

**ALTERNATİF AKIM (AA) ÜNİVERSAL MOTORUN HIZ KONTROLÜ
SİMÜLASYONU VE ANALİZİ**
SPEED CONTROL SIMULATION AND ANALYSIS OF
ALTERNATIVE CURRENT (A.A.) UNIVERSAL MOTOR

Emin AĞRALI*

* Muş Alparslan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, 49250, Muş

ÖZET

Yaşadığımız çağda teknolojiye hızlı gelişmeler kontrol sistemlerinin önemini daha da arttırmaktadır. Kontrol sistemlerinde, sistemin güvenli, ekonomik ve verimin yüksek olması tercih edilen en önemli özelliklerindendir. Bu nedenle herhangi bir kontrol sistemi tasarlanırken bu özellikler göz önünde bulundurularak tasarlanır. Kontrol sistemlerinin uygulama sonuçlarının belirtilen özelliklere göre sonuçlar verebilmesi, tasarlanacak sistemin önceden simüle edilmesi ile yapılabilir. Simüle edilen kontrol sistemi, uygulama safhasına geçinceye kadar minimum hata ve maliyet ile tasarlanmasına olanak tanır. Bu bağlamda elektrik motorlarının da hız kontrolü uygulamalarında sistemin simüle edilerek daha verimli uygulama sonuçları ortaya çıkmasına olanak tanır. Bu çalışmada Alternatif Akım (A.A.) üniversal motorun hız kontrol simülasyonu ve analizi yapılmıştır. Simülasyon çalışmasında elektronik devre tasarımı ve simülasyonu yapabilen PROTEUS ISIS programı kullanılmıştır. PIC16F84A mikro denetleyici tabanlı sürücü kartı tasarlanarak faz açısı kontrol yöntemi ile üniversal motorun hız kontrol simülasyonu ve analizi gerçekleştirilmiştir. PIC mikro denetleyici tabanlı üniversal motor hız kontrol sistemleri manuel kontrole göre daha önemli avantajlar sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Üniversal Motorlar, PROTEUS ISIS, Faz Açısı Kontrol, PIC

ABSTRACT

The rapid progresses in technology in the age we live in increase the importance of control systems more than ever before. The fact that the system is secure, economic and efficient in the control systems is one of the features most preferred. For this reason, these features are taken into consideration when any control systems are devised. The fact that control systems give correct results is depended on simulation of a system that will be designed. The control system which is simulated enables the designation of a system with minimum error and cost until the application phase. In this context it enables the occurrence of more productive application results by simulating the system in the application of speed control of electrical motors. In this study, speed control of alternative current universal motor was simulated and analyzed. PROTEUS ISIS software, an electronic circuit design and simulation program, was used while simulating. Universal motor speed control simulation and analyze were done using phase angle control method by designing PIC16F84A micro controller based driver card. The Universal motor speed control systems which are PIC micro controller based have provided more important advantages when compared with the manual control.

Key Words: Universal motors, PROTEUS ISIS, Phase Angle control, PIC

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Emin Ağralı, Muş Alparslan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, 49250, Muş, E-mail: e.agrali@alparslan.edu.tr

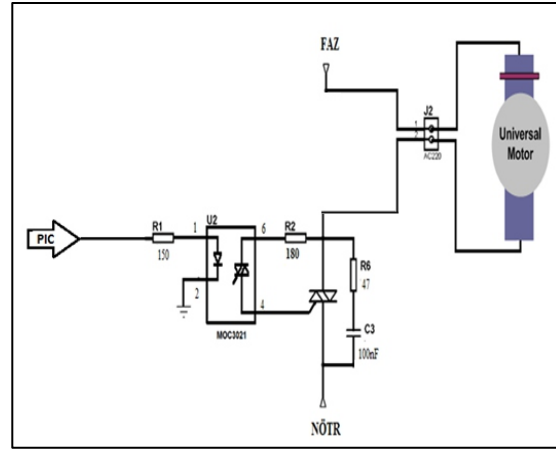
1. GİRİŞ

Enerji dönüşümleri birçok uygulamada karşımıza çıkmaktadır. Bu enerji dönüşümlerinden biri de elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüştürülmesidir. Elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümünde elektrik motorları da kullanılmaktadır. Önemli oranda verim sağlayan elektrik motorlarının kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Elektrik motorları sınıfında olan üniversal motorlar hem A.A. ve hemde D.A. ile çalışabildiklerinden dolayı günümüzde ev ve güç aletlerinin birçoğunda kullanılmaktadırlar. Üniversal motorlar kalkınma ve döndürme momentlerinin yüksek olmaları, yüksek hızlarda çalıştırılabilmeleri ve küçük güçlerde imal edilebilmeleri gibi özelliklerinden dolayı tercih edilmektedirler [1].

