

Elektrik Kumanda Devrelerinin Eğitim Amaçlı Benzetimi

Ramazan BAYINDIR
Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü
06500 Teknikokullar, ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada, C++ Builder programı kullanılarak geliştirilen bir yazılım ile elektrik kumanda devrelerinin benzetimi yapılmıştır. Benzetim çalışması ile endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılan elektrik kumanda devreleri bilgisayar ortamına taşınmıştır. Geliştirilen yazılım ile öğrenciler elektrik kumanda devrelerinin çalışmasını bilgisayar ortamında görerek konu ile ilgili bilgi ve becerilerini arttırmakta, daha sonra güvenli bir şekilde uygulamasını yapabilmektedir. Benzetim programı, kumanda devrelerinin teori ve uygulama kısımlarını içermektedir. Bu yazılım, endüstriye konu ile ilgili eğitimi eleman yetiştirilmesini sağlamada faydalı olacaktır. Ayrıca bu görsel yazılımın kullanılması ile özellikle elektrik kumanda devrelerini kurmak için gerekli donanımın bulunmadığı yerlerde, elektrik kumanda devrelerinin eğitimi ve analizi pratik ve hızlı bir şekilde yapılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kumanda devreleri, Benzetim, C++ Builder, Görsel Eğitim

Simulation of the Electrical Control Circuits for Educational Purpose

ABSTRACT

In this study, simulation of the electrical control circuits has been performed by a software developed using C ++ Builder program. The most common electrical control circuits used in industrial applications have been transferred to the computer environment by means of this simulation. Students can see the working principle of the control circuits and can increase their own knowledge about them with respect to the software. As a result, they can set up the application safely. The simulation program includes theoretical and practical information about, the electrical control circuits. The software will be useful to provide trained members for the industry. Also, training and analyzing of the electrical control circuits will be performed quickly and practically by using this visual software especially when the hardware components required to set up the control circuits are not available.

Key Words: Control circuits, Simulation, C ++ Builder, Visual Education

1. GİRİŞ

Elektrik Kumanda Devreleri (EKD) dersi, mesleki ve teknik eğitim kurumlarında okutulan bir derstir. Bu dersin amacı, günlük hayatta ve endüstride kullanılan kumanda sistemlerinin tanıtımı, çalıştırılması, tasarlanması ve dersle ilgili uygulama becerilerinin öğrenciye kazandırılmasıdır. EKD dersinin içeriğinde, elektrik motorlarına yol verilmesi, değişik şekillerde çalıştırılması ve frenlenmesi ile ilgili temel devreler gibi çeşitli endüstriyel uygulamaların kontrolüne yönelik tasarım ve uygulamalar yer alır. Mesleki eğitimde benzetim programları tasarlanırken sanayinin gereksinimleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun yanında müfredat programı üzerinde etkili olan faktörler; öğrencinin gereksinimleri, öğrencilerin hazırlık düzeyleri, ülkenin gereksinimleri, mevcut orta ve yüksek öğrenim sistemleri, emniyetli çalışma alışkanlıklarını iyileştirme gereksinimi, sürekli olarak yeni teknolojinin izlenmesi gibi faktörler eğitim programının tasarlanışını etkilerler (1).

Benzetim programları, sistemlerin gerçek elemanlarla kurulmadan, güvenli ve masrafsız bir şekilde test edilmesine ve üzerinde çalışılmasına olanak sağlar. Kontrol eğitimi alanında, özellikle PLC eğitimi ile ilgili, Siemens, Festo, Mitsubishi gibi, kişisel ya da üretici firmalarca tasarlanmış bir çok benzetim programı mevcuttur. Yapılan literatür taramalarında EKD eğitimi ile ilgili benzetim programı çalışmasına rastlanılmıştır. İhtiyaç doğrultusunda, teknik eğitimde gelişen bu teknolojiyi öğrencilere aktarmak amacı ile bu çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada sadece bir fazlı ve üç fazlı asenkron motorların bazı tiplerine ait standart devreler mevcuttur (2). Literatürde eğitim alanında, elektrik devre derslerinde karmaşık devre çözümleri ve öğretimi kolaylaştırmak için MAPLE, SPICE programları kullanılmıştır. Böylece çok karmaşık elektrik devreleri bile kolaylıkla çözümlenmiş ve analiz edilebilmiştir (3). Bununla birlikte güç elektroniği ile ilgili olarak güç katsayısı düzeltmek için kullanılan bir alternatif akım-doğru akım (AA-DA) konvertörün benzetimi SIMULINK ile

