

MİKRO KONTROLÖR İLE SCR TETİKLEME DEVRESİ TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

ERCAN KURAK¹, VOLKAN ERDEMİR²

ÖZET

Günümüz güç elektroniği, endüstriyel ve tüketici elektroniği çerçevesinde yaygınlaşmakta ve gücün kontrolü önem kazanmaktadır. SCR tetiklenmesinde, AC şebeke gerilimi ile senkronize rampa sinyali ve kosinüs sinyali olarak bilinen yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada 8 bit yapısında PIC (Peripheral Interface Controller) temelli mikro kontrolör kullanılarak faz kontrolü gerçekleştirilmiştir. Simülasyon LTSPICE IV yazılımı ile SPICE benzetimi yapılarak devre parametreleri (sürücü ve SCR akım ve gerilimleri) test edilmiştir. Gerçekleştirilen uygulama devresine rezistif yük bağlanarak, osiloskop yardımıyla tetikleme palsleri ve yük gerilimleri izlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikro kontrolör, PIC, SCR, Faz Kontrolü, SCR Tetikleme Devreleri.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SCR TRIGGER CIRCUIT USING MICROCONTROLLERS

ABSTRACT

Power electronics is gaining wide spread usage in industrial electronics and consumer electronics, making the control of power utterly significant. In SCR trigger, ramp signal synchronized to AC mains voltage, and cosine signal are among the widely used methods. This study attempts a phase control using 8 bit PIC (Peripheral Interface Controller) based microcontrollers. Circuit parameters (driver circuit, and SCR currents and voltages) are tested using a SPICE simulation created on Simulation LTSPICE IV software. Resistive load is connected to the control circuit. The triggering pulse and load voltage variation is monitored using an oscilloscope.

Keywords: Microcontroller, PIC, SCR, Phase Control, SCR Trigger Circuits.

GİRİŞ

Birkaç Watt güç düzeyinden birkaç kW güç düzeyine kadar AC bir fazlı ısıtıcılar, transformatörler ve AC indüksiyon motorları faz kontrollü yardımıyla kontrol edilmektedirler. Birçok AC konverter için temel güç elemanı olarak SCR kullanılmaktadır (Roman, A. ve Heiligenstein, A. 2002). SCR'lerin tek dezavantajı sürücü devrelerinin karmaşıklığı ve tetikleme zamanlaması için birçok çevre bileşenine sahip devreler gerektirmesidir. Bu deneysel çalışmada, şebeke frekansına ve de istenilen orana göre mikro kontrolör tüm kontrolün gerçekleştirilmesine imkan tanımaktadır.

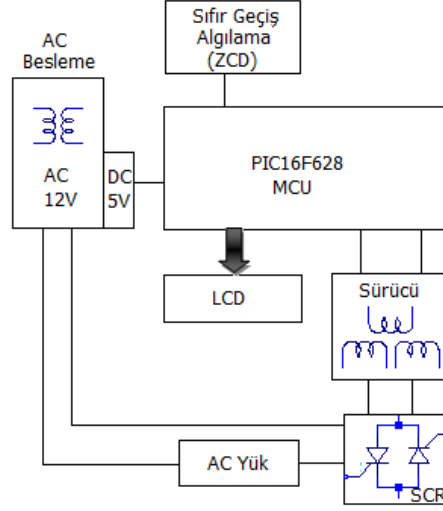
Bu çalışmada PIC16F628A mikro kontrolörün AC şebeke gerilimi sıfır noktasından geçişi optokuplör ile algılanması sağlanmış ve istenilen tetikleme açısına göre SCR'lerin tetikleme zamanlamasını gerçekleştirmektedir. Devre üzerinde yer alan LCD üzerinde değerlerin görülmesi sağlanmaktadır. Oluşturulan devrede ADC birimine sahip işlemci kullanılarak devre gerilim ve akım parametreleri ekran üzerinden takip edilmesi sağlanabilmektedir. İstenildiğinde uzaktan erişim sağlanabilmektedir.