Üniversal motor, stator ve rotor manyetik gövdeleri sac paketlerden oluşan bir 'alternatif akım seri motoru' dur. Üniversal motorlar A.A. ve D.A. kaynaktan aynı etkin gerilim ile ayrı ayrı beslendiğinde benzer hız ve güç çıkışı karakteristiği gösterir. Bu motorların en çok kullanıldığı yerler küçük güçlü ev, işyeri makine ve cihazlarıdır. Üniversal motor mükemmel özelliklere sahiptir. İndüksiyon motorlarına kıyasla, boyutu ve ağırlığı ile ilgili yüksek gücü ile karakterize edilir. Üniversal motor çok iyi bir başlangıç torku ve son derece yüksek hızda (15 000-20 000 rpm) çalışabilirler [2].

A.A. üniversal motorun hızını kontrol etmenin en iyi yolu giriş geriliminin alternatif akımın sinüs fonksiyonunun etkin değerini (rms) değiştirmektir. Daha yüksek rms giriş gerilimi daha büyük bir motor hızı sağlar. Giriş geriliminin alternatif akımın sinüs fonksiyonunun etkin değerini (rms) değiştirmek için AA kaynağa seri bağlı bir triyak kullanarak basit bir şekilde yapılabilir. Burada triyak ateşleme açısını değiştirerek motora uygulanan gerilim ayarlanarak hız kontrolü yapılabilir [3]. Günümüz teknolojisinde güç denetimi elektronik devrelerle yapılmaktadır. Elemanların küçük boyutta olması, ömürlerinin uzun olması, otomasyonda bilgisayar

denetimine imkân vermesi gibi birçok avantajdan dolayı elektronik denetim tercih edilmektedir [4]. Bu çalışmada tasarlanan sürücü sistemi devresinde faz açısı kontrolü güç devresi elemanı triyak serisi kullanılmıştır. Triyaklar, çift yönlü akım geçirebilen, küçük uyartım akımı ile büyük yük akımlarını kontrol edebilen, A.A. akımda çalışabilen yarı iletken devre elemanlarıdır [5]. Şekil 1'de triyaklı güç devresi verilmiştir.



Şekil 1. Triyaklı güç devresi

Denetleyici tabanlı ayarlanabilir hızlı motor sürücüleri endüstriyel otomasyonun gelişmesinde de önemli rol oynamıştır [6]. Üniversal motorların kontrolünde mikrodenetleyicilerin önemi giderek artmaktadır. PIC mikrodenetleyicilerinin tercih edilmesi noktasında, PIC'lerin diğer mikrodenetleyicilere göre olan avantajları kod verimliliği, güvenilirlik, komut seti, hız gibi sıralanabilir [7].

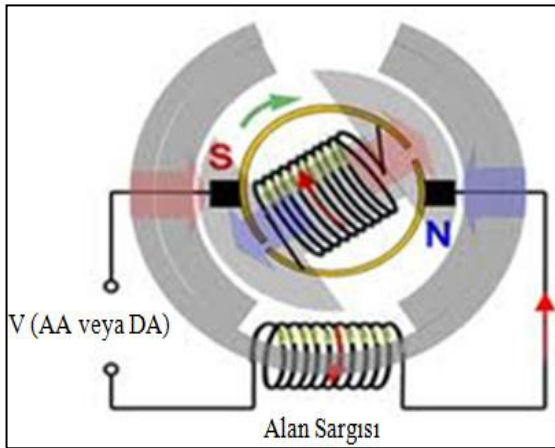
1. ÜNİVERSAL MOTOR

Üniversal (Evrensel) motorlar yapı olarak DA seri motorların özelliklerini gösterdiklerinden yapı olarak da doğru akım makineleri gibidir. Yapısında stator (endüktör) ve rotorun (endüvi) yanında kolektör ve fırçaları bulunmaktadır [8]. Üniversal motorun yapısı şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Üniversal motorun yapısı.

