



STAJ RAPORU

TLP250 - TC4427 - UC3525 - TCA785 TÜMDEVRELERİNİN TÜRKÇE DÖKÜMANLARININ HAZIRLANMASI

M. A. BERK ZENGİN

Staj Başlangıç Tarihi

01 / 08 / 2012

Staj Bitiş Tarihi

31 / 08 / 2012

Düzen ve içerik açısından kontrol edilmiştir.

Araş. Gör. Furkan Başkurt

Onay Tarihi : 01 / 11 / 2012

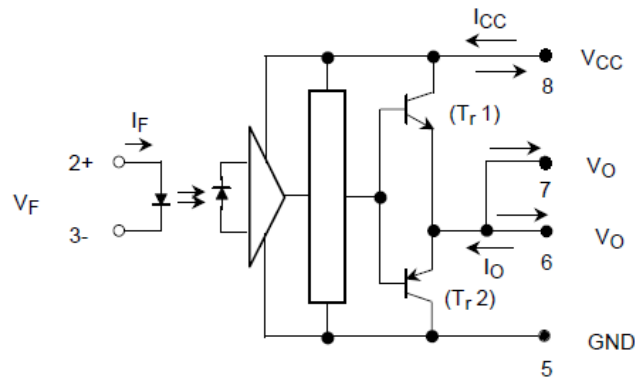
1. TLP250 (OPTOCOUPLER)

TLP250, optokuplör (ing. *optocoupler*) görevi yapan standart 8 bacaklı (8-Dip) bir tümdevredir. İki farklı elektriksel devrenin arasında yalıtım sağlamak ve üretilen bir sinyali kuvvetlendirmek için kullanılmaktadır. İç yapısında bir adet LED (ing. *light emitting diode*) ve ışık-algılayıcısı olması sayesinde, iki farklı elektriksel katı ışık yoluyla birbirine bağlar, tüm devreye bu nedenle optokuplör denmektedir.

Çıkış katının yüksek akım kapasitesine sahip olmasının yardımı ile izolasyonlu IGBT ve MOSFET sürücü devrelerinde kullanıma uygundur. Örneğin TLP250 tümdevresi, yalıtılmış anahtar sürülmesi (ing. *high side switch driving*) gerektiren **Buck, Buck-Boost, Full-Bridge** gibi DC çeviricilerde kapı işaretlerinin ana devreden yalıtılması amacıyla kullanılabilir.

1.1. İç Yapısı

TLP250 tümdevresinin iç yapısı Şekil 1’de verilmiştir. Bu şekilden de görüldüğü üzere kuvvetlendirilmek istenen sinyal (I_F), 2 numaralı bacdaktan gelip bir LED üzerinden geçerek 3 numaralı bacdaktan devresini tamamlamaktadır. Tümdevrenin sağ tarafında ise gelen sinyali kuvvetlendirmek ve yarıiletken elemanlara düzgün sinyaller göndermek için bulunan Totem-pole yapısı görülmektedir. 8 ve 5 numaralı bacdaklardan beslenen bu yapı, bir adet NPN ve bir adet PNP tipi lojik BJT’den oluşur.



Şekil 1 : TLP250 İç Yapısı

Tümdevrenin çalışma fonksiyonu, Şekil 2'deki doğruluk tablosuyla verilmiştir. Buna göre, giriş taraftaki LED'e gerilim uygulandığında ve dolayısıyla ışık-algılayıcısına gelen işaret **High** (lojik 1) olduğunda Şekil 1'de Tr1 olarak isimlendirilen NPN tipi BJT iletme girerken, Tr2 olarak isimlendirilen PNP tipi BJT kesime girer. Böylece tümdevrenin çıkışları olan 6 ve 7 numaralı bacaklarında çıkış katının besleme gerilimi görülür. LED'e gerilim uygulanmaması ve ışık-algılayıcısına gelen işaret **Low** (lojik 0) olması durumunda ise tam tersi olarak Tr1 kesime ve Tr2 iletme girer. Böylece tümdevrenin çıkış bacaklarında besleme geriliminin nötr ucu görülür.

		Tr1	Tr2
Input LED	On	On	Off
	Off	Off	On

Şekil 2 : TLP250 Doğruluk Tablosu

1.2. Bağlantı Şeması

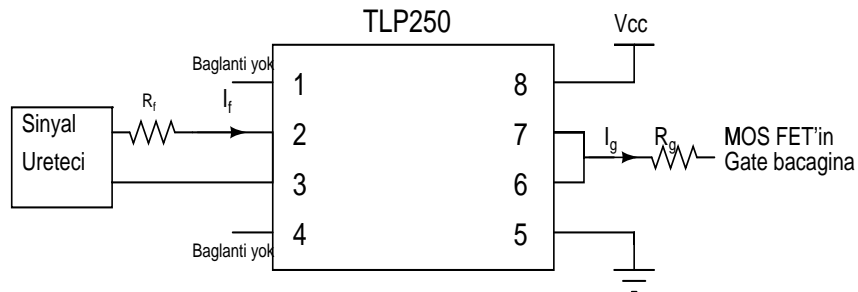
TLP250'nin iç yapısında bulunan LED'in akımı I_f olarak isimlendirilir ve değeri en fazla **20 mA** olmalıdır. Daha yüksek akım değerleri LED'in yanmasına ve tümdevrenin çalışmamasına neden olacaktır. Ters yönde 5V ve üzerindeki gerilim değerleri de LED'in delinmesine sebep olacaktır. Ayrıca 5 mA'den düşük akım değerlerinde LED eşik değerine ulaşamayıp ışık veremediğinden tümdevre istenen işlemi gerçekleştiremeyecektir.

O nedenle giriş işaretinin gerilimine uygun olarak seçilen bir R_f direnci, işaret üretici ile TLP 250'nin 2 numaralı bacağı arasına bağlanmalıdır. 3 numaralı bacağı ise sinyal üreticinin toprağı bağlanmalıdır. 1 ve 4 numaralı bacaklara bağlantı yapılmamaktadır.

Kuvvetlendirici kısmının besleme gerilimi olan V_{cc} gerilimi en az 10V en fazla 35 V olmalıdır ve yalıtımlı anahtar sürülmesi gerekiyorsa giriş katındaki elektronik devreden tamamen farklı bir kaynaktan beslenmelidir. Yani 3 numaralı bacağı verilmiş olan nötr hattı ile 5 numaralı bacağı verilen nötr hattı birbirinden yalıtımlı olmalıdır. V_{cc} gerilimi 8 numaralı bacak kaynağın artısı, 5 numaralı bacak kaynağın eksisi olacak şekilde TLP250'ye bağlanır. 6 ve 7 numaralı bacaklar ise bir direnç üzerinden sürülmek istenen yarı iletken elemana bağlanır. Farklı iki eleman

sürülebileceği gibi, bu bacaklar kısa devre edilerek tek bir eleman da sürülebilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta TLP250'nin verebileceği en yüksek akım değerinin (I_g) 1,5 A olmasıdır. MOSFET'lerin de çok kısa zaman aralıklarında yüksek kapı akımı çektiğini göz önünde bulundurarak, yarı iletken elemanla tüm devre arasına koyulacak olan direncin R_g değerinin belirlenmesi gerekir.