1 Öğretim Görevlisi, Kırklareli Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, ercan.kurak@kirkclareli.edu.tr

2 Öğretim Görevlisi, Kırklareli Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, volkan.erdemir@kirkclareli.edu.tr

YÖNTEM

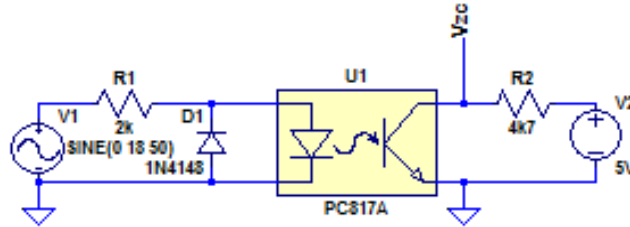
Deneyisel çalışma için oluşturulan devre blok diyagramı Şekil 1’de görülmektedir. Mikro kontrolör sıfır geçiş devresinden aldığı sinyal ile istenilen tetikleme açısına bağlı olarak SCR’ler için tetikleme sinyalinin üretilmesini sağlamaktadır.



Şekil 1. Devre blok Diyagramı

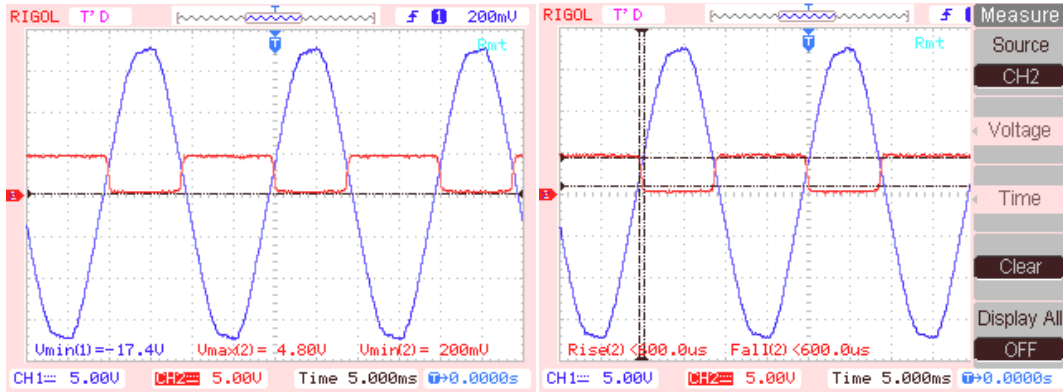
AC Gerilim Sıfır Geçiş Devresi

Sıfır geçiş pulsi, Ac şebeke gerilimi üzerinde yer alan opto kuplör çıkışından kare dalga olarak alınmaktadır. Pozitif yarı periyot kare dalganın sıfır seviyesini, negatif yarı periyot ise kare dalganın +5V seviyesini oluşturmaktadır. Sıfır geçiş algılama (Zero Crossing Detect) işlemi Şekil 2’de görülen devre ile sağlanmaktadır.



Şekil 2. AC Sıfır geçişinin elde edilmesi

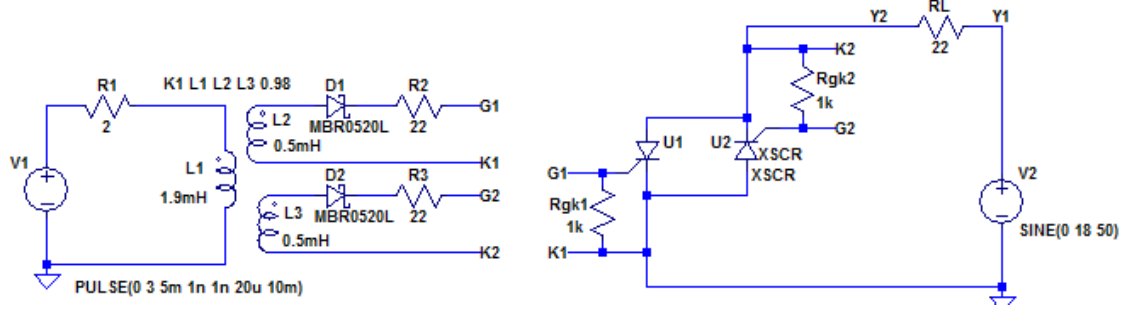
Kullanılan PC817 opto kuplörün akım transfer oranı 5mA, anot akımı altında %300-%600 arasında olduğundan AC gerilimin sıfır anı ile çıkış gerilimi değişimi arasında zaman farkı çok azalmaktadır. Elde edilen sıfır geçiş sinyali Şekil 3’de görülmektedir.



