

## Arduino ile Tek Fazlı AC Kıyıcı Devresi Tasarımı ve Uygulaması

Recai ÖZCAN<sup>1</sup>, Ahmet TOPRAK<sup>2</sup>, Ayşegül TOPRAK<sup>3</sup>

Selçuk University, Konya, Turkey

<sup>[1]</sup> [recaiozcan@selcuk.edu.tr](mailto:recaiozcan@selcuk.edu.tr), <sup>[2]</sup> [atoprak@selcuk.edu.tr](mailto:atoprak@selcuk.edu.tr), <sup>[3]</sup> [aytoprak@selcuk.edu.tr](mailto:aytoprak@selcuk.edu.tr)

**Özet:** Bu çalışmada, elektrik bölümü öğrencileri için güç elektroniği laboratuvarında kullanılmak amacıyla tek fazlı AC kıyıcı devresi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Maliyeti düşük tutmak için bileşenlerin çoğu projenin fizibilitesine ve yerel mağazaların bulunabilirliğine dayanılarak seçilmiştir. Kontrol algoritması Arduino platformu kullanılarak geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelime:** AC Kıyıcı, Arduino, Transistör, Triyak, MATLAB/Simulink

## Design and Implementation of The One Phase AC Chopper Circuit with Arduino

### 1. GİRİŞ

Güç elektroniği, herhangi bir kaynaktan alınan elektrik enerjisinin, elektronik yöntemlerle kontrol edilerek (dönüştürülerek veya işlenerek) kontrollü olarak yüke aktarılması işlemidir [1]. Son yıllarda, bilim ve teknolojinin ilerlemesi ile birlikte güç elektroniği teknolojisi de hızla gelişmektedir. IGBT, MOSFET, SCR ve TRIYAK gibi güç elektroniği aygıtları anahtarlama elemanı olarak kullanılmaktadır [2].

Elektrik enerji şekillerini birbirine dönüştüren elektronik devrelere dönüştürücü denir [3]. Dört temel dönüştürücü devresi vardır. Bunlar; AC-DC dönüştürücü, AC-AC dönüştürücü, DC-DC dönüştürücü ve DC-AC dönüştürücüdür. Bu devre yapıları, alternatif akım veya doğru akım türündeki elektrik enerjisinin birbirlerine veya kendi içlerinde farklı şekillere ve seviyelere dönüştürülmesi işlemini gerçekleştirmektedir [1].

AC-AC dönüştürücüler, sabit genlikli ve sabit frekanslı bir alternatif giriş geriliminden istenilen frekans ve genlikte bir çıkış dalga şekli elde edilmesini sağlar. Frekansı sabit tutularak genliğini değiştiren dönüştürücü

devresine ise AC kıyıcı denir. AC kıyıcıda, AC gerilimin her iki yarım periyodu belli açılarda kesilerek çıkış geriliminin efektif değeri değiştirilir, böylece istenilen değerde AC gerilim elde edilmiş olur. Kıyıcı devreleri tek veya üç fazlı olarak gerçekleştirilebilir. Endüstride yaygın olarak indüksiyon ısıtma, ışık dimmerinde, motor hız kontrolünde ve motorlara yol vermede yaygın olarak kullanılmaktadır [4][5].

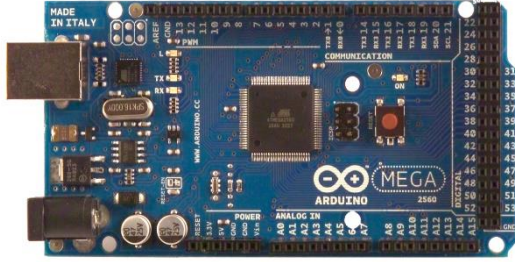
Bu çalışmada endüstriyel uygulamalarda sıklıkla kullanılan AC kıyıcı devresi Triyak ve arduino mega 2560 denetleyicisi kullanarak gerçekleştirilmiştir.

