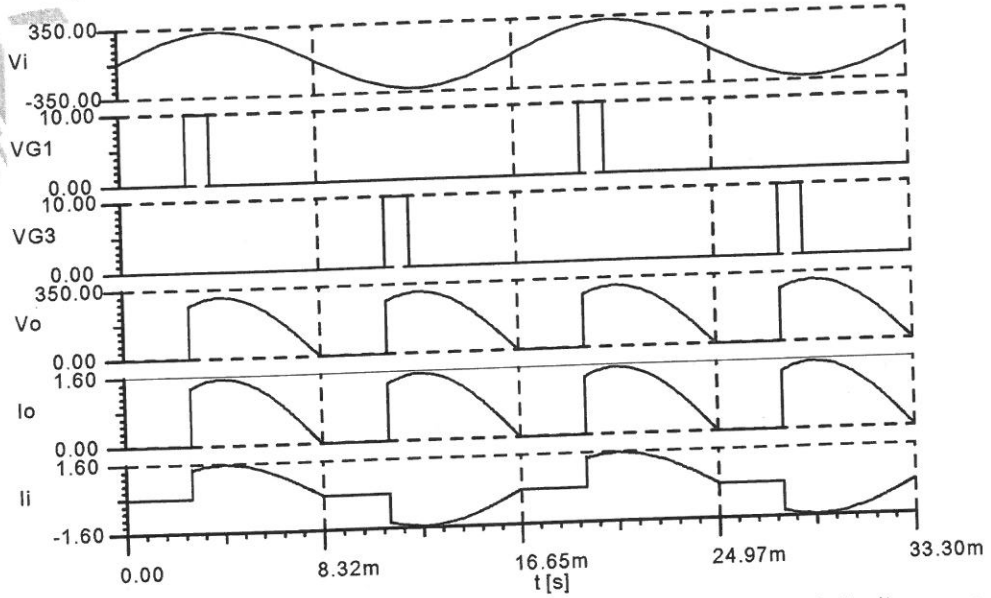
Şekil 2-4-8 Tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun simülasyon devresi

2. Signal Editor diyalog penceresinde, General wave seçin ve şekil 2-4-9'da gösterilen V_G tristör tetikleme darbesini üretin. Genliği (Amplitude) 10V'a ($A1=10V$, $A2=0V$), Genişliği (Width) 1ms'ye ($T2 = 1ms$), Periyodu 16.67 ms'ye ($T2=1msn$, $T6=15.67ms$), Q1 ve Q2 tristörlerinin tetikleme açısını 60° 'ye ($TS=16.67ms \times 60 / 360=2.78 ms$), Q3 ve Q4 tristörlerinin tetikleme açısını $180^\circ + 60^\circ$ 'ye ($TS=16.67ms \times 240/360=11.11 ms$) ayarlayın ve OK butonuna basın.



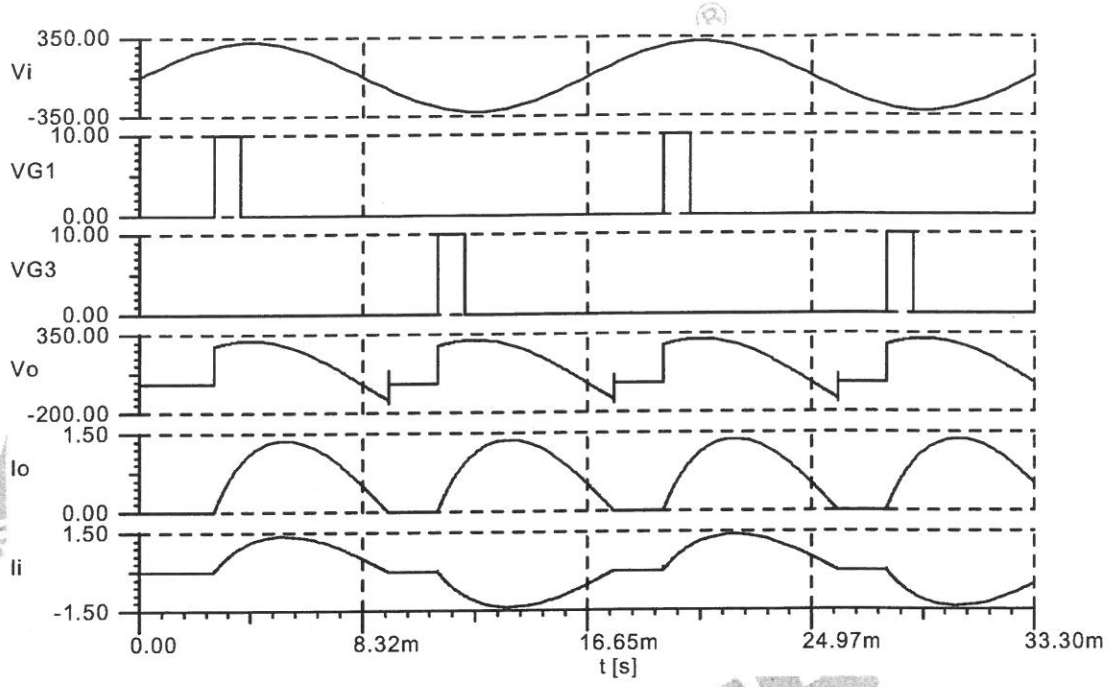
Şekil 2-4-9 SCR tetikleme darbesi üretimi

3. Endüktans değerini $L=0$ yapın. Böylece saf dirençsel bir yük devresi oluşur. *Analysis/Transient* komutunu çalıştırın. Transient Analysis diyalog penceresinde, Start display değerini 0 ms, End display değerini 33.3 ms olarak ayarlayın, Draw excitation kutusunu işaretleyin ve OK butonuna basın. TR sonucu şekil 2-4-10'da gösterilmiştir. TR sonucu, Şekil 2-4-5'teki ölçme sonucuyla uyumlu mudur? _____. Giriş akımı I_i dc bileşen içeriyor mu? _____.



Şekil 2-4-10 Saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun TR simülasyon sonucu

4. Endüktif yük oluşturmak için endüktans değerini $L=200\text{mH}$ yapın. 3. adımdaki işlemleri tekrarlayın ve şekil 2-4-11'de gösterilen TR sonucunu elde edin. TR sonucu, şekil 2-4-6 ve 2-4-7'deki sonuçlarla aynı mıdır? _____.



Şekil 2-4-11 Endüktif yüke sahip tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun TR simülasyonu sonucu

5. Farklı SCR tetikleme açıları (30° , 60° , 120°) ve RL yük devreleri ($R=200\Omega, L=50\text{mH}$ ve $R=200\Omega, L=200\text{mH}$) ile ortaya çıkan sonuçları inceleyin.

DENEY 2-5[®]

Simetrik Tek-Fazlı Tam Dalga Yarı-Kontrollü Doğrultucu

DENEYİN AMACI

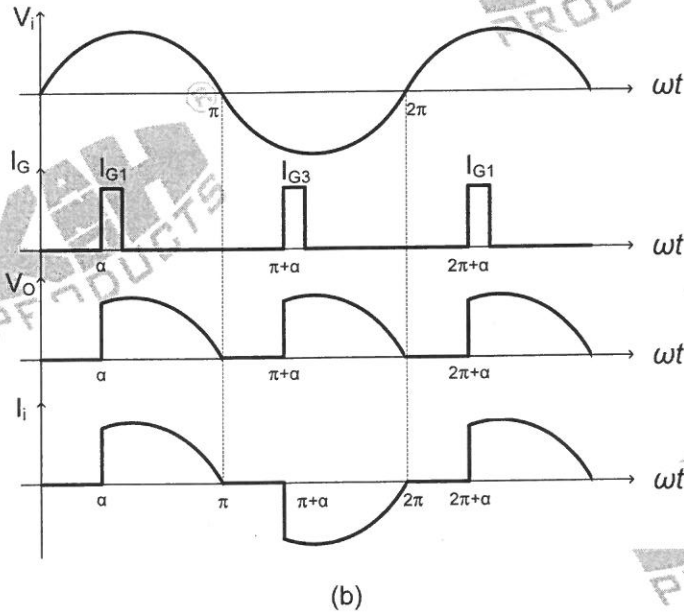
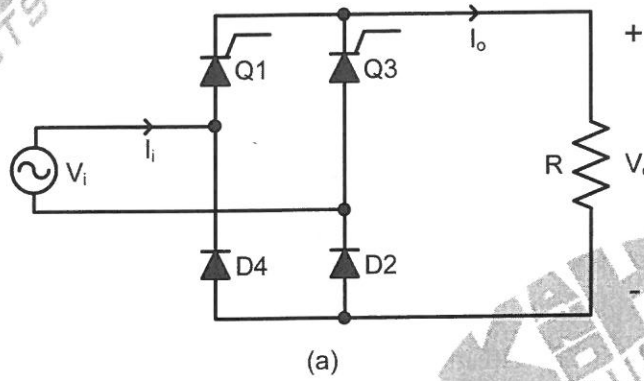
1. Simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucu ile tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucu arasındaki farkları anlamak.
2. Simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun, gerilim ve akım değerlerini ölçmek.
3. Simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun karakteristiklerini anlamak.
4. Simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun[®] karakteristiklerini doğrulamak.

GENEL BİLGİLER

Tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucu devresini oluşturmak, tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucununki ile benzerdir, ancak dört SCR'den ikisi kaldırılıp, yerine güç diyotları kullanılır. Tristörün tetikleme açısını değiştirerek, doğrultucunun ortalama çıkış gerilimini değiştirebilmek için gerekli tristör sayısı, tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucuda kullanılanın yarısıdır, yani tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucu daha ucuzdur. Bununla birlikte, dc çıkış geriliminin polaritesi değiştirilememektedir. Bu yüzden, bir bölgede çalışabilen bir doğrultucudur.