Şekil 3. Sıfır geçiş sinyalinin elde edilmesi

Sürücü Devresi ve SCR'ler

SCR'lerin tetiklenmesi için sürücü katında pals transformatörü kullanılmıştır. Pals transformatörü, çıkışlarında kullanılan Schotky diyot üzerinden SCR gate akımını sağlamaktadır. Şekil 4'de görüldüğü gibi iki adet SCR için pals transformatöründe bağımsız sekonder sargıları mevcuttur. Sürücü katının, G1-K1 ve G2-K2 çıkış uçları SCR1 ve SCR2 için Gate ve Katot uçları yer almaktadır. SCR'lerin Gate-Katot uçları arasında R_{GK} direnci kullanılarak, iletme geçme süreleri iyileştirilmektedir.



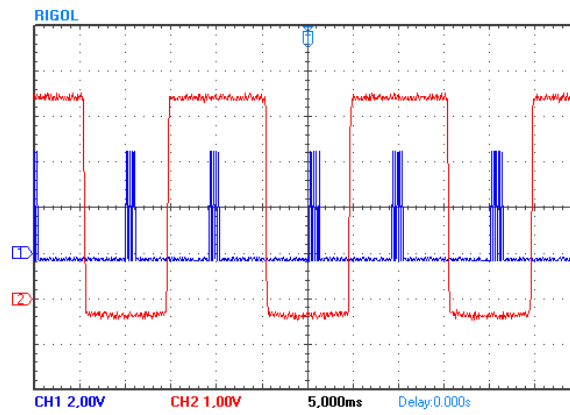
Şekil 4. Sürücü katı ve SCR'ler

Devrede yükün kontrolü için BT151 SCR kullanılmıştır. Üretici verilerine göre, iletme geçme süresi (t_{gt}) $2\mu s$ ve gerekli gate akımı (I_{GT}) ise 2-15mA'dir. İletim durumunda V_{AK} gerilimi 0,6-1,5V'tur. Deneysel çalışmada AC 12V ve de 22 Ω değerinde omik yük kullanılmıştır.

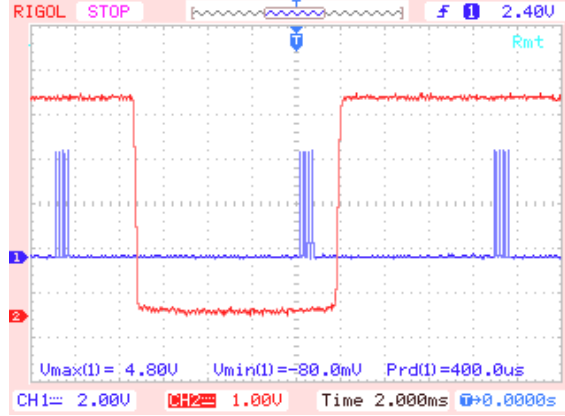
Tetikleme Palsinin Üretilmesi

PIC16F628 mikro denetleyicide bulunan 4MHz'lik dahili osilatörü ile harici bir osilatör kullanılması gereği ortadan kaldırılmıştır. Tetikleme açısının değiştirilmesi için RB1 portu bir buton ile bağlıdır; RB2 portu ise, tetikleme işlemini başlatmayı ve durdurmayı sağlayan bir butona bağlıdır.