Üniversal motorlar genellikle bir fazlı A.A.kaynak ile kullanılırlar. Bundan dolayı stator ve rotor nüveleri paketlenmiş silisli çelik saclardan yapılırlar, dolayısıyla nüve kayıpları olan histerisis ve eddy akım kayıpları azaltılmış olur. Üniversal motorun kesit yapısı şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Üniversal motorun kesit yapısı.

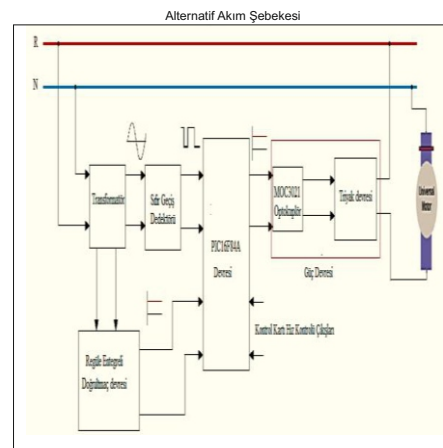
Üniversal motorlar yapı ve çalışma karakteristikleri bakımından çok önemli özelliklere sahiptir. Bu özellikler;

- Üniversal motorlar 1/500 HP ile 2/3 HP arasında çok küçük güçte imal edilir.
- Kalkınma ve döndürme momentleri yüksektir.
- Devir sayıları yüke bağlı olarak değişir.
- Boştaki devir sayıları çok yüksektir.
- Devirleri 15000 - 20000 d/d'ya kadar çıkarılabilir.

3. ÜNİVERSAL MOTOR HIZ KONTROLÜ

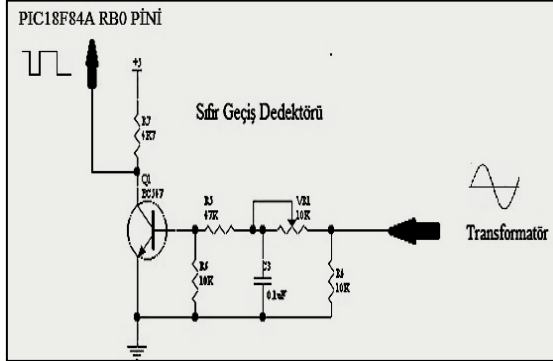
Üniversal motorlar da hız kontrolünde kullanılan yöntem, verimi önemli oranda etkiler. Bu nedenle motor verimini en iyi düzeyde tutabilmenin önemli şartlarından biri de uygun bir hız kontrol yöntemi belirlemektir. Hız kontrol yöntemine bağlı olarak tasarlanan motor sürücü sistemleri motorun performansını etkilemektedir. Üniversal motorların hız kontrolünde faz açısı kontrol yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem Üniversal motorların geniş hız aralığı değerlerinde kontrolünü gerçekleştirme olanağı sağlamaktadır. Faz açısı kontrol yöntemi kullanılarak tasarlanan motor sürücü sistemlerinde mikrodenetleyiciler önemli oranda kullanılmaktadır. A.A. kaynağa bağlı Üniversal motorun hız kontrolünde motora seri bağlı bir triyak kullanarak basit bir şekilde yapılabilir. Burada triyak ateşleme açısını ayarlanarak motora uygulanan gerilim değiştirilerek hız kontrolü gerçekleştirilebilir [9].

Bu çalışmada hız kontrolü PIC16F84A tabanlı sürücü kartı kullanılarak faz açısı kontrol yöntemi ile yapılmıştır. Şekil 4'te tasarlanan sürücü sisteminin blok şeması verilmiştir.



Şekil 4. Tasarlanan sürücü sisteminin blok şeması.

PIC tabanlı faz açısı kontrol sistemlerinde A.A. şebekesinin sıfır geçiş noktaları tespit edilmelidir. Bunun için sürücü kartında sıfır geçiş dedektörü kullanılmıştır. Kullanılan sıfır geçiş dedektörü devresi şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Sıfır geçiş dedektörü devresi.