MOSFET ile kurulan devreler yüksek frekanslarda çalışır. TLP250 bilgi kitapçığında en yüksek çalışma frekansının 25kHz olduğu yazılıdır. Ancak çalışma oranından verilecek küçük kayıplarla çok daha yüksek frekanslara çıkmak mümkündür. Bu bilgilerin yanında önerilen çalışma koşullarının incelenmesi için tümdevreye ait bilgi kitapçığı kullanılabilir. Örnek bir bağlantı şeması Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3 : TLP250 Bağlantı Şeması

2. TC4427

TC4427 yüksek hızda ve yüksek akımda MOSFET sürmek için tasarlanmış standart 8 bacaklı (8-Dip) bir tümdevredir. MOSFET'lerin kontrolü için kapılarına (ing. *gate*) kare dalga şeklinde işaretler gönderilmesi gerekir. Ancak kare dalga üreten tümdevreler, yarıiletken elemanları doğrudan sürece kadar güçlü olmayabilirler. Örneğin MOSFET, iletme geçtikten sonra hiç kapı akımı çekmemesine rağmen, iletme geçme anında çok kısa zaman dilimlerinde çok yüksek tepe değerine sahip akımı çeker. Eğer sürücü tümdevrenin çıkış bacağı, bu akım tepe değerini sağlayamıyorsa tümdevrenin zarar görmemesi açısından MOSFET kapı direnci yükseltilir ve kapı akımının tepe değeri küçültülür. Ancak bu sefer de MOSFET'in iletme girme süresi uzayacak ve kayıplar oluşacaktır.

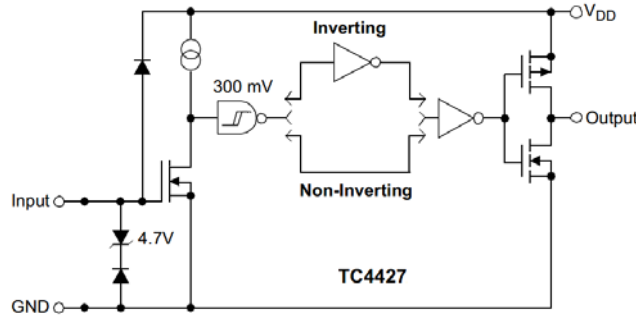
Dolayısıyla anlık olarak yüksek tepe değerine sahip akımları sağlayabilecek tümdevre çözümleri geliştirilmiştir. TC4427 de, iki kat arasında yalıtıma ihtiyaç duyulmayan devrelerde, işaret üreticinden aldığı işareti kuvvetlendirerek yarıiletken elemana aktaran ve yarıiletkenin daha hızlı iletme girmesi ve çıkmasını sağlayan bir tümdevredir. Bir önceki tümdevre örneği olan TLP250'den farkı, kapı işaretlerine yalıtım özelliği verememesi, yalıtımsız şekilde işareti güçlendirmesidir. Bu özelliği ile Buck, Buck-Boost, Full-Bridge gibi DC çeviricilerde kullanılmazken **Boost, Flyback, Push-Pull** gibi yalıtımlı anahtar sürülmesi gerektirmeyen DC çeviricilerde yaygınlıkla kullanılır.

Çalışma şeklinin yanı sıra TC4427'nin MOSFET sürmek için birçok avantajı bulunmaktadır. MOSFET sürerken karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, kapılarının kapasitif olmasıdır. TC4427 tüm devresi 1000pF kapı kapasitesi olan MOSFET'i 25ns'de anahtarlayabilmektedir. Ayrıca 7Ω gibi çok küçük bir çıkış direncine sahiptir. İç koruma elemanları sayesinde ters 5V gerilime ve 0.5A ters akıma dayanabilmektedir. TC4427'nin yüksek hızda çalışabilmesinin sebebi anahtarlama zamanlarının çok kısa olmasıdır. Optimal çalışma koşullarında (uygun

gerilim ve sıcaklıkta),: 19ns yükselme süresi, 25ns düşüş süresi, sırasıyla 20ns ve 40ns yükselme ve düşme sırasında gecikme sürelerine sahiptir.

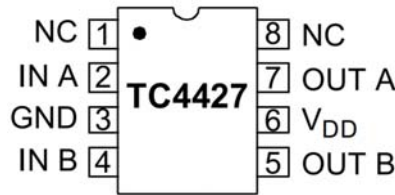
2.1 İç Yapısı

TC4427'nin iç yapısı Şekil 4'te verilmiştir. Giriş bacağına gelen herhangi bir işaret önce bir Zener diyot ile regüle edilir, daha sonra lojik elemanlardan geçerek N ve P kanallı iki MOSFET ile oluşturulan Totem-Pole yapısı ile kuvvetlendirilerek çıkışa verilir. Yine Şekil 4'te görüldüğü gibi tümdevrenin giriş ve çıkış kısımlarının nötr bağlantıları ortaktır, dolayısıyla yalıtım yoktur.



Şekil 4 : TC4427 İç Yapısı

TC4427 tümdevresinin bağlantı noktalarının sıralaması Şekil 5'te verilmiştir. Görüldüğü üzere 2 farklı giriş bağlantısı (IN A ve IN B) ve 2 farklı çıkış bağlantısı (OUT A ve OUT B) bulunmaktadır. IN A ve IN B bağlantıları nötr noktaları ortak olmak şartıyla birbirinden tamamen bağımsızdır. Böylece bir TC4427 devresi ile iki farklı işaret ayrı kollardan kuvvetlendirilebilir. Buna en uygun örnek, birbirine göre 180° kaymış kapı işaretine ihtiyaç duyan **Push-Pull** çeviricisidir. İki farklı kapı işareti tek bir TC4427 ile sürülebilir. Ayrıca IN A ve IN B bağlantıları ortaklanarak tek bir işaret de iki koldan kuvvetlendirilebilir. Böylece çıkış kısmındaki işaretin akım kazancı artmış olacaktır. Tümdevre 6 numaralı bacadan besleme gerilimini alır, 1 ve 8 numaralı bacaklara ise bağlantı yapılmaz.