gerçekleştirilmiştir (4). Diğer bir çalışmada elektrik makineleri öğretimini kolaylaştırmak, devreyi daha iyi analiz edebilmek uygulamada oluşabilecek tehlikelerden uzak durabilmek için benzetimde C++ tabanlı yazılım kullanılmıştır (5). Ayrıca yarı iletken teknolojisindeki gelişmeler sonucunda, güç elektroniğinde bilgisayar tabanlı tasarımlar ve benzetim araçları oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Güç elektroniği benzetim programlarını kullanarak devrenin bilgisayar ortamında tasarımı ve benzetim çalışmaları yapıldığında uygulamada geleneksel metotlara göre daha fazla verim elde edilmiştir (6, 7).

Günümüzdeki diğer çalışmalar bakıldığında ise uzaktan öğretim yöntemlerinin oldukça popüler olduğu ve bir çok eğitim kurumunun bu amaçla uzaktan öğretim ile ilgili olarak benzetim programları geliştirdiği görülmektedir (8). Literatürdeki diğer çalışmalarda olduğu gibi bu benzetim çalışmasında da kolay öğrenme, devreyi daha iyi analiz edebilmenin yanında EKD dersi uygulamalarında genellikle yüksek gerilim kullanılması nedeniyle (220V-380V), uygulama esnasında tehlikeli durumlar oluşabilmektedir. Bu nedenle uygulama sırasında dikkatli davranılması gerekmektedir. Böylece zaman olmayan ve yeni öğrenenler için devrenin kurulması ve çalıştırılması anındaki ortaya çıkabilecek tehlikeler ortadan kaldırılmıştır.

Bu çalışmada, elektrik kumanda devreleri bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu benzetim programı sayesinde öğrenciler önce bilgisayarda elektrik kumanda devresinin çalışmasını görmektedir. Elektrik kumanda teknikleri eğitimini daha güvenli hale getirebilmek ve öğrenmeyi hızlandırabilmek için bu şekilde bir benzetim programı geliştirmeye ihtiyaç duyulmuştur. Böylece uygulama devresini güvenli bir şekilde uygulamasını yapabilirler. Çünkü çalışma yapılırken uygulamaların tehlike arz etmesinden dolayı öğrenciler uygulamalarda ürkek ve çekingen davranmaktadır. Bunun yanında, uygulama çalışmaları oldukça uzun sürmektedir. Bu sınıkların en aza indirgenmesi, öğrencilere özgüvenin kazandırılması ve uygulama çalışmalarına destek olunması amacıyla bir benzetim programı tasarlanmıştır. Endüstride kullanılan kumanda sistemlerinin tanıtımı, tasarlanmasının öğretilmesi ve dersle ilgili uygulama becerilerinin öğrenciye kazandırılması bu benzetim programı ile gerçekleştirilebilecektir. Deneyler ve deney içeriği hazırlanırken piyasada sık kullanılan ve müfredata uygun endüstriyel kumanda sistemleri tercih edilmiştir. Programın tanıtımı için bir adet üç fazlı motor kumanda devresi, bir adet bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motor kumanda devresi ve bir adet paket şalterle kumanda devresi uygulamaları sunulmuştur (9).

2. ELEKTRİK KUMANDA DEVRELERİ UYGULAMALARI

EKD dersi uygulamaları, kumanda ve güç devresi olmak üzere iki kısımdan oluşur. Kumanda devresi, merdiven diyagramı şeklinde oluşturulur ve uygulamanın işleyiş sırası bu kısma göre gerçekleşir. Kumanda

devresinde, kontaktör, değişik amaçlı röleler, butonlar ve sınır anahtarları gibi elektro-mekanik ya da mekanik devre elemanları yer alır. Güç devresi ise, elektrik motorları ya da elektrikle çalışan ısıtıcı vb. elemanların yer aldığı kısımdır. EKD dersi, teori ve uygulama olmak üzere iki kısımdan oluşur ve uygulamanın işleyiş aşısındaki gibi gerçekleşir (2, 10):

- Problem çözümüne ait devre kâğıt üzerinde tasarlanır
- Tasarlanan devreyi öğretim elemanı kontrol eder
- Öğretim elemanından onay alan devrenin kumanda devresi deney seti üzerine kurulur
- Hazırlanan kumanda devresi öğretim elemanı gözetiminde çalıştırılır
- Kumanda devresi istenilen şekilde çalışıyorsa, güç devresi de kurulur ve son olarak her iki devre öğretim elemanı gözetiminde çalıştırılarak uygulama sona erdirilir.