Sürücü devresinde kullanılan triyak faz açısı kontrolü yöntemiyle kontrol edilerek universal motorun uçlarındaki gerilim istenilen değerlerde ayarlanarak hız kontrolü gerçekleştirilmiştir. Burada triyak tetiklenmediği sürece motor üzerinden akım geçmez. Triyak A.A. grilimde çalışırken her alternansın başında tetiklenir ve alternans sonuna kadar iletimde kalır. Ancak triyak alternansın sonuna doğru tetiklenecek olursa tetiklendiği süreye kadar kesimde olur ve devrede bir güç kaybı meydana gelir. Devredeki PIC16F84A ve MOC3021 optokuplör ile triyakin tetiklenme anı ayarlanarak devredeki gerilim etkin değeri belirlenmiş olur. Tetiklenme anı alternansın sonuna doğru gittikçe devredeki güç kaybı artar ve böylelikle motorun hızı azalmış olacaktır. Tetiklenme anı alternansın başına yaklaştıkça ise bu durumun tersi gözlenir triyakin iletimde kalma süresi artar ve buna bağlı olarak motorun hızı artar [9].

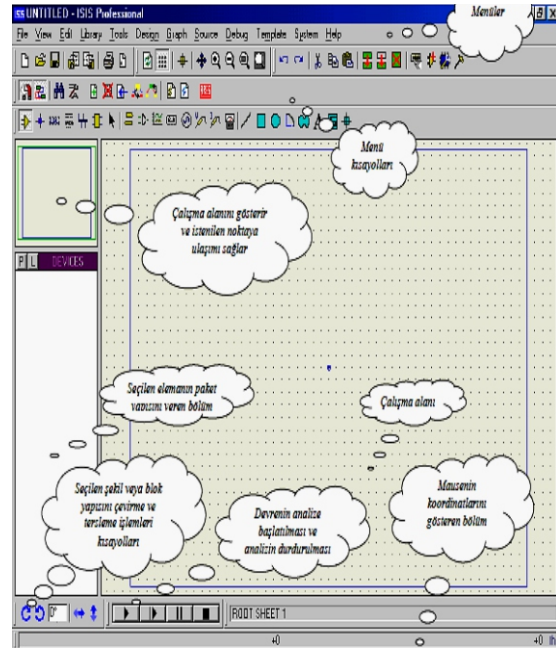
1. Proteus İsis Programı

Labcenter Electronic firmasının bir ürünü olan Proteus görsel olarak elektronik devrelerin simülasyonunu yapabilen yetenekli bir devre çizimi, simülasyonu, animasyonu ve PCB çizimi programıdır. Klasik workbench'lerden en önemli farkı mikroişlemcilerle yüklenen HEX dosyalarını da çalıştırabilmesidir. Proteus gün geçtikçe genişleyen bir model kütüphanesine

sahiptir.[10]

Proteus programı sanal bir laboratuvardır. Her türlü elektrik/elektronik devre şemasını Proteus yardımıyla bilgisayar ortamında denenebilir. Devredeki elemanların değerlerini değiştirip yeniden çalıştırır ve sonucu gözlemlenebilir. Bu program, binlerce elektronik eleman içeren devre tasarımlarının üretiminde de kullanılmaktadır. Elektriksel hata raporu hazırlayabilmekte, malzeme listesini çok düzenli bir şekilde verebilmektedir

Proteus programı isis (şema çizim) ve arese (baskı devre çizim) alt programları olmak üzere iki programdan oluşur. İsis te elektronik devre çizim işlemini gerçekleştirirken, bunun yanında devrenin analizi de yapılabilmektedir. İsis te çizilmiş olan bir devre aynı zamanda arese aktarılmak suretiyle çizimleri otomatik olarak baskı devre çizimi gerçekleştirilir. PROTEUS İSİS programının tasarım penceresi ve menüleri şekil 6'da verilmiştir.

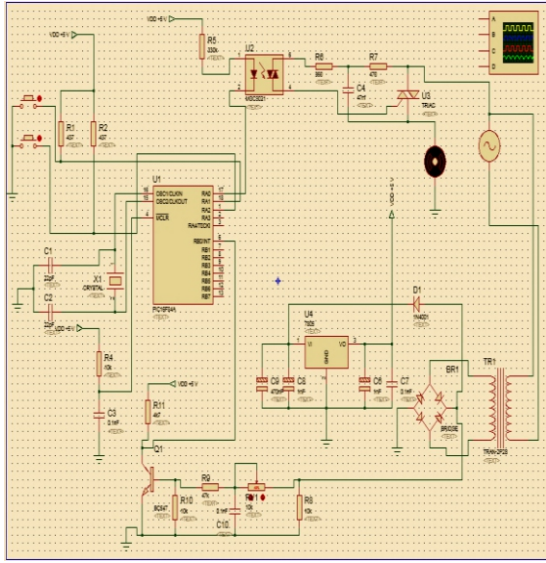


Şekil 6. PROTEUS İSİS programının tasarım penceresi ve menüleri.