Şekil 2-5-1, saf dirençsel yüke sahip simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun devresini ve dalga şekillerini göstermektedir. V_i 'nin pozitif alternansında, $\omega t = \alpha$ 'da, Q1 tetiklenerek ilettime geçer ve V_i , $\alpha \leq \omega t \leq \pi$ aralığında Q1 ve D2 üzerinden yüke bağlanır. V_i 'nin negatif alternansında, $\omega t = \pi + \alpha$ 'da, Q3 tetiklenerek ilettime geçer ve V_i , $\pi + \alpha \leq \omega t \leq 2\pi$ aralığında Q3 ve D4 üzerinden yüke bağlanır. Tetikleme açısı α 'nın, 0° ile 180° arasında değişmesine karşılık gelen çıkış gerilimi dalga şekli şekil 2-5-1(b) de gösterilmiştir. Çıkış akımı I_o ve çıkış gerilimi V_o aynı dalga şekline sahiptir, fakat genlikleri farklıdır.

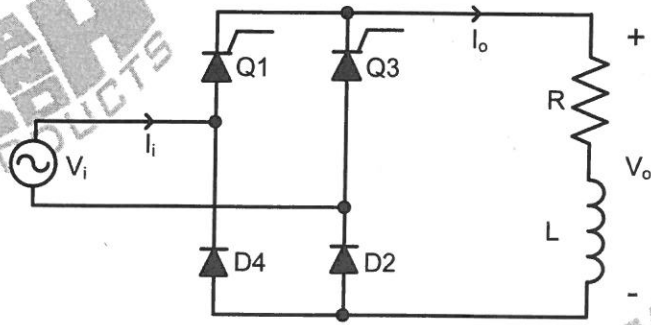
Şekil 2-5-1(b) ve 2-4-1(b)'deki dalga şekilleri karşılaştırılırsa, simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucu ile tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucunun çıkış dalga şekillerinin aynı olduğu görülür. Bundan dolayı, (2-4-1),(2-4-2) ve (2-4-3) denklemleri, α tetikleme açısındaki ortalama çıkış gerilimi V_{da} 'yı hesaplamak için kullanılabilir. Tetikleme açısı α 'yı, 0° 'den 180° 'e değiştirerek, ortalama çıkış gerilimi $0.9V_{i(rms)}$ 'den 0 V değerine kadar değiştirilebilir. Böylece V_{da} 'nın en büyük değeri $0.9V_{i(rms)}$ olur.



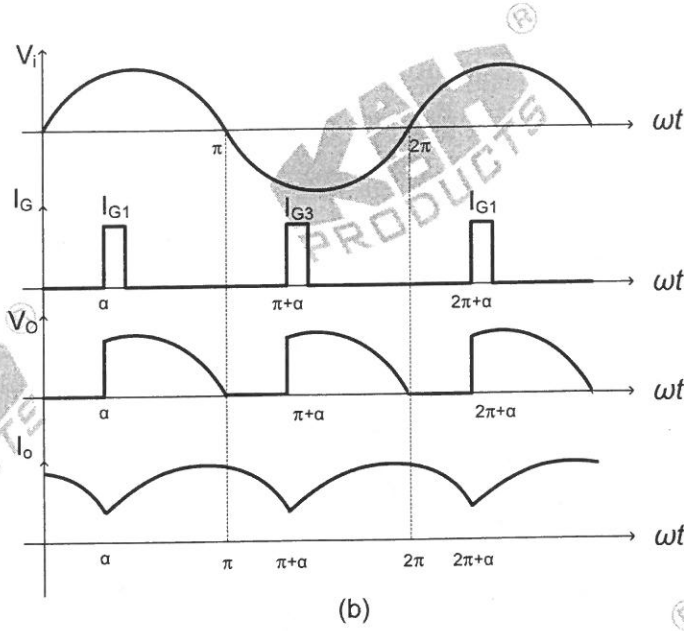
Şekil 2-5-1 Saf dirençsel yüke sahip simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun devre ve dalga şekilleri

Şekil 2-5-2(b), RL yükü sahip simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun devre ve dalga şekillerini göstermektedir. V_i 'nin pozitif alternansında, $wt=\alpha$ 'da, Q1 tetiklenerek iletme geçer ve V_i , $\alpha \leq wt \leq \pi$ aralığında Q1 ve D2 üzerinden yüke bağlanır. Bu sırada L endüktansı enerji depolar. V_i 'nin negatif alternansında, $\pi \leq wt \leq \pi+\alpha$ aralığında, Q1 iletmeye devam ederken, D2 tıkama yönünde D4 ise iletim yönünde kutuplanmış olur. Böylece L endüktansı Q1 ve D4 üzerinden enerjisini boşaltır. Q1 ve D4 iletimde iken, anot ve katot terminalleri arasındaki gerilim düşümü çok küçüktür ve ihmal edilebilir. Böylece V_o yaklaşık olarak 0 olur. V_i 'nin negatif alternansında ve $wt = \pi+\alpha$ anında, Q1 kapalı Q3 açık durumda olur ve V_i , Q3 ve D4 üzerinden yüke bağlanır.

Şekil 2-5-2(b) ve 2-4-2(b)'deki şekiller karşılaştırılırsa, simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun ortalama çıkış gerilimi sadece pozitif olmaktadır. Yani, saf dirençsel yükü sahip tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucu gibi bir bölgede çalışabilen bir doğrultucudur. (2-4-1), (2-4-2) ve (2-4-3) denklemleri, α tetikleme açısındaki ortalama çıkış gerilimi V_{da} 'yı hesaplamak için kullanılabilir. Herhangi yük koşullarında, şekil 2-3-2'deki $V_{da} / V_{d0} - \alpha$ karakteristik eğrisi, simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucu için geçerlidir.



(a)



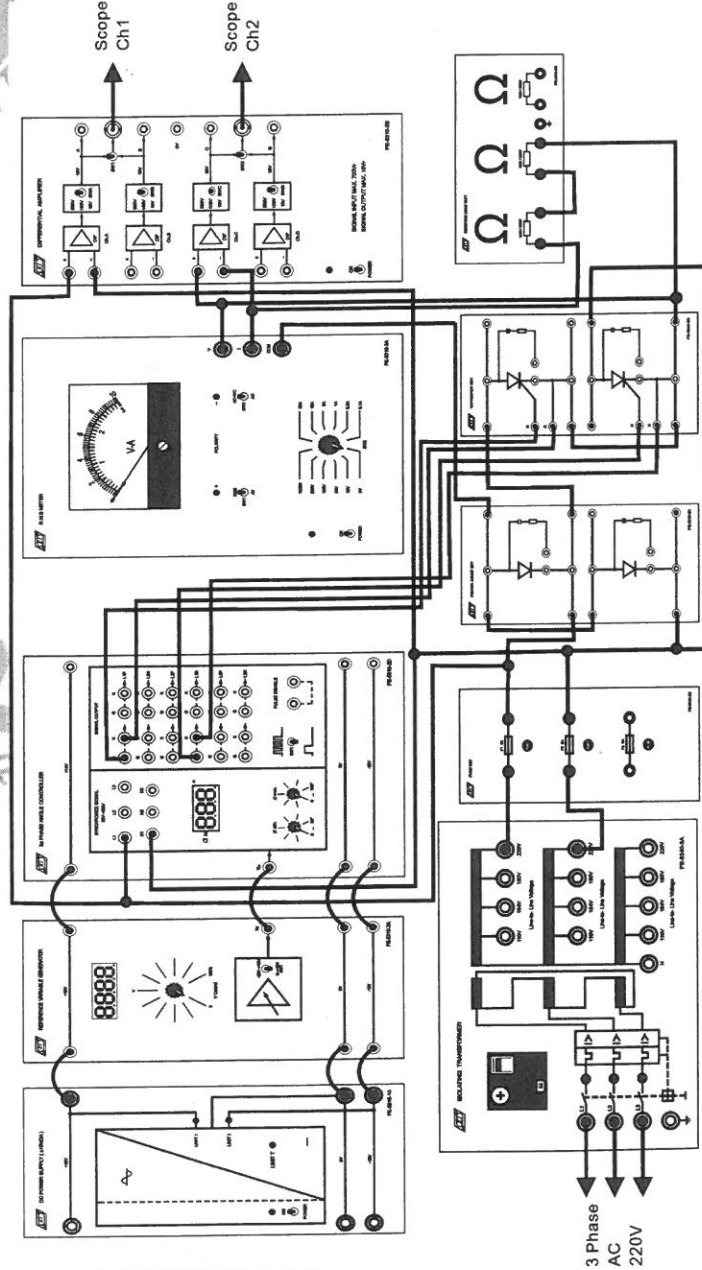
Şekil 2-5-2 RL yükü sahip simetrik tek-fazlı tam-dalga yarı-kontrollü doğrultucunun devre ve dalga şekilleri

KULLANILACAK ELEMANLAR

1. PE-5340-3A İzolasyon Trafosu x1
2. PE-5310-5B Sigorta Seti x1
3. PE-5310-5B Güç Diyodu seti x1
4. PE-5310-5C Tristör Seti x1
5. PE-5310-3A R.M.S.metre x1
6. PE-5310-2B Fark Yükselteci x1
7. PE-5310-3C Dirençsel Yük Ünitesi x1
8. PE-5310-3E Endüktif Yük Ünitesi x1
9. PE-5310-2C Akım Transdüseri x1
10. PE-5310-1A DC Güç Kaynağı
11. PE-5310-2A Referans Değişken Üreteç modülü
12. PE-5310-2D 3φ Faz Aç Denetleyicisi modülü
13. Dijital Bellekli Osiloskop (DSO) x1
14. Bağlantı Kabloları ve Köprüleme klipsleri

DENEYİN YAPILIŞI

1. PE-5310-1A, PE-5310-2A, PE-5310-2D, PE-5310-5A ve PE-5310-5C modüllerini Deney Düzenəğinin üzerine koyun. PE-5310-3C ve PE-5340-3A modülleri ile osiloskobu deney masasına yerleştirin. Bağlantı kabloları ve köprüleme klipslerini kullanarak (eğik çizgiler), şekil 2-5-3'teki bağlantı diyagramı yardımıyla gerekli bağlantıları yapın.