Uygulamanın işleyiş basamaklarında belirtildiği gibi, güç ve kumanda devreleri aynı anda kurulmaz. Bunun sebeplerinden biri, güç devresinde üç fazlı gerilim kullanılması nedeniyle tehlike arz etmesidir. Diğer bir sebep ise, devrenin istenilen şekilde çalışmaması durumunda, problemin nereden kaynaklandığının tespitinin oldukça zor olmasıdır. Ayrıca, her iki devrenin aynı anda kurulması, bağlantı yapısının daha da karmaşık olmasına yol açar.

Uygulamanın yukarıda anlatılan işlem basamaklarında gerçekleştirilmesi, öğrenci ve öğretim elemanı açısından oldukça zaman alıcıdır. Dikkatsiz davranıldığı durumlarda, özellikle üç fazlı gerilimli devrelerle çalışıyorsa tehlikeli sonuçlar oluşabilir. Öğrenci tarafından tasarlanan devrenin çalışıp çalışmadığının test edilebilmesi için, devrenin gerekli elemanlarla laboratuarda bizzat kurulması gerekir. Diğer bir ifade ile öğrencinin laboratuarda kuracağı uygulama devrelerini önceden kurup test etme imkânı yoktur.

Bununla birlikte, bahsedilen sistemlerin öğrenci tarafından tam olarak kavranması için, tasarlanan devrelerin, mümkünse hepsinin laboratuarda öğrenci tarafından bizzat kurulup çalıştırılması gerekir. Kâğıt üzerinde kalan tasarımlar uygulanmadığı takdirde, anlatılan konunun pratikle birleştirilmesi (kavranması, anlaşılması) pek mümkün olamamaktadır.

3. TASARLANAN BENZETİM PROGRAMI VE ÇALIŞMASI

Elektrik kumanda devreleri benzetim programı, Kısım.2'de belirtildiği gibi, EKD dersinin uygulama çalışmalarına destek olmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu benzetim programı, elektrikli kumanda sistemleri ile ilgili devrelerin tasarımı, çizimi ve test edilmesi için gerçekleştirilen ve C++ Builder kodları ile oluşturulan bir yazılımdır (11, 12). Benzetim programı hazırlanır-

ken önce kumanda devresinin elektriksel bağlantı şeması çizilir. Çizim için herhangi bir çizim programı kullanılır. Çizilen bağlantı şeması üzerinde hiçbir devre elemanı bulunmaz (buton, kontaktör vb.). Bu devre elemanların çizimi de ayrıca yapılır ve C++ Builder programını ve gerekli kodları kullanarak benzetimi hazırlanır. EKD benzetim programında üç fazlı asenkron motor, bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motor ve paket şalterle ile yapılan kumanda devreleri mevcuttur. EKD programını çalıştırıldığında Şekil.1'de görülen kullanıcı ara yüzü ekrana gelir. Kullanıcı ara yüzünde, hazırlanan kumanda devrelerine ait butonlar bulunur ve butonlara tıklamak suretiyle kumanda benzetimlerine geçilir. Kumanda devresinin çalışması ile birlikte güç devresindeki ilgili kontaklarda kapanarak güç devresine bağlı olan motorun çalışması ve çalıştığı yönde görülebilecektir. Şekil.1'deki ara yüz üzerindeki hazırlanan kumanda devreleri butonlarından herhangi birine tıklanıldığında seçilen devrenin benzetimi aktif hale gelir.



Şekil 1. EKD programı ana menü ekran görüntüsü

Geliştirilen EKD benzetimi ile aşağıda sıralanan temel Elektrik Kumanda Devreleri (EKD) uygulamaları gerçekleştirilebilir.