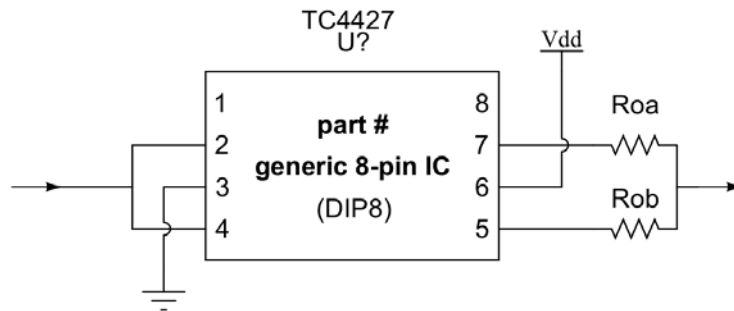


Şekil 5 : TC4427 Bağlantı Diyagramı

2.2 Bağlantı Şeması

TC4427 tümdevresinin 6 numaralı bacağına verilecek olan V_{DD} besleme gerilimi 4,5V ila 18V arasında olmalıdır. Giriş bacaklarına uygulanan gerilimlerin tümdevre tarafından lojik 1 olarak algılanabilmesi için en az 2,4V, lojik 0 olarak algılanabilmesi için en fazla 0,8V olması gerekir.

TC4427 tümdevresinin giriş bacakları yüksek empedansa sahip olduğundan işaretler doğrudan bacaklara bağlanabilir. Ancak yine de işaret ile giriş bağlantıları arasında birkaç $k\Omega$ seviyesinde dirençler koymak uygundur. TC4427 çıkışları olan OUT A ve OUT B bağlantıları ile yarıiletken anahtarın kapısı arasında yerleştirilecek olan R_{OA} ve R_{OB} dirençlerinin değerleri ise tümdevrenin besleme gerilimi ve çıkış bacaklarının akım kapasitesi ile ilgili olarak hesaplanır. Tümdevrenin bağlantı şekli toplu halde Şekil 6'da görülmektedir. Bacaklar ve bağlantılar hakkında ayrıntılı bilgi, bilgi kitapçığının 9. sayfasından bulunabilir.



Şekil 6 : TC4427 Bağlantı Şeması

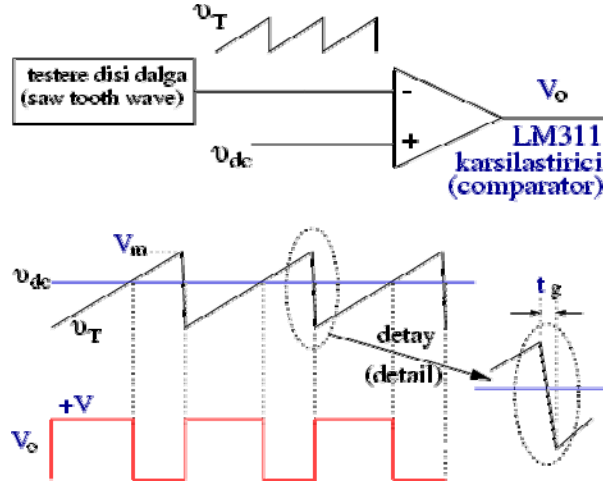
3. UC3525 (PWM ÜRETECİ)

UC3525 (SG3525, KA3525 isimleriyle de bulunabilir), PWM (ing. *pulse width modulation*) kontrollü anahtarlama güç kaynakları için yüksek frekanslı kapı işareti (kare dalga) üreten, aynı zamanda güç kaynaklarının kontrolü için bir işlemsel kuvvetlendirici barındıran 16 bacaklı bir tümdevredir.

UC3525, 120Hz ila 400kHz arasında kare dalga üretebilir, üretilen kare dalganın frekansının, ölü zamanının ve çalışma oranının (ing. *Duty Cycle*) birbirinden bağımsız olarak değiştirilebilmesine imkan verir. İçinde bulunan işlemsel kuvvetlendirici ile kontrol devresi kurulabilmesini ve sahip olduğu iki çıkışından verdiği birbirine göre 180° kaymış 2 farklı işaret çıkışı ile 2 farklı yarıiletken anahtar sürülebilmesini sağlar. Bu iki çıkış işareti ayrı ayrı kullanıldığında **Push-Pull, Full-Bridge, Half-Bridge, Forward** tipi DC çeviriciler için, birleştirilerek kullanıldığında **Buck, Boost, Buck-Boost, Flyback, SEPIC** gibi DC çeviriciler için anahtarlama işaretleri elde edilmiş olur. Tümdevreyi daha ayrıntılı incelemeden önce kare dalganın nasıl oluştuğunu bilmek gerekir.

3.1. Kare Dalga Üretilmesi

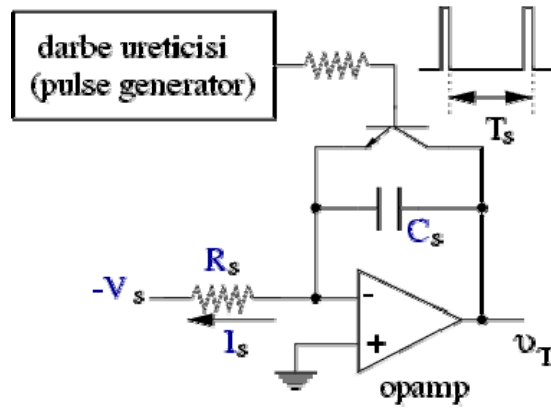
Kare dalga yada darbe genişlik modülasyonu (PWM) temel olarak Şekil 7'de görüldüğü gibi sabit bir doğru gerilimin testere dişi dalgayla bir işlemsel kuvvetlendirici aracılığı ile karşılaştırılması ile üretilir. Testere dişi dalganın frekansı, üretilecek kare dalganın frekansına eşittir. PWM çalışmasında eğer frekans sabit tutuluyorsa –ki genel durum budur– doğru gerilimin genliği değiştirildikçe üretilen kare dalganın çalışma oranı değiştirilmiş olur. Bu mantıkla doğru gerilimin testere dişi dalganın en düşük değerinden daha düşük olması durumunda çalışma oranı 0'ken, doğru gerilim testere dişi dalganın en yüksek değerine eşit veya yüksek ise çalışma oranı 1 olur. Çalışma oranı genellikle yüzde olarak ifade edilir.



Şekil 7 : Darbe Genişlik Modülasyonu

(Yrd. Doç. Dr. Deniz Yıldırım'ın sitesinden alınmıştır.)

Testere dişi dalga (ing. *sawtooth*) ise Şekil 8'deki devre yapısı ile üretilir. İlk olarak C_s kondansatörü sabit bir I_s akımı ile dolar, bu zaman süresince kondansatör gerilimi doğrusal olarak arttığından ve işlemsel kuvvetlendiricinin eviren ucu toprağa bağlı olduğundan işlemsel kuvvetlendiricinin çıkışında testere dişi dalganın yükseldiği kısım görülür. Bu durum devam ederken, periyot süresine göre belirlenmiş bir zamanda darbe üreticiden işaret geldiğinde NPN tipi transistor ilettime girer ve kondansatörün gerilimini çok kısa sürede sıfıra indirir. Böylece testere dişi dalganın keskin düşüş kısmı elde edilmiş olur. Darbe üreticiden gelecek işaretin uzunluğu ve frekansı, R_s , C_s ve V_s değerleri testere dişi dalganın karakteristiğini belirler.