Mikro kontrolörün RB0 portu, donanım kesmesi oluşturmak için kullanılmaktadır. RB0 portuna bağlı sıfır geçiş pulsü, AC gerilimin pozitif yarı periyodunda lojik 0 ve negatif yarı periyodunda ise lojik 1 değeri üretmektedir. Başlangıçta yükselen kenar için donanım kesmesi oluşturulurken, kesme meydana geldiğinde düşen kenar için kesme ayarlanmaktadır. Her yükselen ve düşen kenar ile tetikleme işleminin başlangıç-bitiş zamanlaması kesinleştirilmektedir. Donanım kesmesinin kullanılması, mikro kontrolörün tetikleme zamanı gecikmesinin ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır.



Şekil 5. Sıfır geçiş pulsü ve 90° tetikleme açısı için sürme pulsü



Şekil 6. Sıfır geçiş palsi ve 150° tetikleme açısı için sürme palsi

Mikro kontrolör içerisinde yer alan 8 bit uzunluğundaki TMRO sayıcısı, 0-255 arasında sayma işlemi gerçekleştirir. Bu devre TMRO sayıcısı, tetikleme zamanlaması için kullanılmıştır.

Sıfır geçiş palsinin her yükselen ve düşen kenarında donanım kesmesi meydana gelmesi ile seçili tetikleme açısı için TMRO sayıcısı hesaplanan sayma değerine ayarlanır. TMRO kesmesi aktif hale getirilir. TMRO kesmesi oluştuğunda RB3 portu, 40µs periyot ve 25kHz ile transistörü tetikleyerek, sürücü transformatörünün SCR'ler için gate tetikleme sinyali üretmesi sağlanır.

SONUÇLAR

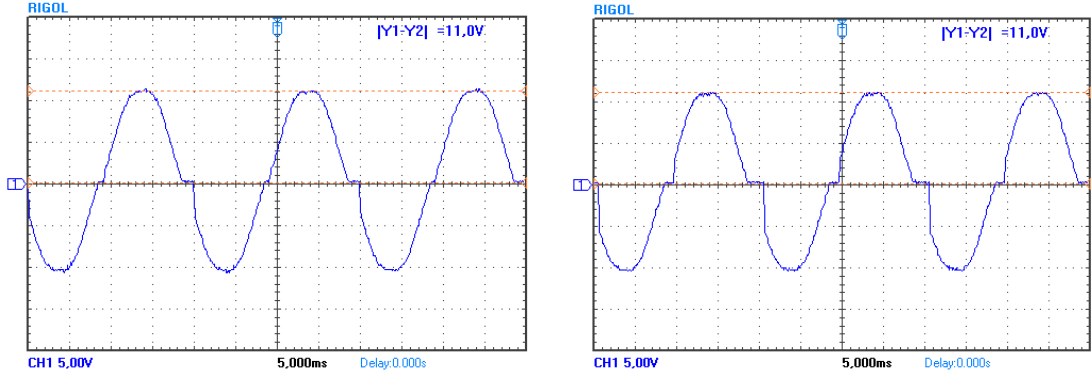
SCR tetikleme açısı 0-180° derece aralığında kademeli olarak değiştirilerek yük üzerindeki gerilimin değişimi osiloskop ile incelenmiştir. Şekil 7 ile şekil 10 arasında görülen ölçümler alınmıştır.

AC gerilim sıfır geçiş devresi için alınan değerler aşağıdaki Tablo 1' de verilmiştir.

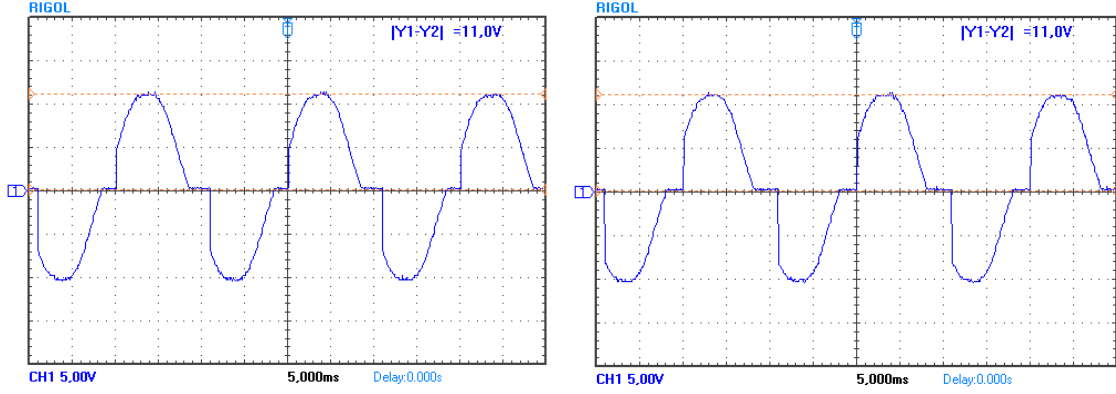
Tablo 1. AC Gerilim ve Sıfır Geçiş Palsi Ölçüm Değerleri