Şekil 2-5-3 Saf dirençsel yüke sahip simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun bağlantı diyagramı

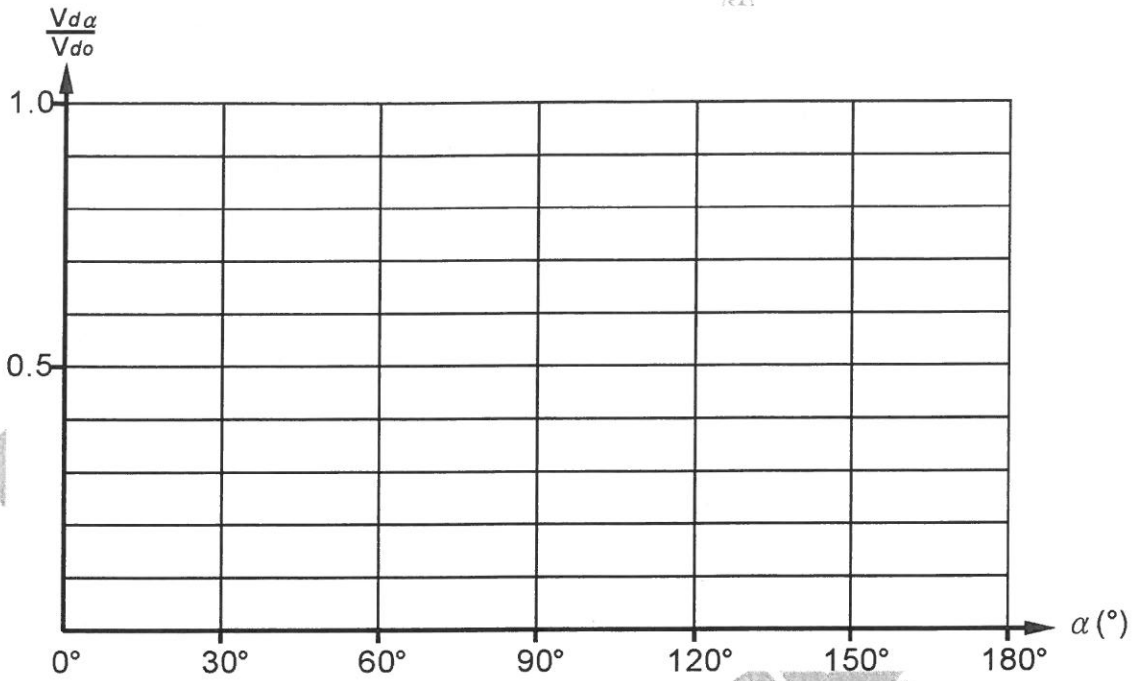
2. Bu doğrultucu, tek-faz 220 V'luk gerilimle çalışır ve yük devresi 200Ω 'luk bir dirençtir. Referans Değişken Üreteç modülünde, Vc Aralık seçici anahtarını 0~+10V konumuna getirin ve V kontrol düğmesini %0 pozisyonuna ayarlayın. 3 ϕ Faz Açısı Denetleyicisi modülünde, Single Pulse çıkışını seçin, Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini ayarlayarak tetikleme açısının 0° 'den 160° 'e değişebilmesi için $\alpha_{min}=0^\circ$ ve $\alpha_{max}=160^\circ$ yapın.

3. RMS. Ölçerin AC+DC/AC(SW2) ve RMS/AV(SW1) seçici anahtarlarını sırasıyla, AC+DC ve AV konumlarına getirin. Tetikleme açısını, $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ$ ve 180° yaparak ortalama çıkış gerilimi V_{da} 'yı ölçün ve sonuçları Tablo 2-5-1'e kaydedin. V/I Aralık (SW3) seçici anahtarını, ortalama çıkış gerilimi değişimlerini hassas olarak okuyabilmek için uygun konuma ayarlayın.

Tablo 2-5-1 Saf dirençsel yüke sahip tek-faz tam-dalga yarı-kontrollü doğrultucunun, ölçülen V_{da} değerleri

$\alpha[^\circ]$	0	30	60	90	120	150	180
V_{da}							
$\frac{V_{da}}{V_{d0}}$	1						0

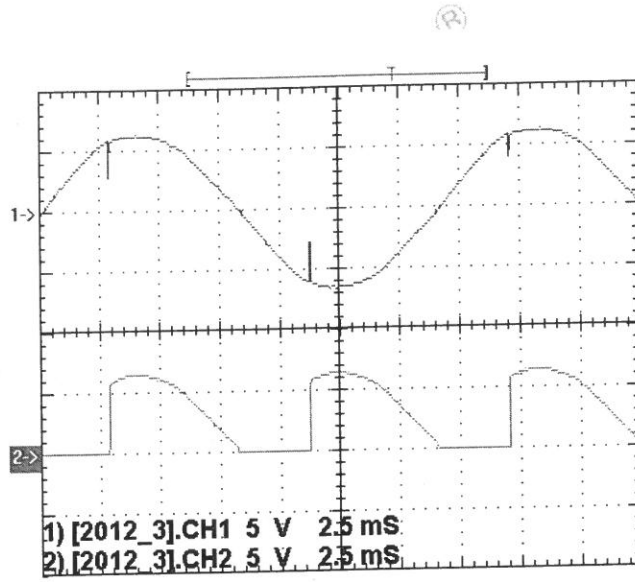
4. Tablo 2-5-1'de kaydedilen V_{da} değerlerini kullanarak, her α değeri için, V_{da} / V_{d0} oranını hesaplayın. Bu sonuçlara göre, V_{da} / V_{d0} 'nın α 'ya göre değişimini şekil 2-5-4'te çizin.



Şekil 2-5-4 Saf dirençsel yüke sahip simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun $V_{d\alpha} / V_{d0} - \alpha$ eğrisi

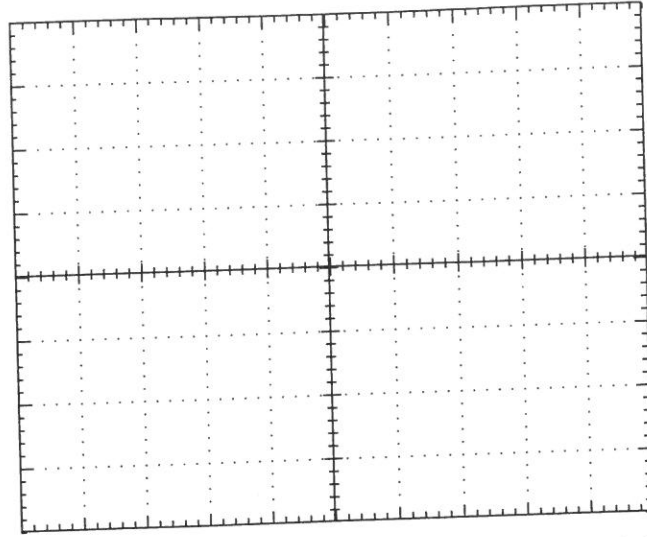
5. Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini, 3 ϕ Faz Açık Denetleyicisi'nin 7-segment displayinden tetikleme açısı $\alpha=60^\circ$ okunacak şekilde ayarlayın. Fark Yükseltisinde Ch.A ve Ch.C için V Aralık seçici anahtarlarını 500 V konumuna getirin. Osiloskobu kullanarak, simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekillerini, şekil 2-5-5'te gösterildiği gibi, gözleyin. Farklı tetikleme açıları için, yük gerilimi dalga şeklindeki değişimleri gözlemleyin.

Not: Saf dirençsel yük durumunda, yük akımı ve yük gerilimi dalga şekilleri aynı olur.



Şekil 2-5-5 Saf dirençsel yüke sahip simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve yük gerilimi (CH2) dalga şekilleri

6. Şekil 2-5-3'teki simetrik tek-faz tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun yük devresinde, 200Ω 'luk dirence, seri olarak 200mH 'lik bir endüktans bağlayın. Böylece saf dirençsel yük, endüktif yüke dönüşmüş olur. Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini, 3ϕ Faz Açısı Denetleyicisi'nin 7-segment displayinden tetikleme açısı $\alpha=60^\circ$ okunacak şekilde ayarlayın. Osiloskop kullanarak, doğrultucu giriş gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekillerini gözleyin ve şekil 2-5-6'da kaydedin. Şekil 2-5-6 ve 2-4-6'daki dalga şekillerini karşılaştırın ve aradaki farkı belirtin.



CH1:

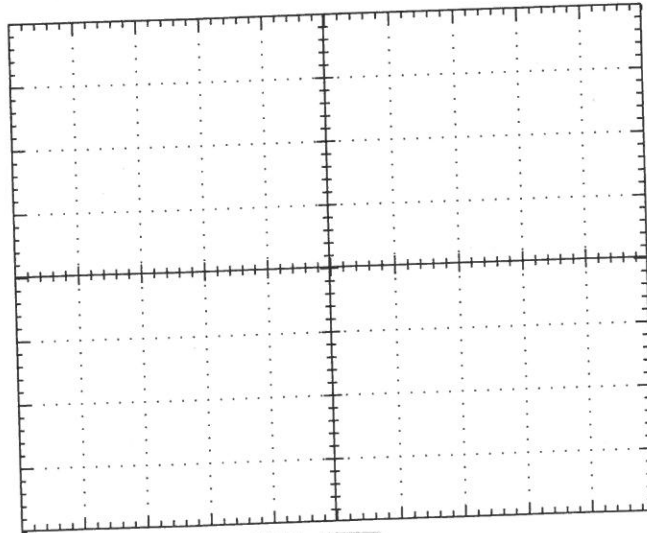
DIF AMP V Range: ____
VOLTS/DIV: ____
SEC/DIV: ____

CH2:

DIF AMP V Range: ____
VOLTS/DIV: ____
SEC/DIV: ____

Şekil 2-5-6 Endüktif yüke sahip simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun, ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve çıkış akımı (CH2) dalga şekilleri

7. Tetikleme açısı ve yük devresi ayarlarını 6. adımda olduğu gibi bırakın. Osiloskop kullanarak, doğrultucunun çıkış gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekillerini gözleyin ve bu dalga şekillerini şekil 2-5-7'ye kaydedin. Farklı tetikleme açıları için, yük akımı dalga şeklindeki değişimleri gözlemleyin.