Şekil 8 : Testere Dişi Dalga Elde Edilmesi

(Yrd. Doç. Dr. Deniz Yıldırım'ın Sitesinden alınmıştır.)

UC3525'in iç yapısı çok daha karmaşık olsa da, çıkışlarından elde edilen kare dalga temel olarak bu mantıkla üretilmektedir.

3.2. Bağlantı Şeması

UC3525'in çalışması için gereken devre şeması çok sayıda ayrıntı ve bacak olmasından dolayı öncelikle parça parça incelenecektir. Devamında ise toplu olarak şema üzerinde gösterilecektir (bkz. Şekil 11).

3.2.1. Tümdevrenin beslemesi

UC3525, 15 ve 12 bacaklarından beslenmektedir. Kaynağın pozitif ucu 15 numaralı, negatif ucu 12 numaralı bacağına bağlanmalıdır. Burada dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan ilki tümdevreye uygulanacak gerilimin 8V – 35V arasında olması gerektiğidir. Çıkışta elde edilen kare dalga'nın düzgün olması açısından besleme geriliminin uygulandığı bacaklar arasına tümdevreye çok yakın olmak şartıyla küçük değerli seramik bir kondansatör (yaklaşık 1 μ F) bağlanmalıdır.

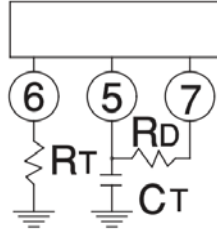
Bir diğer önemli nokta ise tümdevrenin çıkış katı incelendiğinde görülen totem-pole yapısının, aynı nötre sahip olmak şartıyla 13 numaralı baktan ayrıca beslenmesi gerektiğidir. Bu aslında tümdevrenin sağladığı bir esnekliktir, böylece besleme gerilimi ile çıkışta elde edilecek olan kare dalga'nın genlikleri birbirinden farklı seçilebilir. Örneğin tümdevre 12V ile beslenirken çıkış katı 5V ile beslenerek lojik devrelerin düzgün çalışması sağlanabilir. Ancak genel kullanımda 15 ve 13 numaralı bacaklar birbirine kısa devre edilir, böylece tümdevre besleme gerilimi ile kare dalga'nın genliği aynı olur.

Çoğu analog tümdevrenin sağladığı bir özellik olan 5V referans kaynak UC3525 tarafından da sağlanmıştır. Besleme geriliminden bağımsız olan referans gerilim 16 numaralı baktan elde edilebilir. Bu gerilim açık ve kapalı çevrim çalışmada, çeşitli lojik devrelerde kullanılabilir. Dikkat edilmesi gereken husus, 16 numaralı baktan çekilecek akımın 10mA'i geçmemesi gerektiğidir.

3.2.2. Frekans ve ölü zaman

UC3525 ile elde edilen kare dalga'nın frekansı 5 ve 6 numaralı bacaklara bağlanan kondansatör ve direncin değerine bağlıdır. 5 ile 7 numaralı bacaklar arasına bağlanan bir direnç ise ölü zaman ayarı yapmakta kullanılır. Bu ölü zaman aynı zamanda maksimum çalışma oranı belirlenmesinde de kullanılır. Şekil 9'da frekans ve ölü zaman ayarı yapan elemanlar gösterilmiştir. Ölü zaman istenmediği durumda

5 ve 7 numaralı bacaklar birbirine kısa devre edilebilirken, R_D direnci en fazla $1k\Omega$ olabilir.



Şekil 9 : Frekans ve ölü zaman ayarı için elemanların bağlantı şekli.

Şekil 9'da tanımlanan R_D , R_T ve C_T parametreleri arasında bilgi kitapçığında verilmiş olan aşağıdaki bağıntı kullanılarak kare dalgaının frekansı belirlenmiş olur.

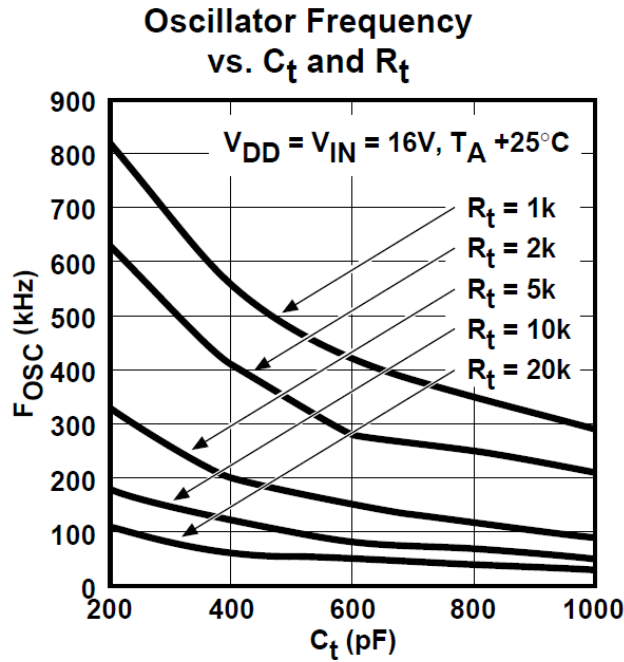
$$f = \frac{1}{C_T(0.7 * R_T + 3 * R_D)}$$

Böyle bir bağıntının yanında, parametreleri seçerken UC3525'in çalışma bölgesinde kalınması gerekmektedir:

$$f_{\min}: 120\text{Hz} (R_T = 200k\Omega \text{ ve } C_T=0.1\mu\text{F})$$

$$f_{\max}: 400\text{kHz} (R_T = 2k\Omega \text{ ve } C_T=470\text{pF})$$

Bilgi kitapçığından alınmış olan Şekil 10 üzerinde farklı R_T ve C_T değerleri için üretilen frekanslar belirtilmiştir.



Şekil 10 : UC3525 Frekansı için eleman değerleri.

Devrenin tasarım aşamasında bu eğrilerden faydalanılabilir. Tasarlanılan devrede frekans değerinin değişken olması istenirse R_T direnci sabit bir direnç ve yanına değişken direnç olarak seçilerek frekans ayarı yapılabilir.

3.2.3. Açık Çevrim Kontrolü ve Çalışma Oranı Ayarı

Bir DC çeviricinin açık çevrim olarak kontrol edilmesi, çıkışında elde edilmek istenen parametrenin otomatik olarak değil insan eliyle ayarlanmasıdır. Örneğin girişindeki 5V'u 12V'a çeviren açık çevrim kontrollü bir Boost devresinin giriş gerilimi 10V'a yükseldiğinde, kapalı çevrim kontrolü olmadığından çıkış gerilimi de 24V'a yükselecektir. Bunu fark eden bir kimse çıkış gerilimini tekrar 12V olarak görünceye kadar kontrol işaretini azaltmalı ve çalışma oranını düşürmelidir.