- 1) Bir start-stop butonu ile asenkron motorun çalıştırılıp durdurulması
- 2) Asenkron motorun birden fazla noktadan çalıştırılıp durdurulması
- 3) Asenkron motorun dönüş yönünün değiştirilmesi (elektriksel ve buton kilitlemeli)
- 4) Asenkron motorun kesik ve sürekli çalıştırılması
- 5) Üç fazlı asenkron motora yıldız-üçgen yol verme

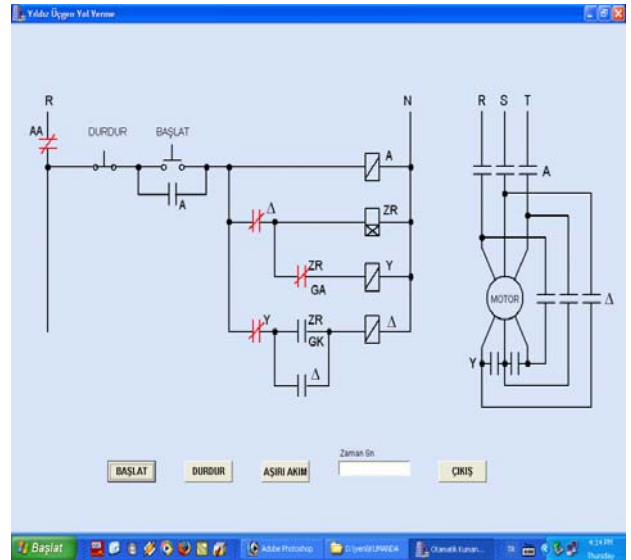
- 6) Üç fazlı asenkron motorun dinamik frenlenmesi
- 7) Bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motorun dönüş yönünün değiştirilmesi
- 8) Sınır anahtarı uygulaması
- 9) Paket şalter uygulaması

3.1. Uygulama Örnekleri

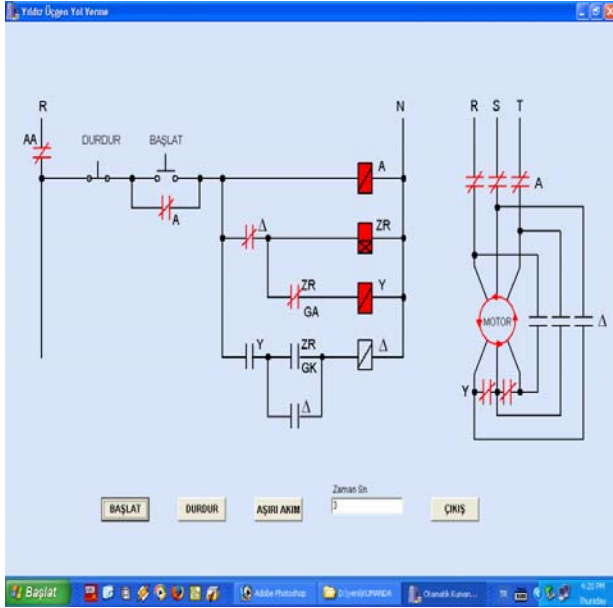
Uygulama örneği olarak bu bölümde yıldız üçgen yol verme, bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda devir yönü değiştirilmesi ve paket şalter uygulamasına ait kumanda ve güç devre şemaları ve devrelerin çalışmaları ile ilgili olarak detaylı olarak bilgi verilmiştir.