2. Ünlversal Motor Hız Kontrolü Simülasyonu

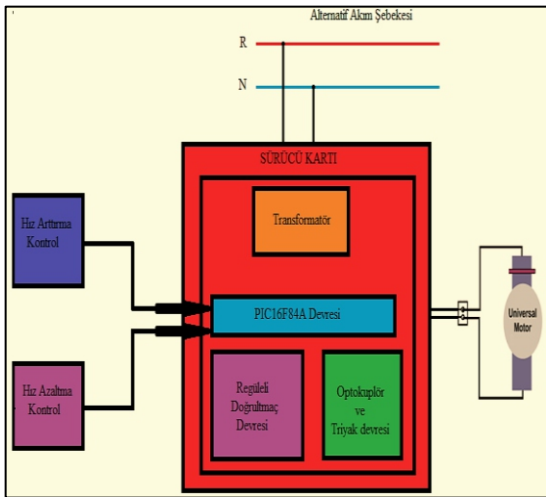
Ünlversal motorun hız kontrol simülasyonu PROTEUS 8.1 programı ile yapılmıştır.

Simülasyon programı kullanılarak tasarlanan devre şeması şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Simülasyon programı kullanılarak tasarlanan devre şeması.

Şekil 7'de görüldüğü gibi tasarlanan sürücü kartı dört ana kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım mikrodenetleyici devresi, ikinci kısım doğrultmaç ve regüle devresi, üçüncü kısım sıfır geçiş dedektörü devresi ve dördüncü kısım ise güç devresidir. Tasarlanan sürücü devresi blok şeması şekil 8'de verilmiştir.

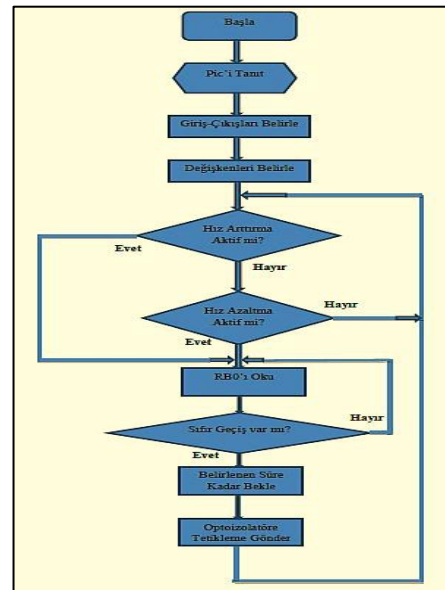


Şekil 8. Tasarlanan sürücü devresi blok şeması.

Tasarlanan sürücü kartının benzetim devresinde mikrodenetleyiciye verilen

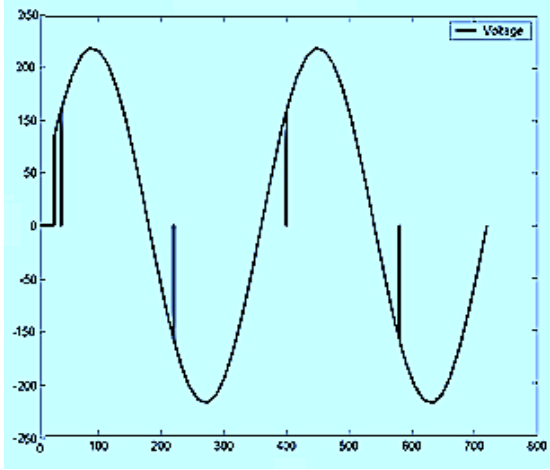
komutlar doğrultusunda şebeke gerilimi, yük uçlarındaki gerilim ve triyak tetikleme pulsi sinyali simüle edilerek ölçülmüştür. Simülasyon devresinde yük faz açısı kontrolü yöntemiyle kontrol edilmiştir.