Açık çevrim kontrolünde UC3525 devresinin içinde bulunan işlemsel kuvvetlendirici kontrolör değil takip edici (ing. *follower*) olarak kurulmalıdır. Takip edici yapısında işlemsel kuvvetlendiricinin çıkış ucu, eviren ucuna bağlanır. Böylece evirmeyen uçtaki gerilim aynen çıkış ucuna aktarılmış olur. UC3525 bacak dağılımında bunu oluşturmak için 9 ve 1 numaralı bacaklar kısa devre edilmelidir.

2 numaralı bacadaki ise ayarlanabilir bir gerilim olmalıdır ki böylece çalışma oranının değişimi sağlanabilsin. Bu amaçla tümdevrenin sağlamış olduğu referans 5V gerilimi ile nötr arasına 10k Ω ila 100k Ω arasında bir ayarlanabilir direnç (potansiyometre) bağlanır ve potansiyometrenin orta ucu işlemsel kuvvetlendiricinin evirmeyen ucuna yani 2 numaralı bacağına verilir. Böylece potansiyometre değeri değiştirilerek 2 numaralı bacadaki görülen doğru gerilim ve böylece çalışma oranı ayarlanır.

3.2.4. Kare dalga çıkışı

UC3525 tümdevresi 11 ve 14 numaralı bacaklarından aynı frekansta ve birbirine göre 180° kaymış iki farklı kare dalga çıkışı vermektedir. İstenilen frekans ve çalışma oranı değerlerini elde etmek için bu iki çıkış beraber kullanılmalıdır. İki çıkış birbirine göre kaymış olduğundan birbirine direnç üzerinden bağlanmalıdır. Çünkü çıkışlardan birinde lojik 1 var ise diğerinde kesinlikle lojik 0 vardır. Bu durumda bağlanan dirençler, kaynağın çıkış bacakları üzerinden kısa devre olmasına ve tümdevrenin yanmasına engel olurlar. Bu dirençler Şekil 11'de R_1 ve R_2 olarak görülmektedir. Aynı şekildeki R_3 direnci ise kuvvetlendirici tümdevresine gidecek olan çıkışı sınırlamak için kullanılır. Bu üç direnç, belirli bir besleme gerilimi için

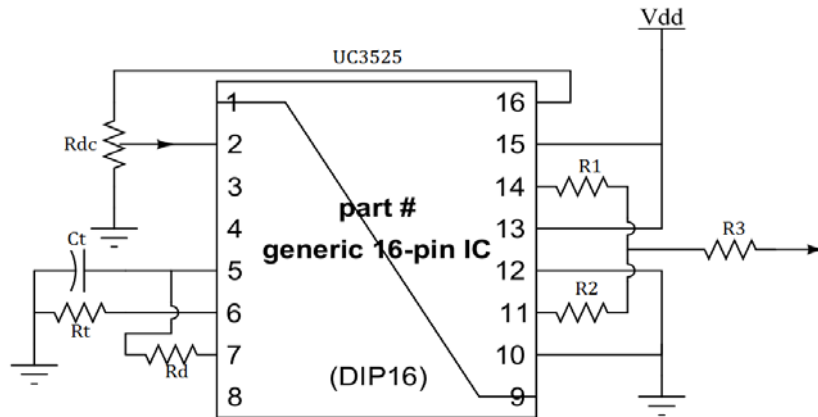
UC3525'in çıkış bacaklarının maksimum akımı olan 500mA değerini aşmamasını sağlayacak kadar olmalıdır. Örnek bir çalışma için R_1 ve R_2 470 Ω , R_3 100 Ω seçilebilir.

3.2.5. Diğer bağlantılar

Bir arıza oluşması durumunda tümdevrenin çalışmasının engellenmesi için 10 numaralı bacak kullanılabilir. Bu bacağa verilen lojik 1 (5V) tümdevrenin çalışmasını engeller ve tüm çıkış işaretlerini bu arıza giderilene kadar kapatır. Bu bacak kullanılmak istenmiyorsa doğrudan nötre bağlanmalıdır.

3 ve 4 numaralı bacaklar birden çok UC3525 tümdevresinin senkron olarak çalışması durumlarında kullanılırlar. Böylece çoklu bir UC3525 grubundan bir tanesi ana eleman ve diğerleri yardımcı eleman olarak görev alarak senkron bir anahtarlama işlemi gerçekleştirebilirler.

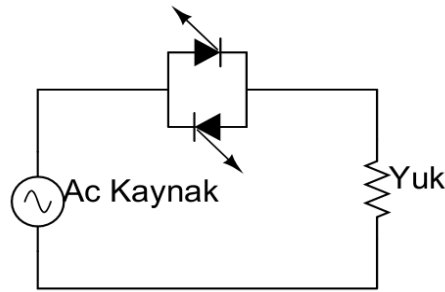
8 numaralı bacak yumuşak kalkış (ing. *soft-start*) için kullanılır. Tümdevre beslemesi verildiği an çıkışların tam kapasite çalışması durumunda kontrol edilen güç kaynağından ani akım darbeleri oluşabilir. 8 numaralı bacağa bağlanan küçük değerli seramik bir kondansatör ile besleme geriliminin verilmesi ile çıkışların tam kapasite aktif hale gelmesi arasında bir gecikme eklenmiş olur. Bu özellik kullanılmak istenmediğinde bacak boş bırakılmalıdır.



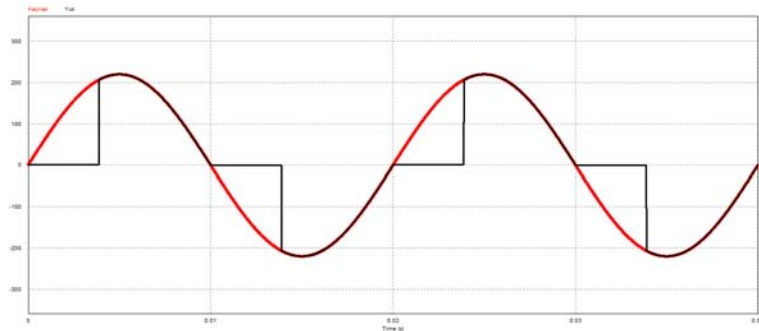
Şekil 11 : Örnek bir UC3525 bağlantı şeması.