3.1.1. Üç fazlı asenkron motora yıldız-üçgen yol verme

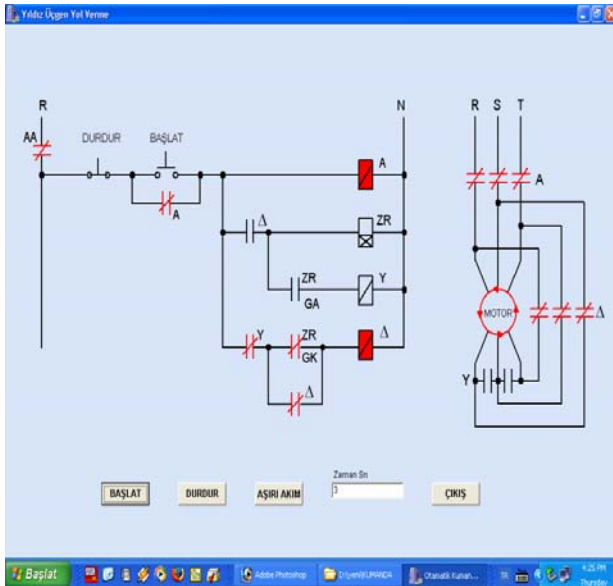
Şekil.2'de örnek olarak seçilen yıldız üçgen çalıştırmaya ait kumanda devresinin aktif hale gelmiş görüntüsü verilmiştir. Ekran üzerinde aynı anda kumanda ve güç devresi görülebilmektedir. Bu aşamada kumanda devre elemanlarına ait enerjisiz durumda iken başlangıç konumları verilmiştir. Şekil üzerinde görülen butonlar başlat, durdur, aşırı akım ve çıkış butonlarıdır. Ayrıca yıldız üçgen geçiş süresini ayarlayabilmek için zaman kutusu konulmuştur. Zaman kutusuna saniye cinsinden zaman değeri girilip başlatma butonuna basıldığında Şekildeki ekran elde edilir enerjili olan elemanların rengi gri olur. Zaman tamamlandığında ise Şekil.3 elde edilir. Şekil.3'de ilk anda A kontaktörü, Y kontaktörü ve ZR rölesi enerjilenir. Aynı anda güç devresi üzerinde A kontaktörünün ve Y kontaktörünün kontakları kapanarak motorun saat dönüş yönünün tersi yönde dönmeye başladığı gözlenir. Ayarlanan süre sonunda motor üçgen bağlantıya geçerek ekran görüntüsü Şekil.4'de görüldüğü gibi olacaktır.



Şekil 2. Yıldız üçgen yol vermeye ait başlangıç sayfası

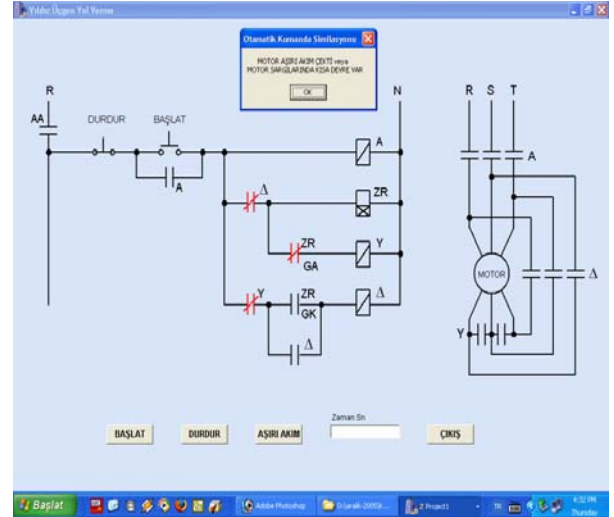


Şekil 3. Yıldız çalışmaya ait kumanda devresi



Şekil 4. Üçgen çalışmaya ait ekran görüntüsü

Şekil.5’de ise kısa devre anında veya motor aşırı akım çektiği anda aşırı akım rölesi devreyi açarak motorun çalışması durdurulmaktadır. Motorun aşırı akım çektiği aşırı akım butonuna basarak elde edilmektedir. Aynı zamanda ekranda “Aşırı Akım” uyarısı çıkmaktadır. Böylece devrede aşırı akım meydana geldiğinde aşırı akım rölesinin devreyi açarak motoru nasıl koruyacağı gösterilmiştir.