Üniversal motorun sürücü sistemi simülasyonunda PIC16F84A mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. PIC16F84A mikrodenetleyicisinin sürücü görevini sağlamak için donanımsal ve yazılımsal olarak hazır hale getirilmesi gerekir. Donanımsal olarak hazır hale getirilen PIC16F84A mikrodenetleyicisinin Programlanması gerekir. PIC faz açısı kontrol yöntemi baz alınarak programlanmıştır. Faz açısı kontrolde, alınan hız arttırma ve hız azaltma komutları doğrultusunda sıfır geçiş dedektörü çıkışından alınan sinyal ile sıfır noktaları tespit edilerek timer zamanlayıcı başlatılır. Ayarlanan dilim kadar bekle işlemi sonuçlandığında triyak tetiklenir. Diğer alternans için kesme kenar değişimi yaparak tekrar ayarlanan dilim kadar bekle işlemi sonuçlandığında triyak tetiklenir ve motorun hız kontrolü sağlanır. Bu mantıktan yola çıkarak PIC16F84A mikrodenetleyicisi programlanmıştır. Programı hazırlanan PIC16F84A'nın program akış diyagramı şekil 9'da verilmiştir.



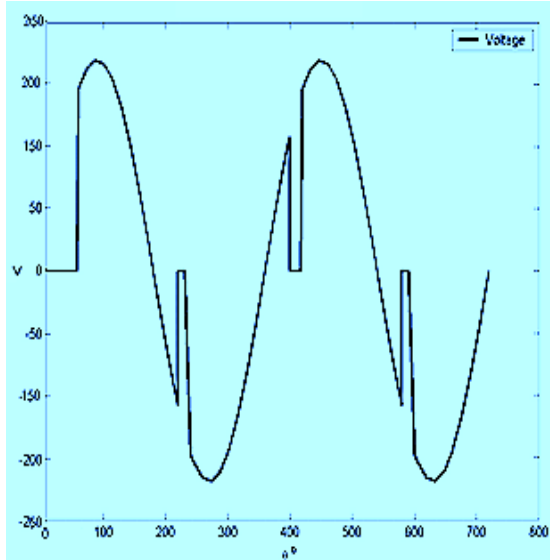
Şekil 9. PIC16F84A'nın program akış diyagramı.

Simülasyonu yapılan devrenin şebeke geriliminin sıfır geçiş anında hız artırma ya da hız azaltma komutlarına bağlı olarak triyakın alternansın hemen başında tetiklenmesi durumundaki osiloskop ölçümü sonucu, motor uçlarındaki sinyal şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Triyakın alternans hemen başında tetiklenmesi durumunda motor uç gerilimi sinyali.

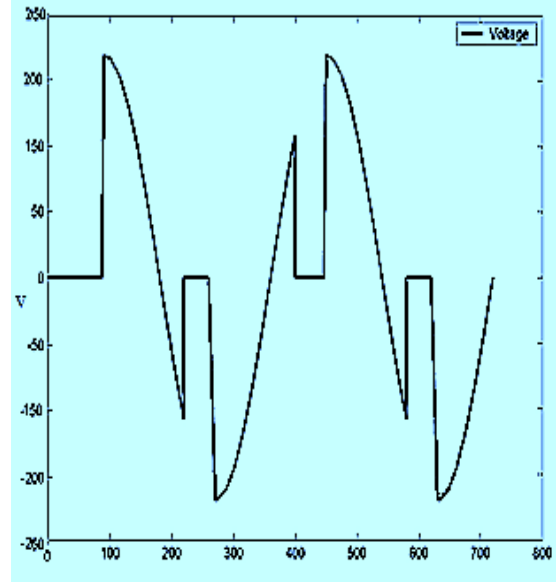
Triyakın alternans başladıktan 45° sonra tetiklenmesi durumundaki osiloskop ölçümü sonucu motor uçlarındaki sinyal şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Triyakın alternans başladıktan 45° sonra tetiklenmesi durumunda motor uç gerilimi sinyali.

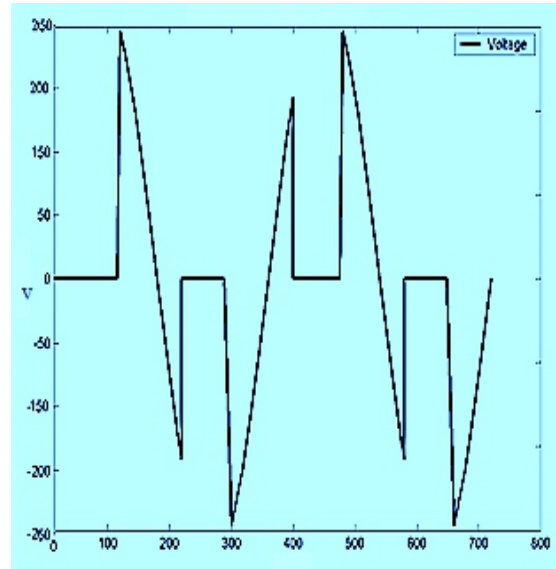
Triyak alternans başladıktan 90° sonra

tetiklenmesi durumundaki osiloskop ölçümü sonucu, motor uçlarındaki sinyal şekil 12'de verilmiştir.