### 2. KULLANILAN DONANIM BİRİMLERİ

Gerçekleştirilen sistemde temel donanım birimleri olarak 1 adet mikrodenetleyici (Arduino mega 2560), sıfır geçiş detektör devresi için 1 adet H11AA1 Optokuplör entegresi ve 1 adet MOC3020 triyak sürücü entegresi kullanılmıştır. Bu bölümde, gerçekleştirilen çalışmada kullanılan donanım hakkında bilgiler verilmiştir.

### A. Denetleyici

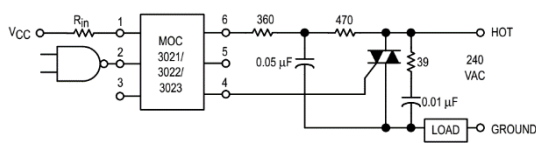
Devrede mikrodenetleyici olarak Arduino Mega 2560 kullanılmıştır. Arduino Mega 2560 54 dijital giriş/çıkış pini, 16 analog giriş, 4 UART, 16 MHz kristal osilatör, USB bağlantısı, güç girişi, ICSP ve bir reset butonu barındırır. Çalışma gerilimi 5 volt olup USB bağlantısı, batarya ya da adaptör ile beslenebilir. Şekil 1'de Arduino mega 2560 kartı görülmektedir [6].



Şekil 1 Arduino Mega 2560

### B. Triyak Sürme Devresi

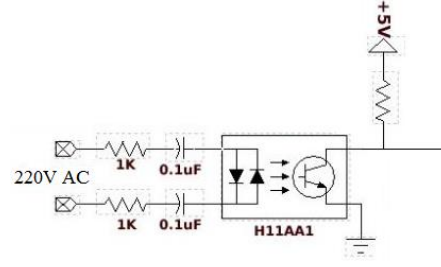
Çalışmamızda anahtarlama elemanı olarak Philips Semiconductors firması tarafından üretilen 500V-16A'lık BT139 serisi Triyak kullanılmıştır. Triyakyı tetiklemek için Arduino çıkış portlarını doğrudan kullanamayız. Çünkü arduino'nun sorunsuz çalışabilmesi için fiziksel olarak yüksek gerilimden yalıtılması gerekmektedir. Şekil 2'de görülen MOC3021 Optokuplör bu yalıtımı yapmak için kullanılmıştır.



Şekil 2 Optokuplör ile triyak'ın tetiklenmesi [7].

### C. Sıfır Geçiş Detektör Devresi

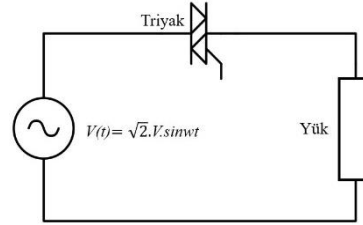
Sıfır geçiş devresi, AC yük geriliminin sıfır noktasında çalışmaya başlayan elektrik devresidir. Sıfır geçiş detektörü sinüzoidal bir kaynağın her iki polaritesi için sıfır geçiş anlarında çıkış pulse sağlar. Temel sıfır geçiş detektör devresi Şekil 3'de görülmektedir [8].



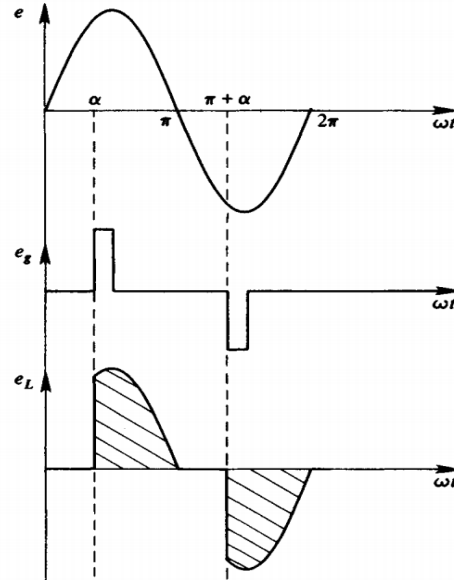
Şekil 3 Sıfır Geçiş Detektör Devresi

### D. AC Kıyıcı

AC kıyıcı, frekansı değiştirmeden AC enerjiyi AC enerjiye çeviren statik bir dönüştürücüdür. Şekil 4'de Triyak'lı temel AC kıyıcı devresi, Şekil 5'de ise AC kıyıcı devresi çıkış gerilimi dalga şekilleri görülmektedir [9].