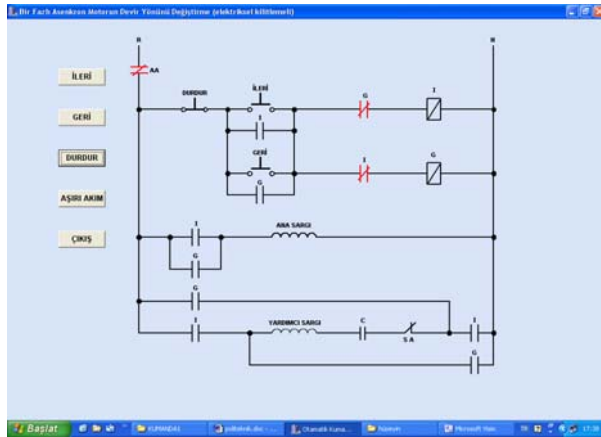


Şekil 5. Aşırı akım çekildiğinde ekran görüntüsü

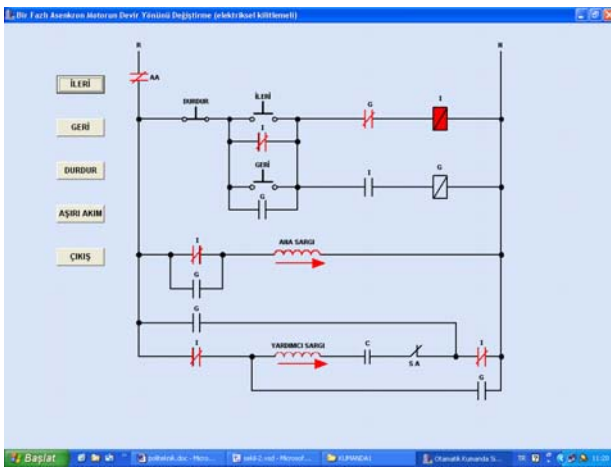
3.1.2. Bir fazlı motorun dönüş yönü değiştirilmesi

Şekil.6’da örnek olarak seçilen bir fazlı yardımcı sargılı motorda elektriksel kilitlemeli devir yönü değiştirilmesine devir yönü değiştirilmesine ait kumanda devresinin aktif hale gelmiş görüntüsü verilmiştir. Ekranda aynı anda kumanda ve güç devresi görülmektedir. Bu aşamada kumanda devre elemanlarına ait enerjisiz durumda iken başlangıç konumları verilmiştir. Şekil.6 üzerinde ileri, geri, durdur, aşırı akım ve çıkış butonları görülmektedir. Şekil.7’deki bir fazlı yardımcı sargılı motorun ileri yönde çalışabilmesi için ileri butonuna basıldığında geri kontaktörünün kapalı kontağı üzerinden ileri kontaktörü enerjilenir. Kumanda ve güç devresindeki açık kontaklarını kapatarak mühürlemesiyle sürekli çalışmayı sağlar ve güç devresinde ana sargı ve yardımcı sargıdan akım geçmesini sağlayarak motor ileri yönde döner. Motor ileri yönde çalışırken geri yön butonuna basıldığında elektriksel kilitleme nedeni ile motor geri yönde çalışmayacaktır. Motorun geri yönde çalıştırılabilmesi için öncelikle durdurma butonuna basılır.

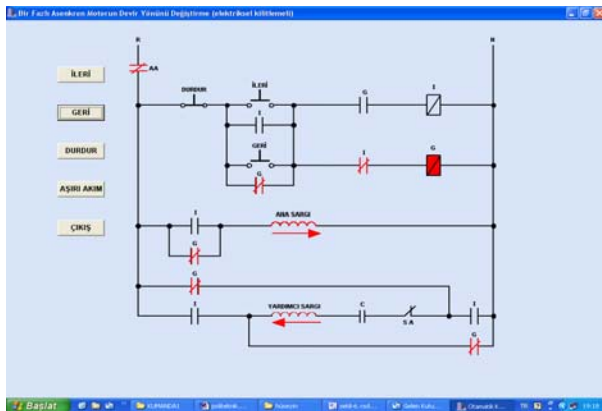
Şekil.8’de bir fazlı yardımcı sargılı motorun geri yönde çalışabilmesi için geri butonuna basıldığında ileri kontaktörünün kapalı kontağı üzerinden geri kontaktörü enerjilenir. Kumanda ve güç devresindeki açık kontaklarını kapatarak mühürlemesiyle sürekli çalışmayı sağlar ve güç devresinde ana sargı ve yardımcı sargıdan akım geçmesini sağlayarak motor geri yönde döner. Devrede geri butonuna basıldığında ana sargıdan geçen akımın yönü değişmezken, yardımcı sargıdan geçen akımın yönü değiştirildiğinden motor ters yönde dönmesi sağlanmaktadır. Motor geri yönde çalışırken geri yön butonuna basıldığında elektriksel kilitleme nedeni ile motor ileri yönde çalışmayacaktır. İstenildiğinde motoru durdurabilmek için durdur butonuna basılır.