Şekil 12. Triyakın alternans başladıktan 90° sonra motor uç gerilimi sinyali.

Triyak alternans başladıktan 135° sonra tetiklenmesi durumundaki osiloskop ölçümü sonucu, motor uçlarındaki sinyal Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. Triyakın alternans başladıktan 135° sonra tetiklenmesi durumunda motor uç gerilimi sinyali.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

PIC16F84A mikrodenetleyici tabanlı sürücü devresi ile üniversal motorun hız kontrolü faz açısı kontrol yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntem üniversal motorun geniş hız aralığı değerlerinde kontrolünü gerçekleştirme olanağı sağlamıştır. Üniversal motor sürücü devre simülasyon sonuçlarında görüldüğü gibi (şekil 10,11,12,13) motorun verilen hız kontrol komutlarına hızlı cevap verdiği ve motor uç geriliminin ölçümlerinde tetikleme açılarına bağlı olarak istenilen değerlerde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca motorun endüktif karakterli bir yük olmasına rağmen, motor uçlarındaki gerilimin çok az bir salınım yaptığı görülmektedir. Yapılan simülasyon çalışması, yapılacak uygulama çalışmaları için verimli bir sürücü sistemi tasarımı olanağı sağlar.Ayrıca performans iyileştirmeye yönelik sürücü sisteminin geliştirmesine yol gösterici bir katkıda bulunarak daha az risk ve kayıp ile sistem tasarımı gerçekleştirilebilir.

Bu çalışmada, kullanılan yöntem ve devre elemanları göz önünde bulundurulduğunda, iş ve güç aletlerinde kullanılan elle kontrole göre daha geniş hız aralığında kontrol, daha hızlı, daha az enerji harcanarak ve daha az insan gücü kullanıldığı için maliyet açısından yüksek oranda maliyetten düşüş sağlanabilir. Çok büyük endüstriyel sistemler düşünüldüğünde bu maliyet düşüşü çok fazla oranlara ulaşır kar oranını arttırabilir.

Yapılan çalışma ile endüstriyel uygulamalarda kullanımı oldukça yaygınlaşan üniversal motorun hız kontrolü PIC16F84 denetleyici ile gerçekleştirilmiştir. Bu ve buna benzer motor kontrol uygulamalarının daha basit ve güvenilir şekilde PIC ile yapılabileceği gösterilmiştir.

Tasarlanan hız kontrol sistemi daha farklı sistemleri ekleme olanağı sağladığı için geliştirilebilir bir yapıya sahiptir. Örnek olarak bilgisayarlı kontrol, internet üzerinden kontrol, android cep telefonu ile kontrol gibi amaçları gerçekleştirmek için geliştirilebilir. Bu sayede daha verimli, daha hızlı ve uzaktan kolay erişim olanakları sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Bal, G., Özel Elektrik Makinaları, Seçkin Yayıncılık, Ankara.198,2006.
- [2] Peter, J. K., DC Drive For Universal Motor. Vişnyi Technical University of Koşice,Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne 84. Koszyce. 2009.
- [3] Chapman, S.J., Elektrik Makinalarının Temelleri, Seçkin Yayıncılık, İstanbul. 746,2005.
- [4] Hughes, A., Electric Motors and Drives Fundamentals, Types and Applications Third edition, School of Electronic and Electrical Engineering, University of Leeds, 684,2006.
- [5] Gürdal, O., Güç Elektroniği, Seçkin yayıncılık İstanbul.662,2008.
- [6] Abut, N. Güç Elektroniği. Kocaeli üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kocaeli, 2001
- [7] Bose,B.K.,Power Elctronics and Variable Frequency Drives, IEEE Press,283-13 February, 1997.
- [8] Henneberger, G., Electrical Machines-I Basics, Design, Function, Operation Aachen University, 483,2002.
- [9] Ağrali,E.,“Üniversal Motorun Bilgisayar Destekli Kontrolü” Yüksek lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.
- [10] Şahin, H., Proteus Bilgisayar Destekli Tasarım,Alfa Yayıncılık, İstanbul, 2010.