Şekil 4 Tek fazlı AC kıyıcı temel devresi



Şekil 5  $\alpha = 60$  için çıkış gerilimi [10].

Tetikleme açısı  $\alpha = 0$  'de yük gerilimi sinüzoidaldir ve bu yüzden yüksek harmonik

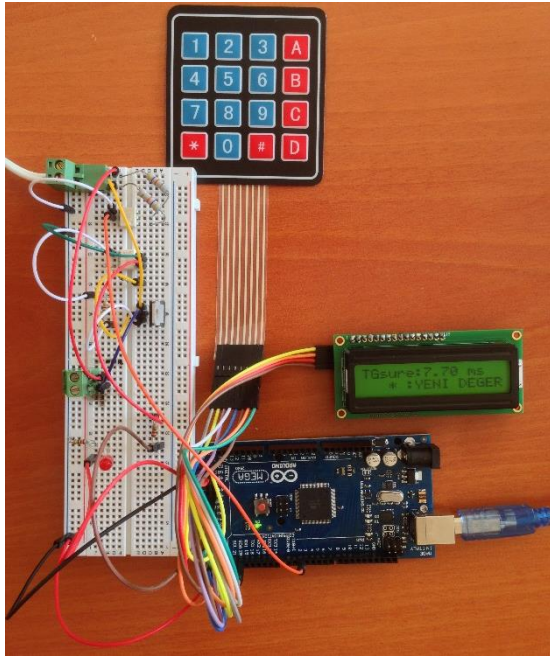
bileşenler içermez.  $\alpha = 90$  'de ise üçüncü harmonik bileşen temel bileşen değerinin yaklaşık yarısı kadardır [10].

Çıkış gerilimi denklem 1 ile hesaplanabilir.

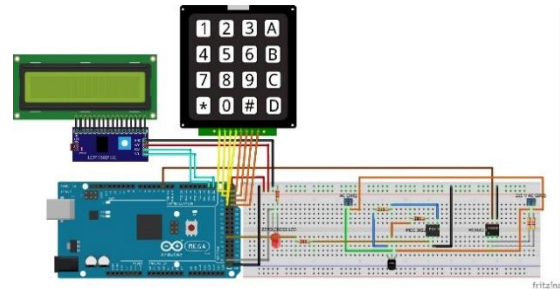
$$V = V_{eff} \sqrt{\frac{1}{2\pi}(2\pi - 2\alpha + \sin 2\alpha)} \quad (1)$$

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada, tek fazlı AC kıyıcı devresi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Kıyıcıda, yarıiletken anahtar olarak 500 V, 16 A değerlerine sahip BT139 serisi Triyak kullanılarak daha yüksek güçlerde çalışabilecek bir devre gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen kıyıcı devresinin üstten görünüş resmi Şekil 6.a'da ve devre şeması da Şekil 6.b'de verilmiştir. Kıyıcı ile etkin değeri 220V/50Hz olan şebeke gerilimi, frekansı sabit tutularak, etkin değeri 0-220V arası değerlerde çıkış alınabilmektedir.



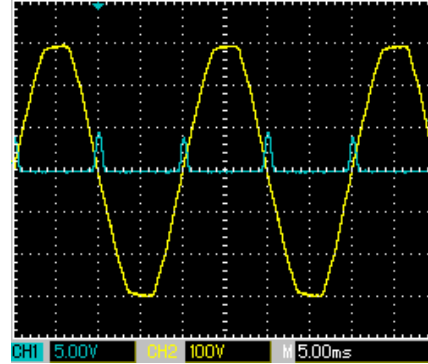
(a)



(b)