CH1:

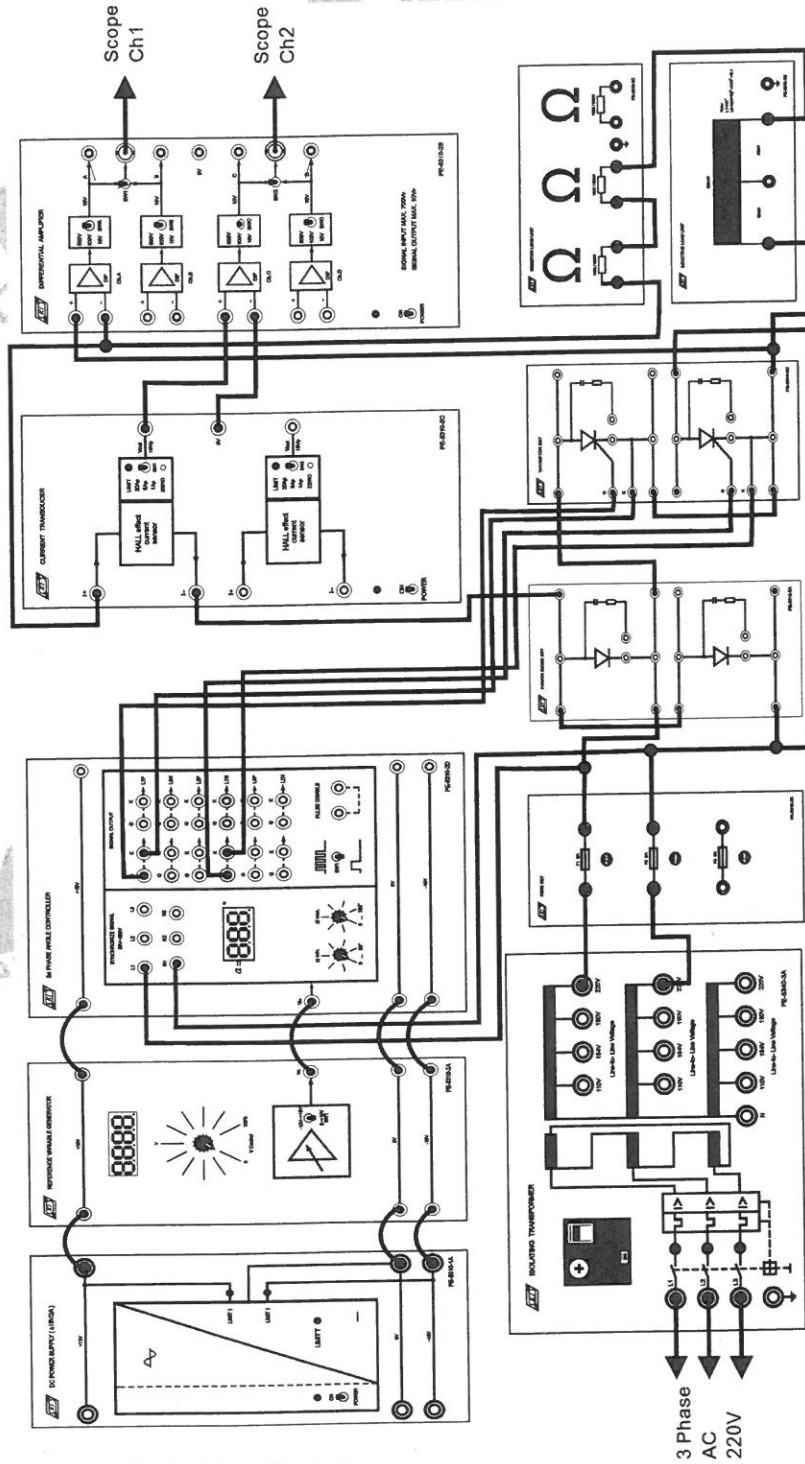
DIF AMP V Range: ____
VOLTS/DIV: ____
SEC/DIV: ____

CH2:

DIF AMP V Range: ____
Current Transducer
I Range: ____
VOLTS/DIV: ____
SEC/DIV: ____

Şekil 2-5-7 Endüktif yüke sahip simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun ölçülen çıkış gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekilleri

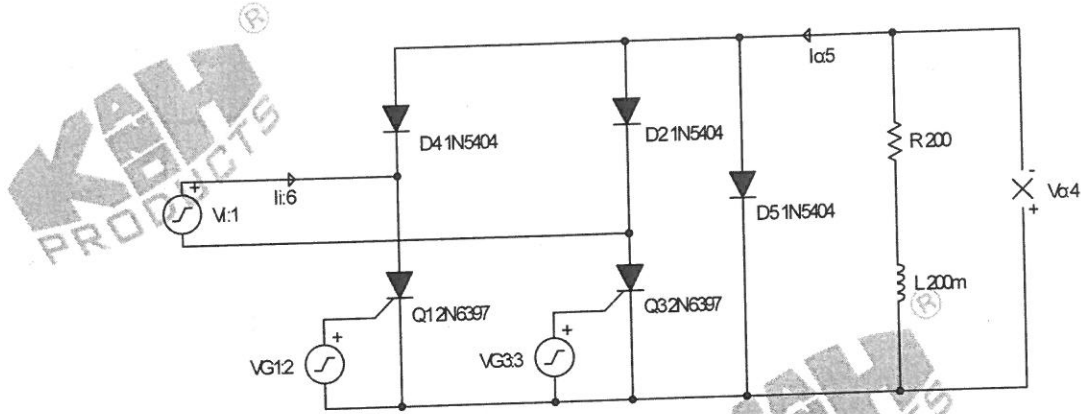
8. Şekil 2-5-8'de gösterilen bağlantı diyagramı yardımıyla, doğrultucunun yük akım dalga şeklini ölçmek için Akım Transduserini kullanın.



Şekil 2-5-8 RL yükü sahip simetrik tek-fazlı tam-dalga yarı-kontrollü doğrultucunun bağlantı diyagramı (Akım Transduserli)

BİLGİSAYAR SİMÜLASYONU

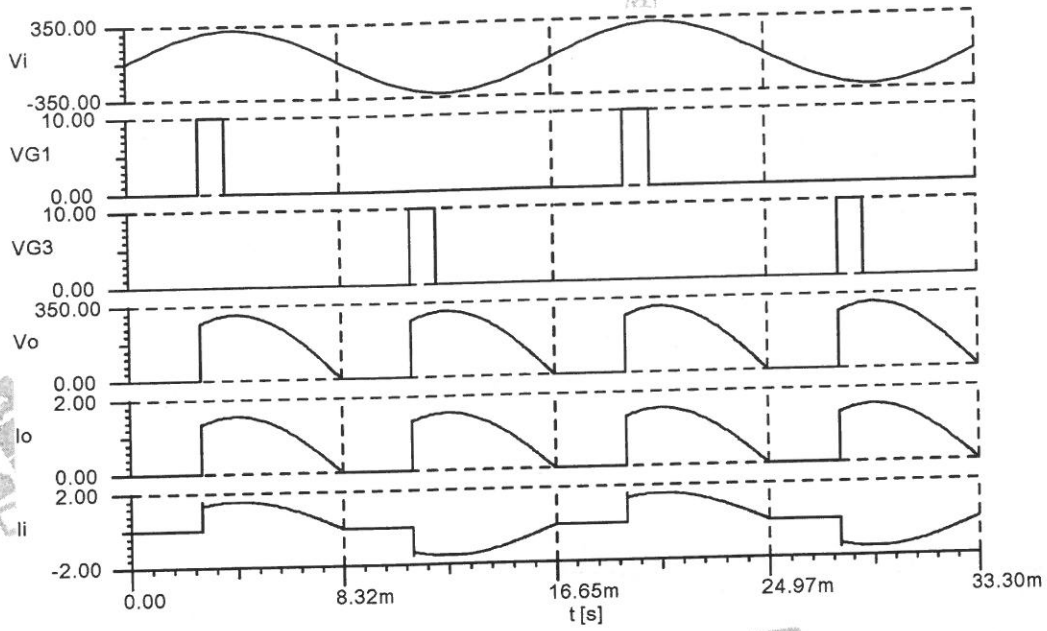
1. TINAPro'yu çalıştırın. Schematic Editör penceresinde, şekil 2-5-9'da gösterilen devreyi oluşturun. Giriş gerilim kaynağı V_i için, işaret tipi olarak sinüzoidal seçin ve Genliği (Amplitude) 311V, Frekansı (Frequency) 60 Hz olarak ayarlayın.