4. TCA785(TRİSTÖR SÜRÜCÜ) ve ALTERNATİF AKIM KIYICI TEST DEVRESİ

Günlük yaşamda ya da endüstriyel alanda kullanılan elektrikli bir çok alet alternatif akımla çalışmaktadır. Gündelik yaşam için ısıtıcılar ve lambalar, endüstriyel alan için de senkron ve asenkron motorlar örnek olarak gösterilebilir. Bu elemanları farklı hız ya da seviyelerde çalıştırmak için alternatif akım kıyıcı devrelerine ihtiyaç duyulur. Alternatif akım kıyıcının çalışma prensibi gerilimin pozitif ve negatif alternansta, ateşleme olarak bilinen mekanizma ile 0'dan farklı açılarda yüke aktarılmasıdır. Temel bir AC kıyıcı devresi olan Şekil 11'de, Psim devre simülasyon programı ile çalıştırıldığında elde edilen Grafik 2'de görüldüğü üzere kaynaktan yüke 0 ile 70 ve 180 ile 250 dereceleri arasında bağlantı kesilmiştir. Tasarımcı tarafından istenirse, sadece pozitif ya da sadece negatif alternans kıyılarak yarı kontrollü alternatif akım kıyıcı da yapılabilir.



Şekil 11: Alternatif Akım kıyıcı Devresi

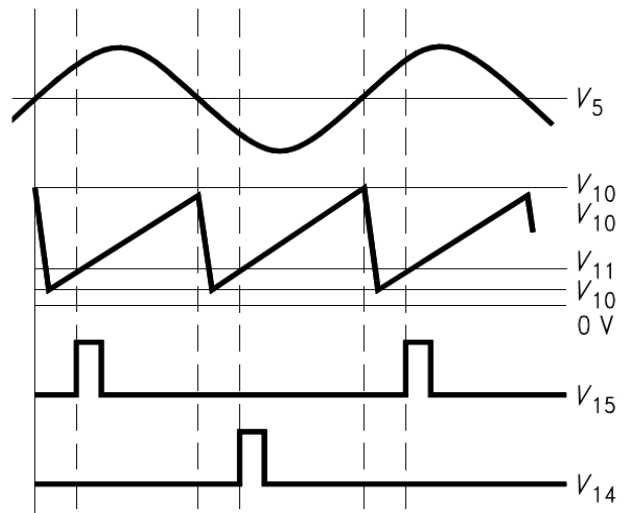


Grafik 2: AC kıyıcı Simülasyon Sonuçları (Psim programından alınan sonuçlar)

Alternatif akım kıyıcılar da yarı iletken eleman olarak genellikle Tristör ya da iki tristörün birleşiminden oluşan triyak kullanılır. BJT ya da MOSFET'in Tristöre göre daha az kullanılmasının sebebi ise Tristörlerin ateşlenip ilettime geçtikten sonra kapı akımına ihtiyaç duymamaları, daha yüksek güçlerde çalışabilmeleri ve doğal komütasyonlu olmalarıdır. Şebeke ile senkronizasyon gerektirdiği için zaten karmaşık olan sürücü devreleri Tristör için daha kolaydır.

4.1. TCA785 (Tristör Sürücü)

Alternatif akımla çalışan sistemlerde, doğrultucu ya da AC kıyıcı, yarı iletken elemanların ateşlenmesi için (ilettime geçmeleri için) öncelikle şebekenin 0 geçişleri tespit edilir, daha sonra 0 geçişlerine göre senkronizasyon sağlanır. Bu süreç birkaç farklı analog işlemden oluşur. İlk olarak şebekeden alınan referans gerilim bir op-amp (işlemsel kuvvetlendirici) kullanılarak 0 geçişlerinde başlayan bir kare dalga elde edilir (pozitif ve negatif için ayrı ayrı yapılır), oluşturulan kare dalgalar ile bir kapasite doldurulup boşaltılır, böylece testere dişi dalgalarla (rampa voltajı) elde edilir. Testere dişli dalga ise başka bir op-amp üzerinden sabit bir gerilim ile karşılaştırılır ve tristör ateşleme sinyali elde edilir. Testere dişle kare dalganın gerilimi değiştirilerek farklı açılarda ateşleme sağlanır. Grafik 3'de görüldüğü üzere V_5 şebeke gerilimi ve bu gerilime bağlı olarak elde edilen V_{10} testere dişli dalga ve karşılaştırıldığı V_{11} sabit DC gerilimi verilmiştir, bunlara bağlı olarak da negatif ve pozitif alternans için ateşleme sinyalleri olan V_{14} ve V_{15} elde edilir.

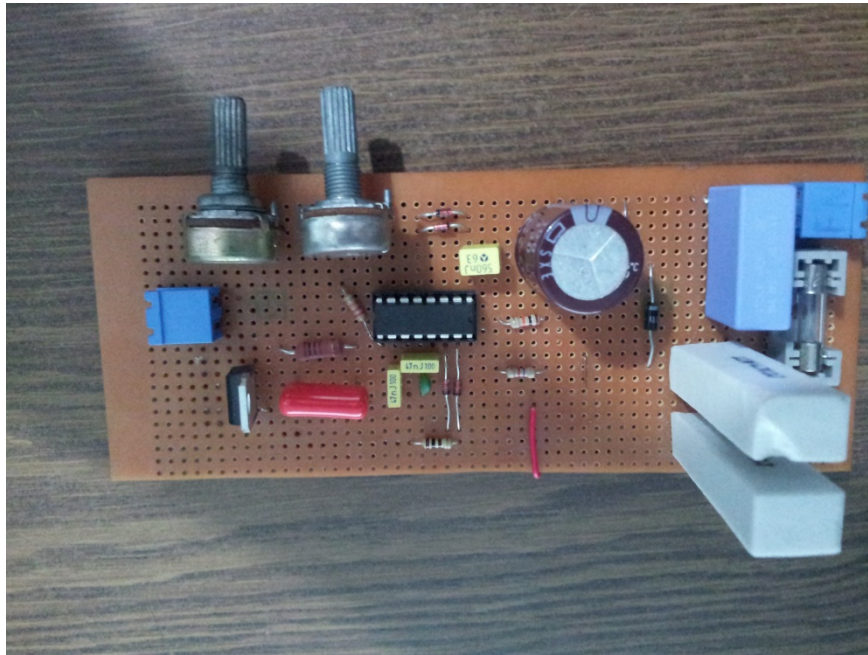


Grafik 3: Tristör Ateşleme Grafikleri (TCA785 Datasheet'inden alınmıştır.)

TCA785 tüm devresi ise yukarıda bahsedilen analog elektronik işlemleri yapan bir 16 bacaklı bir tüm devredir. Tristör ya da Triyak gibi ateşleme sinyali ile çalışan yarı iletken elemanları ya da BJT ve MOS FET gibi sürekli iletim sinyali ile çalışan yarı iletken elemanları sürmek için tasarlanmıştır. Bu tüm devre yüksek sıcaklıklara dayanabilir, 3 fazlı sistemlerde çalışabilir, 0 geçiş anahtarı olarak kullanılabilir.

4.2. AC Kıyıcı Test Devresi Tasarımı

TCA 785 tüm devresinin ve bir AC kıyıcının çalışmasını incelemek için, tüm devrenin datasheet'inde bulunan test devresinden yola çıkılarak bir AC kıyıcı devresi gerçekleştirilmiştir(Resim 1). Aşağıda ilk olarak TCA785'in bağlantıları ve buna bağlı olarak da devrenin tasarımı anlatılacaktır.