Şekil 6 Gerçekleştirilen Kıyıcı Devresinin  
a) Resmi ve b) Devre Şeması

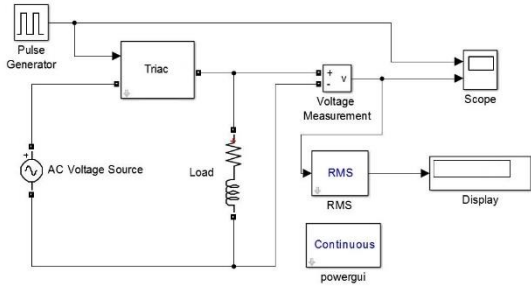
Gerçekleştirilen sistemde tuş takımından girilen değer arduino mikrodenetleyicisi tarafından işlenerek tetikleme açısı hesaplanır ve triyacı iletime geçirecek tetikleme sinyalleri üretilir. Üretilen tetikleme sinyalinin açısı şebekenin sıfır geçiş anı baz alınarak hesaplanır. Sıfır geçiş detektör devresi çıkış sinyali ve şebeke sinyali Şekil 7'de görülmektedir. Ölçüm için UNI-T UTD 2025C 25 MHz Dijital Osiloskop kullanılmıştır.



Şekil 7 Sıfır Geçiş Detektör Devresi Çıkış Sinyali ve Şebeke Gerilimi

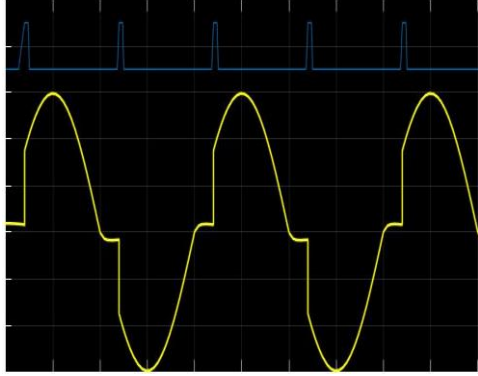
### 4. SİMÜLASYON VE DENEYSEL SONUÇLAR

AC kıyıcı devresinin MATLAB/Simulink ortamında oluşturulan modeli Şekil 8'de görülmektedir. Yapılan simülasyon ve deneysel çalışmalar sonucunda yük geriliminin değişimi hem simülasyon modelinden hem de deneysel sistem üzerinden osiloskop görüntüsü olarak elde edilmiştir.

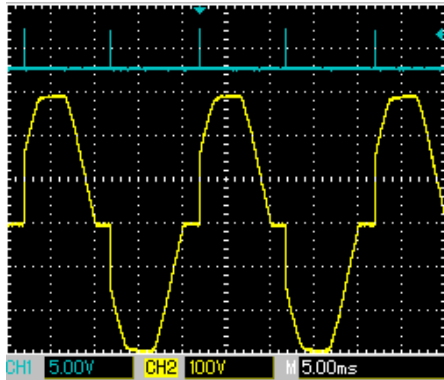


**Şekil 8** AC Kıyıcının MATLAB/Simulink Modeli

Şekil 9'de 100 W'lık ohmik yükte, tetikleme açısı 2 ms için triyak tetikleme sinyali ve çıkış gerilim değeri simülasyon sonucu ve deneysel çıkış gerilim değeri görülmektedir. Simülasyon sonucu etkin değeri 214 V, osilaskop true rms değeri ise 215 V göstermektedir.



(a)



(b)

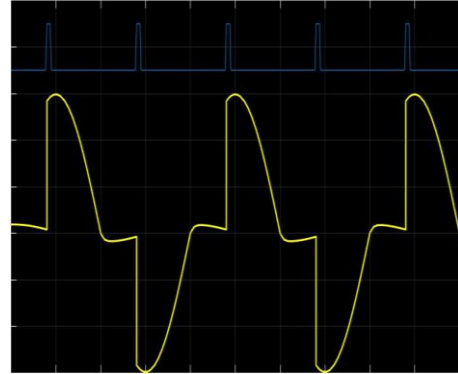
**Şekil 9** Tetikleme Açısı 2 ms için Triyak Tetikleme Sinyali ve Yük Gerilimi a) Simülasyon ve b) Deneysel Sonuç