Şekil 2-5-9 Simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun simülasyon devresi

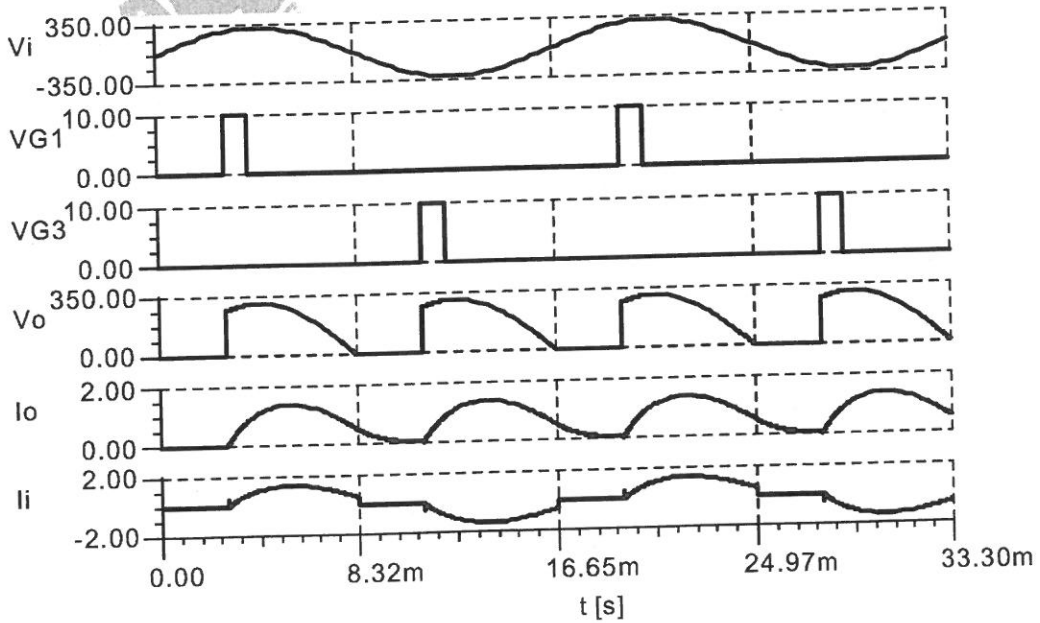
2. Signal Editor diyalog penceresinde, General wave seçin ve şu özelliklere sahip V_G tetikleme darbesini üretin: Genliği (Amplitude) 10V ($A_1=10V$, $A_2=0V$), Periyodu 16.67 ms'ye ($T_2=1\text{msn}$, $T_6=15.67\text{ms}$), Q1 tristörünün tetikleme açısı 60° ($TS=16.67\text{ms} \times 60/360=2.78\text{ ms}$), Q3 tristörünün tetikleme açısı 240° ($TS=16.67\text{ms} \times 240/360=11.11\text{ ms}$). OK butonuna basın.

3. Endüktans değerini $L=0$ yapın. Böylece saf dirençsel bir yük devresi oluşur. Analysis/Transient komutunu çalıştırın. Transient Analysis diyalog penceresinde, Stop display değerini 33.3 ms olarak ayarlayın, Draw excitation kutusunu işaretleyin ve OK butonuna basın. TR sonucu şekil 2-5-10'da gösterildiği gibi olmalıdır. TR sonucu, Şekil 2-5-5'teki ölçme sonucuyla uyumlu mudur? _____.



Şekil 2-5-10 Saf dirençsel yüke sahip simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun TR simülasyon sonucu

4. Endüktif yük oluşturmak için endüktans değerini $L=200\text{mH}$ yapın. 3. adımdaki işlemleri tekrarlayın ve şekil 2-5-11'de gösterilen sonuçları elde edin. TR sonucu, şekil 2-5-6 ve 2-5-7'deki sonuçlarla uyumlu mudur? _____.



Şekil 2-5-11 Endüktif yüke sahip simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun TR simülasyon sonucu

5. Farklı SCR tetikleme açıları (30° , 90° , 120°) ve RL yük devreleri ($R=200\Omega$, $L=50\text{mH}$ ve $R=200\Omega$, $L=200\text{mH}$) ile ortaya çıkan sonuçları inceleyin.

KAH[®]
PRODUCTS

KAH[®]
PRODUCTS

KAH[®]
PRODUCTS

KAH[®]
PRODUCTS

KAH[®]
PRODUCTS

KAH[®]
PRODUCTS

DENEY 2-6[®]

Asimetrik Tek-Fazlı Tam Dalga Yarı-Kontrollü Doğrultucu

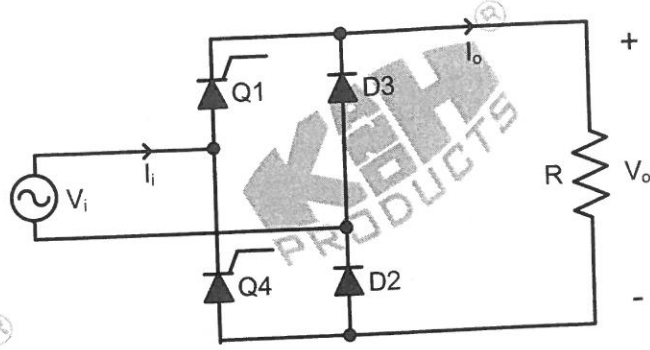
DENEYİN AMACI

1. Asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucu ile simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucu arasındaki farkları anlamak.
2. Asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun, gerilim ve akım değerlerini ölçmek.
3. Asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun karakteristiklerini anlamak.
4. Asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun[®] karakteristiklerini doğrulamak.

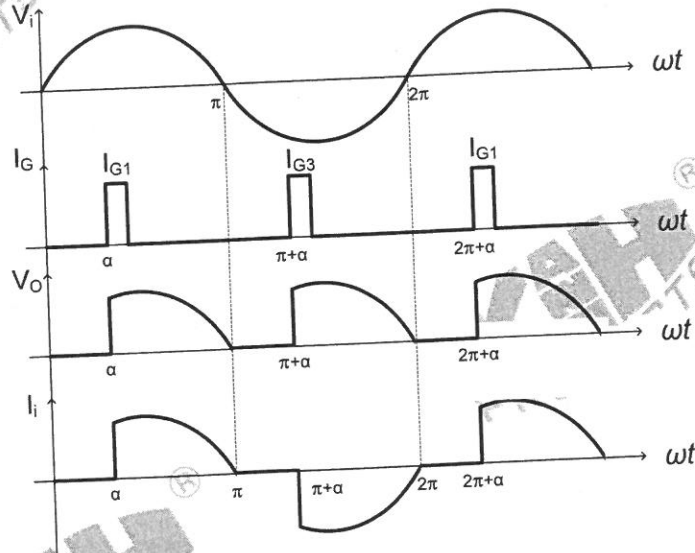
GENEL BİLGİLER

Asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucu devresinin çalışması, simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucu ile aynıdır. Tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun, tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucuya göre avantajı, daha ucuz olması ve daha küçük reaktif güce sahip olmasıdır. Ancak, dc çıkış geriliminin polaritesi değiştirilememektedir. Bu yüzden, bir bölgede çalışabilen bir doğrultucudur.

Şekil 2-6-1, saf dirençsel yüke sahip asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun devresini ve dalga şekillerini göstermektedir. V_i 'nin pozitif alternansında, $\omega t = \alpha$ 'da, Q1 tetiklenerek ilettime geçer ve V_i , $\alpha \leq \omega t \leq \pi$ aralığında Q1 ve D2 üzerinden yüke bağlanır. V_i 'nin negatif alternansında, $\omega t = \pi + \alpha$ 'da, Q4 tetiklenerek ilettime geçer ve V_i , $\pi + \alpha \leq \omega t \leq 2\pi$ aralığında D3 ve Q4 üzerinden yüke bağlanır. Tetikleme açısı α 'nın, 0° ile 180° arasında değişmesine karşılık gelen çıkış gerilimi dalga şekli şekil 2-6-1(b) de gösterilmiştir. Çıkış akımı I_o ve çıkış gerilimi V_o aynı dalga şekline sahiptir, fakat genlikleri farklıdır.



(a)

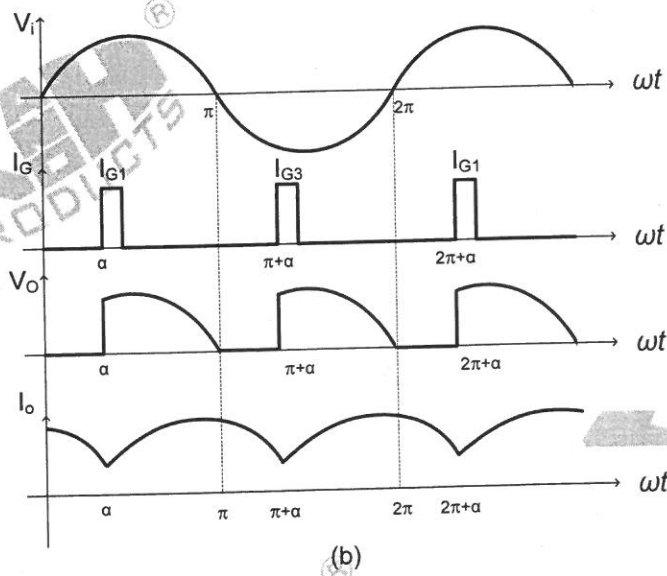
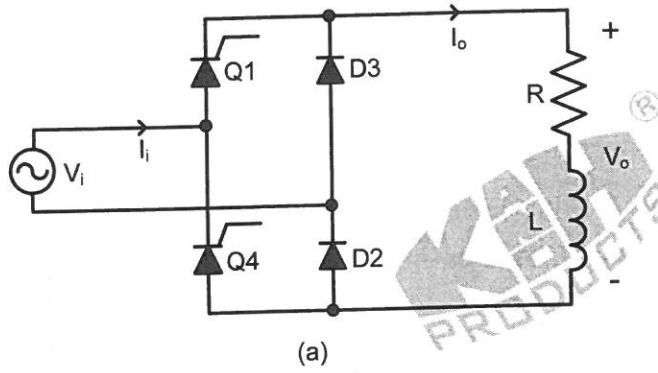


(b)

Şekil 2-6-1 Saf dirençsel yüke sahip asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun devre ve dalga şekilleri

Şekil 2-6-1(b) ve 2-4-1(b)'deki dalga şekilleri karşılaştırılırsa, saf dirençsel yüke sahip asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun çıkış dalga şeklinin, tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucununki ile aynı olduğu görülür. Bundan dolayı, (2-4-1), (2-4-2) ve (2-4-3) denklemleri, α tetikleme açısındaki ortalama çıkış gerilimi V_{da} 'yı hesaplamak için kullanılabilir. Tetikleme açısı α 'yı, 0° 'den 180° 'e değiştirerek, asimetrik tek-faz tam-dalga yarı-kontrollü doğrultucunun ortalama çıkış gerilimi $0.9V_{i(rms)}$ 'den 0 V değerine kadar değiştirilebilir. Böylece V_{da} 'nın en büyük değeri $0.9V_{i(rms)}$ olur.