Ölçülen Büyüklük	AC Şebeke Gerilimi	Sıfır Geçiş Palsi
Vmax	14,1V	4,80V
Vmin	-14,2V	0.00uV
Frequency	50,00Hz	50,00Hz
Rise Time	5,600ms	700,0us
Fall Time	5,500ms	600,0us
Period	20,00ms	20,00ms
Pulse Width+	10,00ms	10,10ms
Pulse Width-	10,00ms	9,900ms

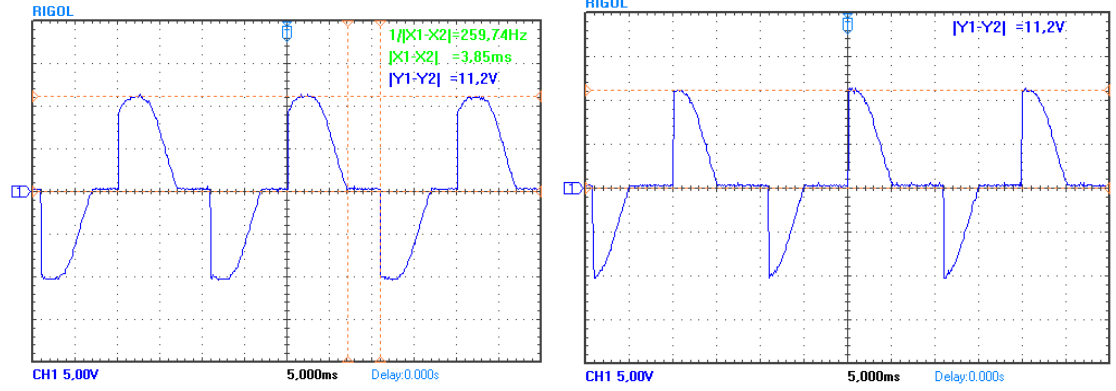
Mikro kontrolör yazılımda öngörülen donanım kesmesi yöntemi yaklaşımı, Tablo 1'de alınan ölçüm değerlerine göre uygulamada olumlu sonuçlar verdiği ve de yayılma gecikmesinin 600µs ile 700µs aralığında olduğu tespit edilmiştir.



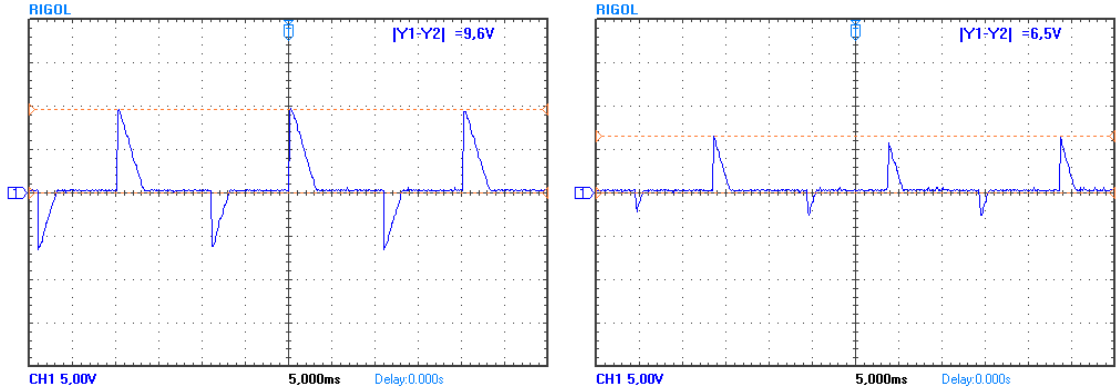
Şekil 7. Tetikleme açısı (a) 2° (b) 10° için yük gerilimi