Şekil 10'da yine 100 W'lık ohmik yük kullanılmış fakat tetikleme açısı 4 ms için triyak tetikleme sinyali ve çıkış gerilim değeri simülasyon sonucu ve deneysel çıkış gerilim

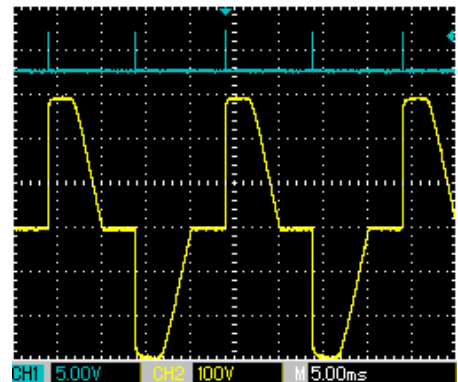
değeri görülmektedir. Simülasyon sonucu etkin değeri 182.9 V, osilaskop true rms değeri ise 185 V göstermektedir.

## 5. SONUÇLAR

Arduino mikrodenetleyici ile kontrol edilen AC kıyıcı devresi MATLAB/Simulink kullanılarak modellenmiştir. Tetikleme açıları tuş takımından girilerek istenilen sürelerde tetiklenen triyak ile 50 Hz sabit frekanslı değişken genlikli bir AC çıkış elde edilmiştir. Deneysel sistemden ve simulink modelden elde edilen dalga şekillerinin birbiriyle uyumlu olduğu görülmüştür. Fakat deneysel sistemden ve simulink modelden ölçülen gerilim değeri arasındaki oluşan fark harmoniklerden kaynaklanmaktadır. Bir sonraki çalışmamızda harmonikleri de dikkate alarak çıkış açıları hesaplanacak ve PID kontrol uygulanarak daha kararlı bir devre oluşturulacaktır.



(a)



(b)

**Şekil 10** Tetikleme Açısı 4 ms için Triyak Tetikleme Sinyali ve Yük Gerilimi a) Simülasyon ve b) Deneysel Sonuç

**KAYNAKLAR**

- [1] M. Necdet Yıldız, “Güç Elektroniği Ders Notları.”
- [2] S. Monika, V. Pote, and A. A. Bhalerao, “MATLAB Simulation on Chopper Based Speed Control of DC Motor: A Review,” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 719–721, 2017.
- [3] H. Bodur, “Güç Elektroniği, 2. Baskı.” Birsen Yayınevi, 2012.
- [4] O. B. Karagül, D. Başol, and İ. Yücedağ, “Güç Elektroniği Dönüştürücü Modelleri Eğitim Modülü,” *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Derg.*, vol. 3, pp. 79–87, 2014.
- [5] M. Balasubramonian and S. Dharani, “Design and Implementation of SHE PWM in a Single Phase AC Chopper Using Generalized Hopfield Neural Network,” vol. 3, no. 1, pp. 799–808, 2014.
- [6] M. A. Şimşek and K. Taşdelen, “Arduino İle Tasarlanmış Sistemlerin İnternet Tabanlı Kontrolü ve İzlenmesi,” *SDU Int. J. Technol. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 20–33, 2016.
- [7] Motorola, “Motorola Semiconductor Technical Data.”
- [8] P. N. Tekwani, K. Macwan, and Patel V. M., “A Novel Approach for Three-Phase V/f Induction Motor Drives Employing DC-Link Modulation and AC Chopper,” *IJTE Spec. issue ICRASET 2017*, pp. 125–131, 2017.
- [9] P. S. Kumar, B. Mahendar, and M. Shruthi, “Design and Implementation of AC Chopper,” *Int. J. Emerg. Eng. Res. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 36–41, 2014.
- [10] W. Shepherd, L. N. Hulley, and D. T. W. Liang, *Power Electronics and Motor Control*, Second Edition. 2004.