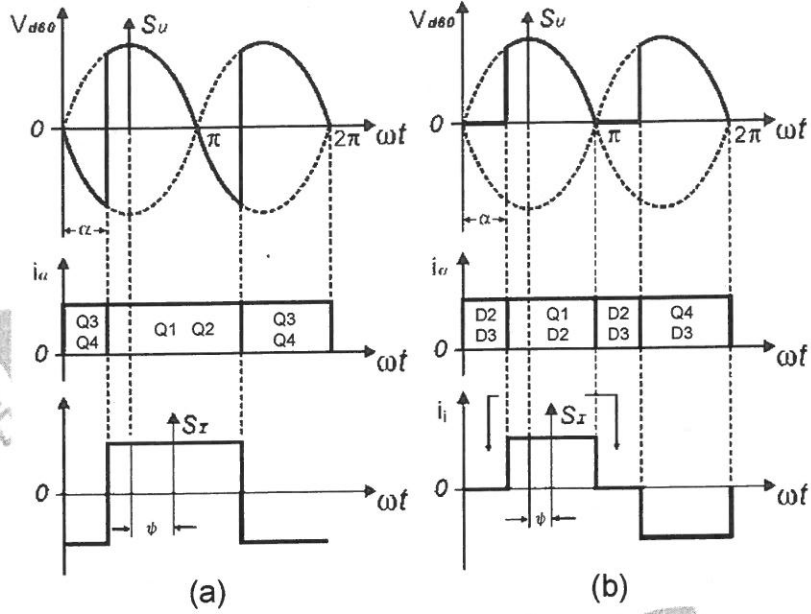
Şekil 2-6-2, endüktif yüke sahip asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun devre ve dalga şekillerini göstermektedir. V_i 'nin pozitif alternansında, $\omega t = \alpha$ 'da, Q1 tetiklenerek iletme geçer ve V_i , $\alpha \leq \omega t \leq \pi$ aralığında Q1 ve D2 üzerinden yüke bağlanır. Bu sırada L endüktansı enerji depolar. V_i 'nin negatif alternansında, $\pi \leq \omega t \leq \pi + \alpha$ aralığında, D2 iletmeye devam ederken, $V_{AK} < 0$ olduğu için Q1 tıkamadadır, D3 ise iletim yönünde kutuplanmıştır. Böylece L endüktansı D2 ve D3 diyotları üzerinden enerjisini boşaltır. V_o dc çıkış gerilimi yaklaşık 0 olur. V_i 'nin negatif alternansında ve $\omega t = \pi + \alpha$ anında, D2 tıkamaya geçer, Q4 tetiklenerek iletme geçer ve V_i , D3 ve Q4 üzerinden yüke bağlanır.



Şekil 2-6-2 Endüktif yüke sahip asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun devre ve dalga şekilleri

Şekil 2-6-2(b) ve 2-4-1(b)'deki şekiller karşılaştırılırsa, asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun ortalama çıkış geriliminin sadece pozitif olduğu görülür. Yani, saf dirençsel yüke sahip tek-fazlı tam dalga kontrollü doğrultucu gibi bir bölgede çalışabilen bir doğrultucudur. (2-4-1), (2-4-2) ve (2-4-3) denklemleri, α tetikleme açısındaki ortalama çıkış gerilimi $V_{d\alpha}$ 'yı hesaplamak için kullanılabilir. Herhangi yük koşullarında, şekil 2-3-2'deki $V_{d\alpha} / V_{d0} - \alpha$ karakteristik eğrisi, asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucu için geçerlidir.

Uygulamada, yarı-kontrollü doğrultucunun reaktif gücünün nispeten düşük oluşu, güç kaynaklarının tasarımında önemli bir faktördür. Şekil 2-6-3(a), oldukça endüktif bir yüke sahip tam dalga kontrollü doğrultucunun dalga şekillerini göstermektedir. Şekil 2-6-3(b), oldukça endüktif bir yüke sahip asimetrik tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun dalga şekillerini göstermektedir. Bu iki devrede kullanılan tetikleme açısı 60° dir ve giriş akımları yaklaşık kare dalgadır. Tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun I_i giriş akımı süresizdir. Tam dalga kontrollü doğrultucunun çıkış gerilimi, hem pozitif hem de negatif alternansta sürekli. Ac giriş gerilimi dalga şeklinin pozitif tepesinden düşey bir çizgi (S_U) ve kare dalga şeklindeki giriş akımının pozitif yarısının merkezinden düşey bir çizgi (S_I) çizilirse; S_U ve S_I çizgileri arasındaki ψ faz kayması, güç faktörü olarak adlandırılır ve tetikleme açısı α tarafından belirlenir. Güç faktörünün artması, reaktif giriş gücünü artırır. Şekil 2-6-3'te görüldüğü gibi, tam dalga kontrollü doğrultucunun güç faktörü ϕ , tetikleme açısı α 'ya eşitken, yarı-kontrollü doğrultucuda güç faktörü $\phi / 2$ 'ye eşittir. Yani, yarı-kontrollü doğrultucunun reaktif giriş gücü daha küçüktür.



Şekil 2-6-3 Oldukça endüktif yüke sahip, tam dalga kontrollü doğrultucu ile asimetrik tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun dalga şekilleri

KULLANILACAK ELEMANLAR

1. PE-5340-3A İzolasyon Trafosu x1
2. PE-5310-5B Sigorta Seti x1
3. PE-5310-5A Güç Diyodu seti x1
4. PE-5310-5C Tristör Seti x1
5. PE-5310-3A R.M.S. Ölçer x1
6. PE-5310-2B Fark Yükselteci x1
7. PE-5310-3C Dirençsel Yük Ünitesi x1
8. PE-5310-3E Endüktif Yük Ünitesi x1
9. PE-5310-2C Akım Transdüseri x1
10. PE-5310-1A DC Güç Kaynağı
11. PE-5310-2A Referans Değişken Üreteç modülü
12. PE-5310-2D 3ϕ Faz Açılı Denetleyicisi modülü
13. Dijital Bellekli Osiloskop (DSO) x1
14. Bağlantı Kabloları ve Köprüleme klipsleri

bağlantıları

KEH
PRODUCTS

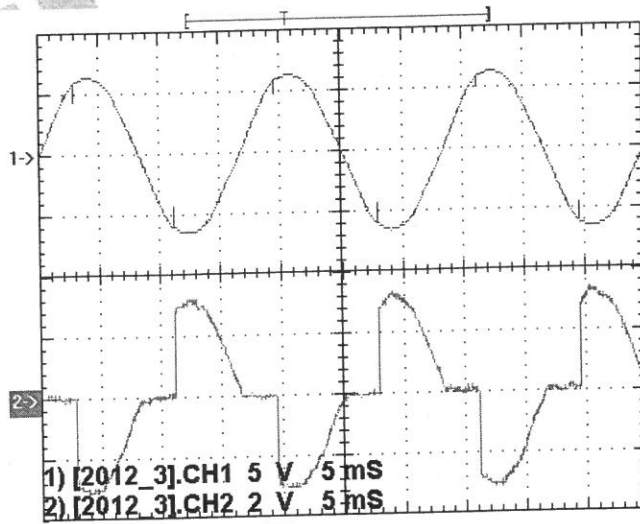


simetrik tek-fazlı tar
vagramı

2. Bu doğrultucu, tek-faz 220 V'luk gerilimle çalışır ve seri bağlı 200Ω 'luk bir direnç ve 200mH 'lık bir endüktanstan oluşan yük devresine sahiptir. Referans Değişken Üreteç modülünde, Vc Aralık seçici anahtarını $0\sim+10\text{V}$ konumuna getirin ve V kontrol düğmesini %0 pozisyonuna ayarlayın. 3 ϕ Faz Aç Denetleyicisi modülünde, Single Pulse çıkışını seçin, Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini ayarlayarak tetikleme açısının 0° 'den 180° 'e değişebilmesi için $\alpha_{\min}=0^\circ$ ve $\alpha_{\max}=180^\circ$ yapın.

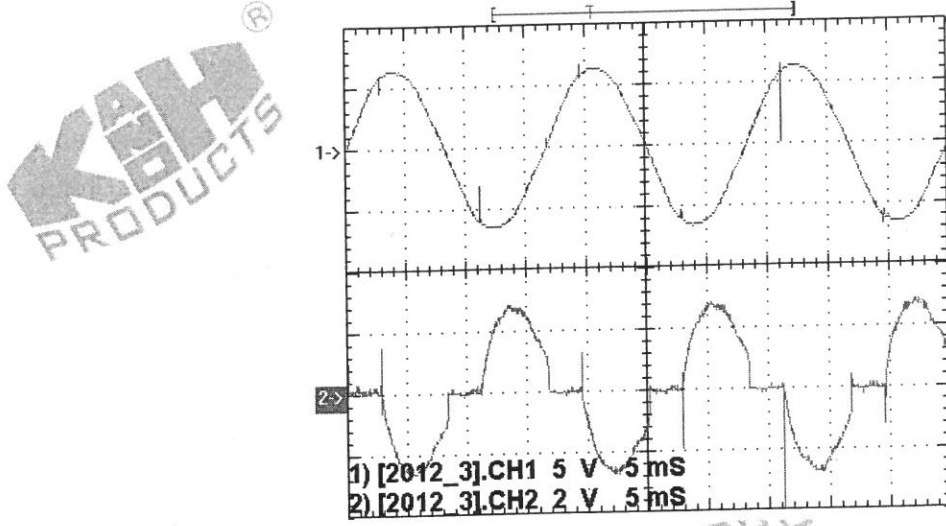
3. Endüktans uçlarına köprüleme klipsi bağlayarak endüktans yükünü kısa devre edin. Böylece saf dirençsel bir yük devresi oluşmuş olur. Referans Değişken Üreteç modülünün V kontrol düğmesini, 3 ϕ Faz Aç Denetleyicisi'nin 7-segment displayinden tetikleme açısı $\alpha=60^\circ$ okunacak şekilde ayarlayın.