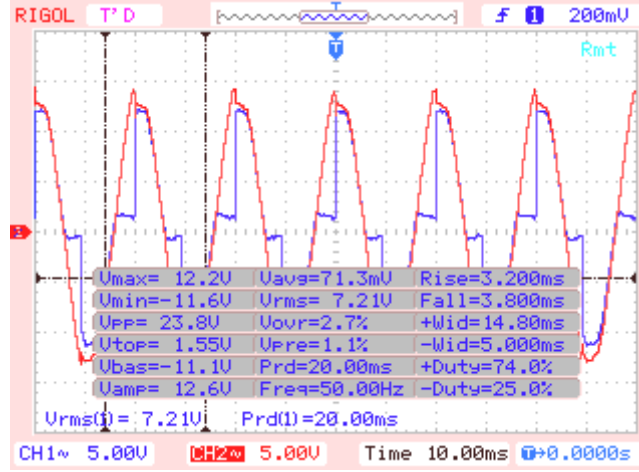
Şekil 8. Tetikleme açısı (a) 15° derece (b) 30° derece için yük gerilimi



Şekil 9. Tetikleme açısı (a) 60° derece (b) 90° için yük gerilimi



Şekil 10. Tetikleme açısı (a) 150° (b) 160° için yük gerilimi



Şekil 11. AC şebeke gerilimi ile 90° tetikleme açısı altında yük gerilimi ölçümü

ÖNERİLER

AC şebeke ile kontrol sistemi arasında elektriksel yalıtım sağlanarak, SCR'lerin AC gerilimin 0° ile 180° arasında iletimi kontrol edilebilmesi sağlanmıştır. Tetikleme sinyalinin üretilmesi ve kontrolün sağlanması için çok az sayıda çevre bileşeni kullanılarak, verimli enerji yönetimi sağlanmıştır. Bu yöntemin üç fazlı konverter sistemlerinde de uygulanması mümkündür.

KAYNAKÇA

- Littelfuse Teccor Electronics Inc. Application Note "Triggering and Gate Charecteristic of Thyristors" <http://www.littelfuse.com> Erişim Tarihi: Kasım 2012
- Lahade, Shashikant V., Hirekhan, S. R. ve Bedare, C. Y. (2012). Design and Implementation of Digital Trigger Circuit for Converter. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* Vol. 1 Issue 3, May – 2012
- Microchip Application Note AN958 (Yıl). *Low-Cost Electric Range Control Using a Triac*. www.microchip.com Erişim Tarihi: Ağustos 2012
- ON Semi Conductor Inc. (Yıl). *Thyristor Theory and Design Considerations*. <http://www.onsemi.com> Erişim Tarihi: Ağustos 2012
- Philips Semiconductors Power Semiconductor Applications (1994). *Power Control with Thyristors and Triacs*. Philips Semiconductors
- Rashid, M. H. (Yıl). *Power Electronics Handbook*. Academic Press
- Rahman, K. M., Choudhury, M. A. ve Tofayel, A. Z. (2004) "An At89c51 Microcontroller Based Control Circuit For Dual Three Phase Controlled Rectifier. *3rd International Conference on Electrical & Computer Engineering ICECE 2004, 28-30 December 2004, Dhaka, Bangladesh*
- Roman, A. ve Heiligenstein, A. (2002). *SCR Power Teory Training Manual*. Chromalox Inc. 2002
- Tirtharaj, S. ve Pijush, K. B. (2011). Design and Implementation of Firing Circuit for Single Phase Converter. *International Journal of Computer and Electrical Engineering, Vol. 3, No. 3, June 2011*
- Teccor Electronics Inc. *Triggering and Gate Characteristics of Thyristors*.