Resim 1: AC Kıyıcı Devresi

Birçok tüm devre gibi TCA785 tüm devresi de DC gerilimle çalışır. Tasarım aşamasında karşılaşılan sorunlardan biri de budur. Alternatif akımla çalışan bir sistemde bir tüm devreye DC gerilim 2 şekilde sağlanır: ilk yol dışarıdan bir DC kaynak bağlamaktır. Ancak bu yol kullanıldığında iki sistem aynı toprakta olmayacağı için daha karmaşık bir yapıya ihtiyaç duyar. İkinci yol ise devrenin içinde doğrultucu yapısı kullanmaktır.

Doğrultucu yapısı için öncelikle şebeke gerilimini üzerinde düşürecek, bir nevi transformatör görevi görecek olan yüksek güçlü bir direnç kullanılır. Daha sonra gerilimi doğrultmak için bir diyot, bu diyotla toprak arasına bir kapasite ve gerilimi regüle etmek için bir zener diyot kullanılır. Ayrıca tüm devrenin toprağı ve beslemesi arasına ikinci bir kapasite kullanılması gerekir.

TCA785 tüm devresi +18V'a kadar 16 numaralı bacaktan " V_s " gerilimi ile beslenir(daha fazlası tüm devreye zarar verir). 1 numaralı bacak ise topraktır. Şebeke gerilimi ise 5 numaralı bacaktan tüm devreye yine değerli bir diren üzerinden verilir. Bu bacağa giren ya da çıkan akım 200uA'den küçük olmalıdır. Ayrıca alternatif akımın devresini tamamlayabilmesi için 1 ve 5 numaralı bacaklar arasına ters yönlü paralel iki diyot yerleştirilmelidir. tüm devrenin 6 numaralı bacağı devreyi sınırlayan bacaktır, besleme gerilimi V_s daha büyük olsa da devre 6 numaralı bacaktaki gerilimle sınırlıdır.

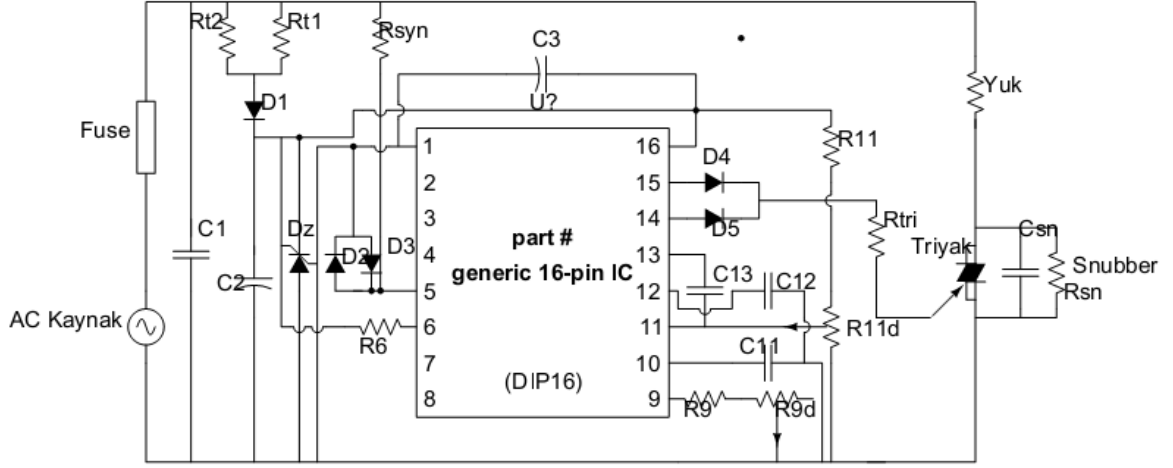
Devrede oluşturulacak olan rampa gerilimi için en önemli elemanlar 10numaralı bacağa bağlanacak olan kapasite(C_{10}) ve 9 numaralı bacağa bağlanan dirençtir(R_9). Bir başka önemli eleman ise nokta ise 11 numaralı bacaktaki gerilimdir(V_{11}). Bu bacağa gerilim bölücü ile 0'dan V_s gerilimine kadar farklı gerilimler uygulanır. Bu üç eleman 0 ile 180 derece arasındaki α açısını belirler aralarında şöyle bir bağıntı bulunur, $V_{ref}=3V$ olmak üzere (datasheet'ten alıntıdır.):

$$t_r = \frac{V_{11} + R_9 + C_{10}}{V_{Ref}}$$

12 numaralı bacağa bağlanacak olan kapasite ise (C_{12}) üretilen ateşleme sinyalinin uzunluğu belirler. Bu bacak toprağa bağlandığında ateşleme sinyali α 'dan 180'e kadar olur.

15 ve 14 numaralı bacaklar çıkış sinyalini üretir(Burada kullanılmayacak ama 2 ve numaralı bacaklarda 15 ve 14'ün negatif olan sinyallerini üretirler). 15 pozitif alternans, 14 negatif alternans içindir, birbirini üzerinden akım akmaması için iki tane paralel diyot kullanılarak tek bir triyak'ı beslemeleri de mümkündür.

Aşağıda verilen Şekil 12'de kurulan test devresinin şeması verilmiştir:



Şekil 12: TCA785 ile kurulan AC kıyıcı test devresi

Devredeki elemanlar:

Dirençler:

$R_{t2} = R_{t1} = 4k7 \Omega$ 11W (taş direnç), $R_6 = 10k \Omega$, $R_9 = 22k \Omega$, $R_{9d} = 500k \Omega$ Pot, $R_{11} = 4k7 \Omega$, $R_{11d} = 10k \Omega$ Pot, $R_{syn} = 270k \Omega$, $R_{tri} = 100 \Omega$, $R_{sn} = 1k \Omega$ (2W)

Diyotlar:

$D_1 = 1N4007$, $D_2 = D_3 = D_4 = D_5 = 1N4003$, $D_z = 15V$ Zener Diyot.