4. Fark Yükseltecinde V Aralık seçici anahtarlarını (SWA,SWC), Ch.A için 500V ve Ch.C için 10V konumlarına, Akım Transduserinin Aralık seçici anahtarını da 5Ap konumuna getirin. Osiloskobu kullanarak, simetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun giriş gerilimi (CH1) ve giriş akımı (CH2) dalga şekillerini, şekil 2-6-5'te gösterildiği gibi gözleyin. Farklı tetikleme açıları için, giriş akımı dalga şeklindeki değişimleri gözlemleyin.



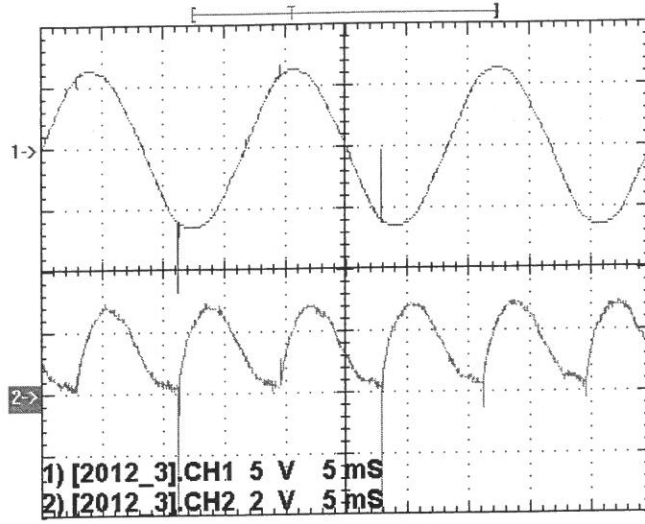
Şekil 2-6-5 Saf dirençsel yüke sahip asimetrik tek-fazlı tam-dalga yarı-kontrollü doğrultucunun ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve giriş akımı (CH2) dalga şekilleri

5. Endüktans uçlarındaki köprüleme klipsini kaldırarak endüktansı yeniden devreye alın. Böylece saf dirençsel yük devresi, endüktif yüke dönüşmüş olur. 4. adımdaki işlemleri tekrarlayın ve doğrultucunun giriş gerilimi (CH1) ve giriş akımı (CH2) dalga şekillerini, şekil 2-6-6'da gösterildiği gibi gözleyin. Giriş akımı daha sürekli midir? _____. Cevabınızı açıklayın. _____.



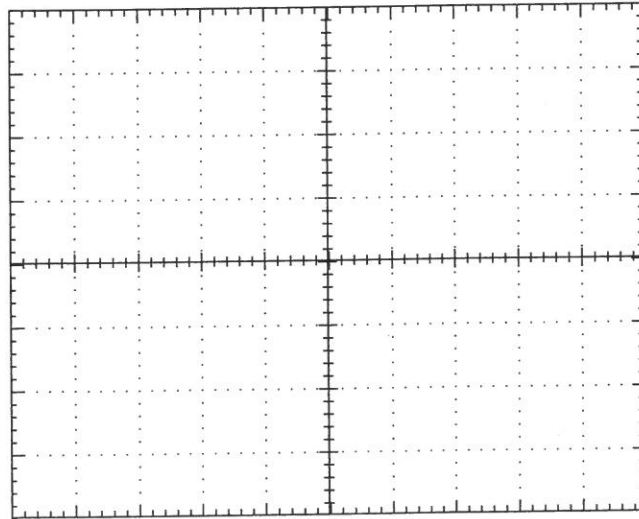
Şekil 2-6-6 Endüktif yüke sahip asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve giriş akımı (CH2) dalga şekilleri

6. Tetikleme açısı ve yük devresi ayarlarını 5. adımda olduğu gibi bırakın. Şekil 2-6-4'teki bağlantıları, doğrultucunun giriş gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekillerini gözleyecek şekilde değiştirin. Sonuçlar şekil 2-6-7'de gösterilmiştir.



Şekil 2-6-7 Endüktif yüke sahip asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun, ölçülen giriş gerilimi (CH1) ve yük akımı (CH2) dalga şekilleri

7. Tetikleme açısı ve yük devresi ayarlarını 5. adımda olduğu gibi bırakın. Şekil 2-6-4'teki bağlantıları, doğrultucunun giriş gerilimi (CH1) ve her bir diyot ve tristör akımı (CH2) dalga şekillerini gözleyecek şekilde değiştirin. Sonuçları şekil 2-6-8'de kaydedin.



CH1:

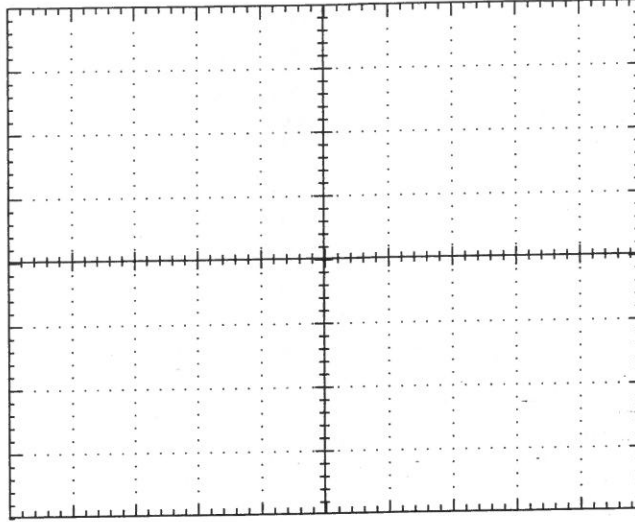
DIF AMP V Range: _____
VOLTS/DIV: _____
SEC/DIV: _____

CH2:

DIF AMP V Range: _____
Current Transducer
I Range: _____
VOLTS/DIV: _____
SEC/DIV: _____

(a) V_i (CH1) ve I_{Q1} (CH2) dalga şekilleri

KAH
PRODUCTS



CH1:

DIF AMP V Range: _____

VOLTS/DIV: _____

SEC/DIV: _____

CH2:

DIF AMP V Range: _____

Current Transducer

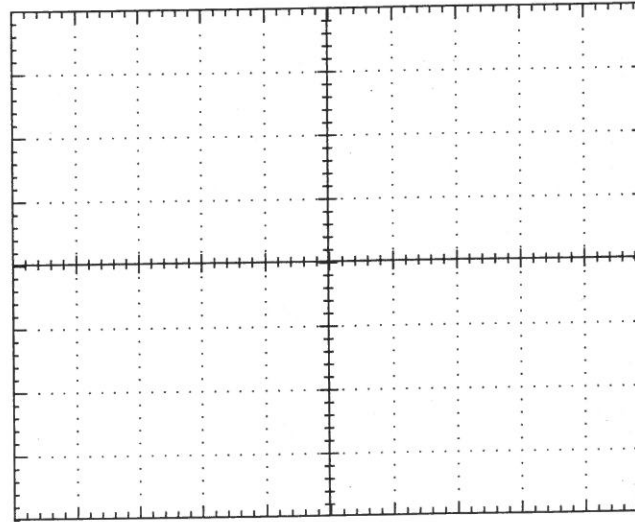
I Range: _____

VOLTS/DIV: _____

SEC/DIV: _____

(b) V_i (CH1) ve I_{Q4} (CH2) dalga şekilleri

KAH
PRODUCTS



CH1:

DIF AMP V Range: _____

VOLTS/DIV: _____

SEC/DIV: _____

CH2:

DIF AMP V Range: _____

Current Transducer

I Range: _____

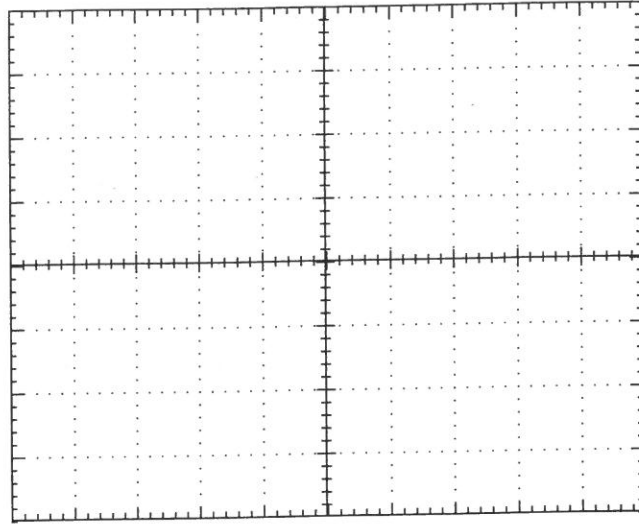
VOLTS/DIV: _____

SEC/DIV: _____

(c) V_i (CH1) ve I_{D2} (CH2) dalga şekilleri

KAH
PRODUCTS

KAH
PRODUCTS



CH1:

DIF AMP V Range: ____
VOLTS/DIV: ____
SEC/DIV: ____

CH2:

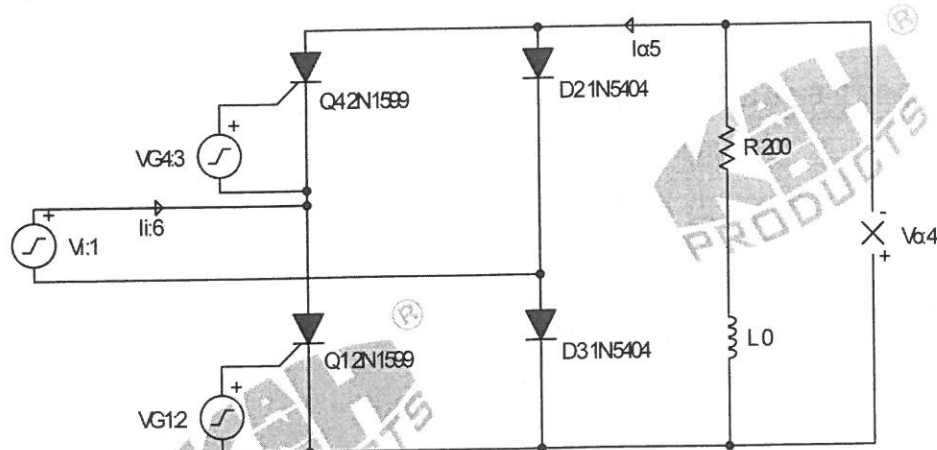
DIF AMP V Range: ____
Current Transducer
I Range: ____
VOLTS/DIV: ____
SEC/DIV: ____

(d) V_i (CH1) ve I_{D3} (CH2) dalga şekilleri

Şekil 2-6-8 Endüktif yüke sahip asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun ölçülen gerilimi ve akım dalga şekilleri

BİLGİSAYAR SİMÜLASYONU

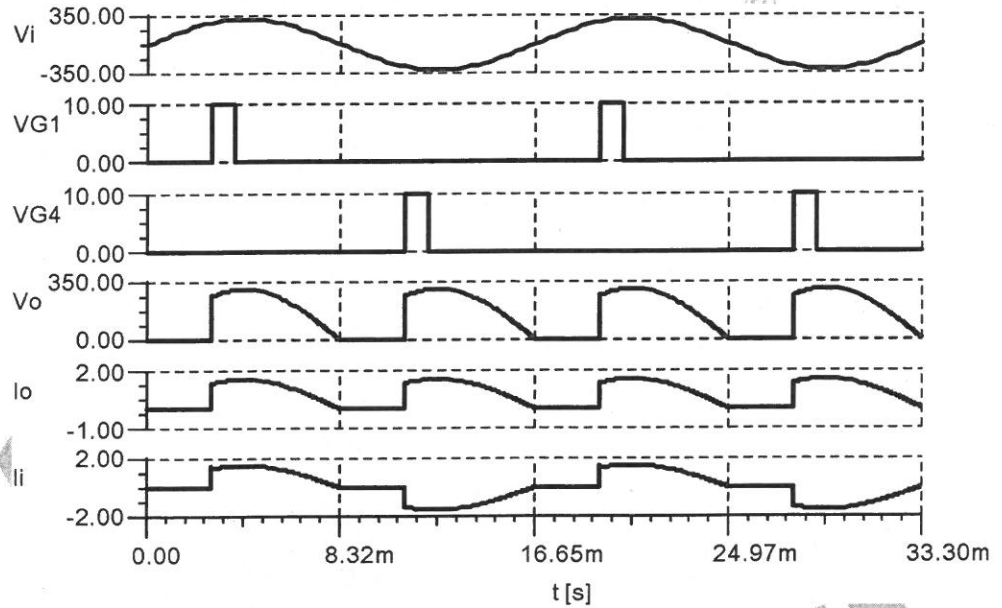
1. TINAPro'yu çalıştırın. Schematic Editör penceresinde, şekil 2-6-9'da gösterilen devreyi oluşturun. Giriş gerilim kaynağı V_i için, işaret tipi olarak sinüzoidal seçin ve Genliği (Amplitude) 311V, Frekansı (Frequency) 60 Hz olarak ayarlayın.



Şekil 2-6-9 Saf dirençsel yüke sahip, asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun simülasyon devresi

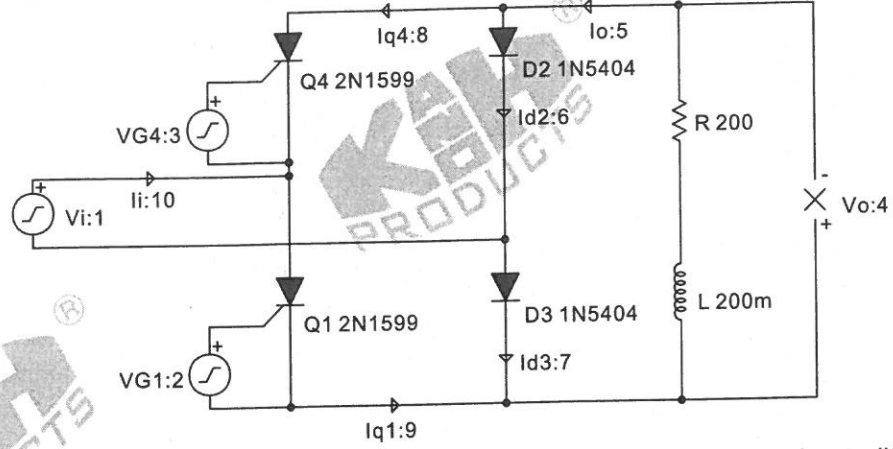
2. Signal Editor diyalog penceresinde, General wave seçin ve şu özelliklere sahip V_G tristör tetikleme darbesini üretin: Genliği (Amplitude) 10V ($A_1=10V$, $A_2=0V$), Periyodu 16.67 ms'ye ($T_2=1ms$, $T_6=15.67ms$), Q1 tristörünün tetikleme açısı 60° ($TS=16.67ms \times 60/360=2.78ms$), Q3 tristörünün tetikleme açısı 240° ($TS=16.67ms \times 240/360=11.11ms$). OK butonuna basın.

3. Endüktans değerini $L=0$ yapın. Böylece saf dirençsel bir yük devresi oluşur. Analysis/Transient komutunu çalıştırın. Transient Analysis diyalog penceresinde, Stop display değerini 33.3 ms olarak ayarlayın, Draw excitation kutusunu işaretleyin ve OK butonuna basın. TR sonucu Şekil 2-6-10'da gösterilmiştir. TR sonucu, Şekil 2-6-5'teki ölçme sonucuyla uyumlu mudur? _____.



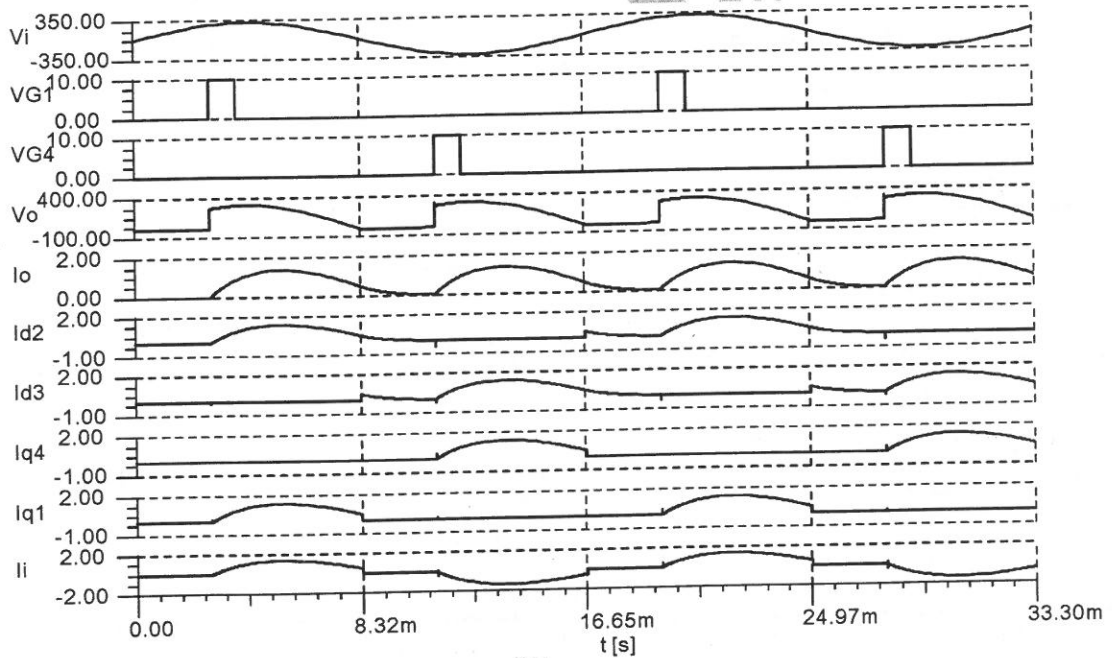
Şekil 2-6-10 Saf dirençsel yüke sahip asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun TR simülasyon sonucu

4. Endüktif yük oluşturmak için endüktans değerini $L=200mH$ yapın. Her bir yarı iletken eleman üzerinden akımı ölçmek için, Şekil 2-6-11'deki devrede, akım işaretleri ile belirtilen yerlere ampermetreler yerleştirin.



Şekil 2-6-11 Endüktif yüke sahip, asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun simülasyon devresi

5. 3. adımı tekrarlayın ve Şekil 2-6-12'de gösterilen TR sonucunu elde edin. TR sonucu, Şekil 2-6-6, 2-6-7 ve 2-6-8'deki deki ölçme sonuçlarıyla uyumlu mudur? _____.



Şekil 2-6-12 Saf dirençsel yüke sahip asimetrik tek-fazlı tam dalga yarı-kontrollü doğrultucunun TR simülasyon sonucu