Kapasiteler:

$C_1 = 220nF$ 630V, $C_2 = 560nF$, $C_{13} = C_{11} = 47nF$, $C_3 = 330uF$, $C_{12} = 600pF$

Sigorta:

1A

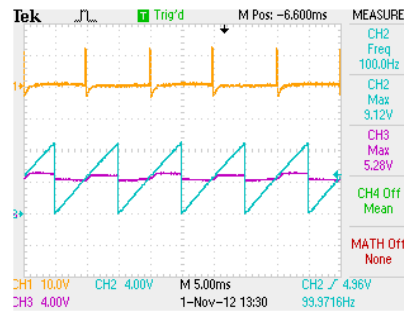
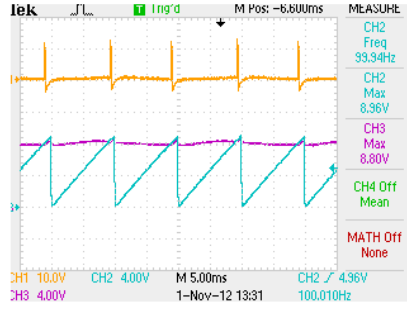
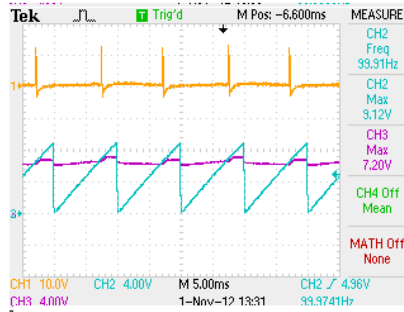
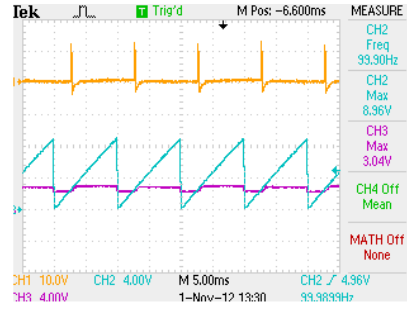
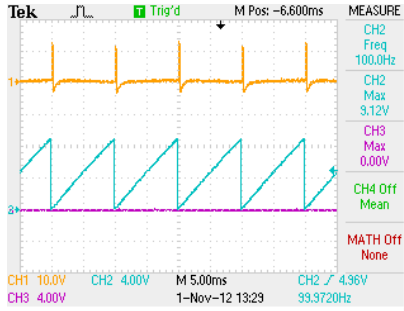
Triyak:

BTA12-6DDC

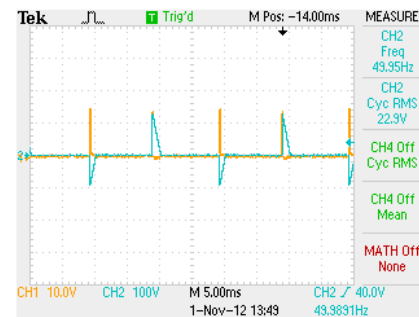
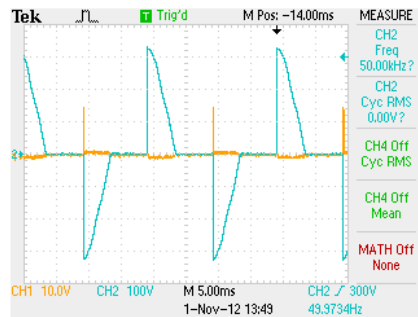
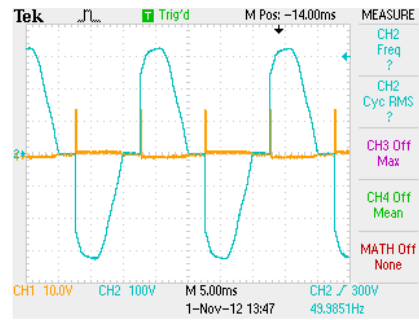
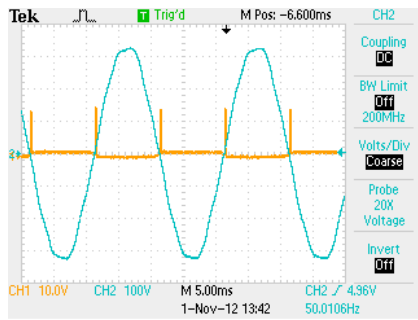
4.3. Sonuçlar

Kurulan AC kıyıcı test devresi tamamlandıktan sonra testler yapılmış ve teorik olarak bahsedilen dalga şekilleri görülmüştür.

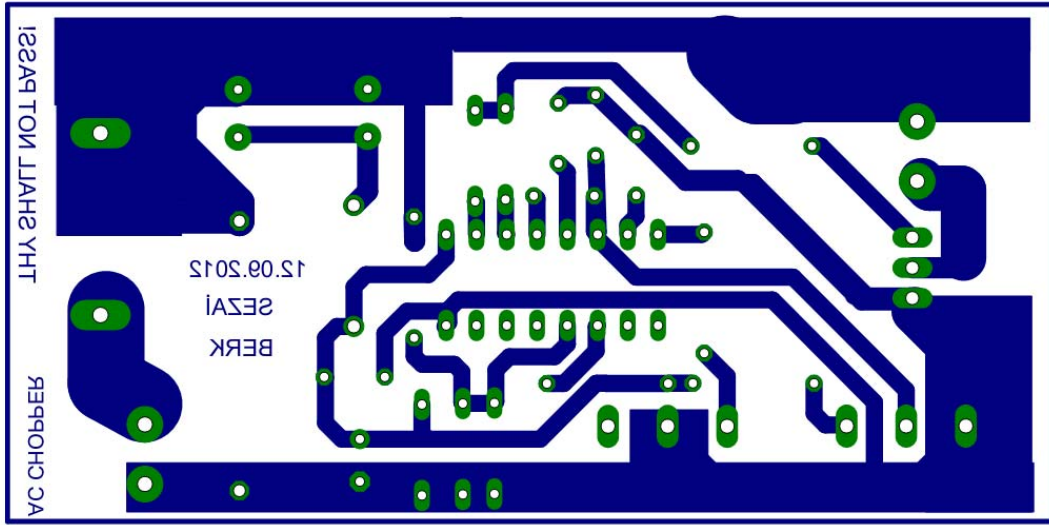
Aşağıdaki grafiklerde 11 numaralı bacağa uygulanan V_{11} gerlimi (mor olan) değiştikçe ateşleme açısının (sarı olan) nasıl değiştikği görülüyor. Ateşleme açısı olan α 'nın 0° , 45° , 90° , 135° ve $\sim 180^\circ$ olduğu durumların dalga şekilleri verilmiştir:



Bununla beraber sinüs dalgasının istenen açıdan ateşlenmesi de aşağıdaki gibidir:



Devrenin Eagle Programıyla çizilmiş baskı devre hali:



Referanslar

1. **TLP250 Bilgi Kitapçığı**
<http://www.denizyildirim.org/mylibrary/data/tlp250.pdf>
2. **TC4427 Bilgi Kitapçığı**
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21422D.pdf>
3. **UC3525 Datasheet'i:**
<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/TelComSemiconductor/mXuwwxu.pdf>
4. **TCA785 Datasheet'i:**
<http://www.call-n-deal.de/uwe/projekte/stagelighting/pp785/tca785.pdf>
5. **Yrd. Doç. Dr. Deniz Yıldırım'ın web sitesi:**
<http://www.denizyildirim.org/>

Kullanılan Simülasyon Programı: Psim

Kullanılan Çizim Programı: Xcircuit

Kullanılan Baskı Devre Çizim Programı: Eagle