Şekil 6. Bir fazlı yardımcı sargılı motorda devir yönü değiştirilmesine ait başlangıç sayfası



Şekil 7. Bir fazlı yardımcı sargılı motorun ileri yönde çalışması

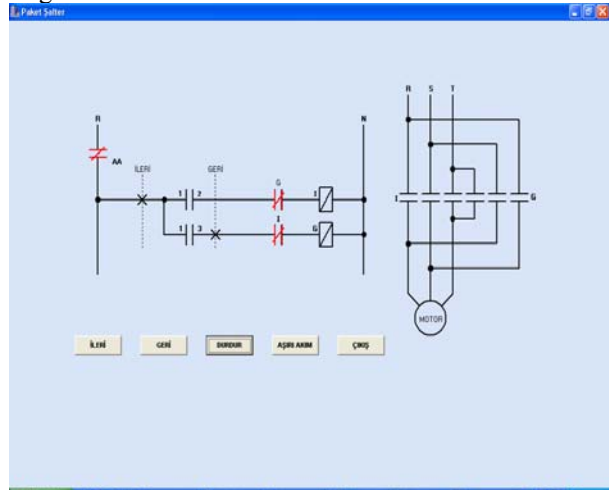


Şekil 8. Bir fazlı yardımcı sargılı motorun geri yönde çalışması

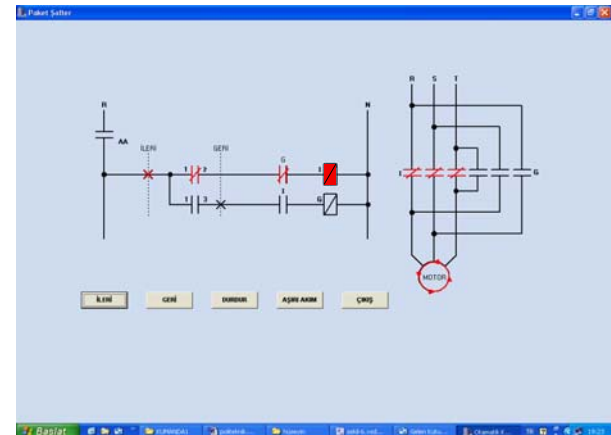
3.1.3. Paket şalter ile motorun ileri-geri çalıştırılması

Şekil.9'daki devrede de A-210' nolu kalıcı tip paket şalter ile yapılan ve dönüş yönünün değiştirilmesinde kullanılan bir bağlantı şeması verilmiştir. Paket şalter iki kontaklı ve ileri, normal, geri olmak üzere üç konumdadır. Paket şalterin kolu ileri konumuna çevril-

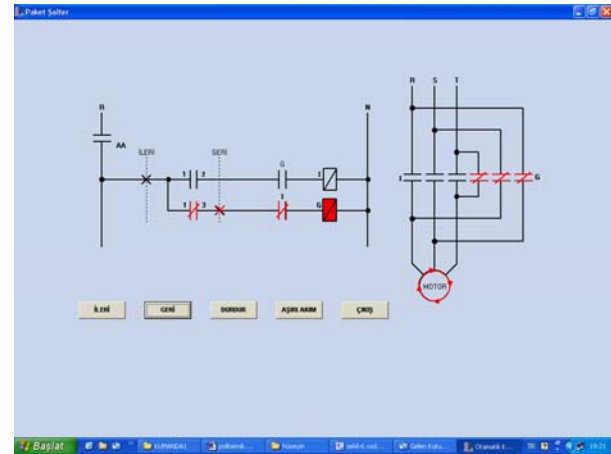
diğinde ileri kontaktörü devreye girerek motorun ileri dönmesini sağlar. Kumanda devresinde açılan I kontağı her iki kontaktörün aynı anda çalışmasına engel olur. Paket şalterin kolu geri konumuna çevrildiğinde geri kontaktörü devreye girerek motorun geri dönmesini sağlar. Kumanda devresinde açılan G kontağı ileri kontaktörünün geri kontaktörü ile beraber çalışmasına engel olur.



Şekil 9. Paket şalter ile üç fazlı motorun ileri-geri çalıştırılmasına ait başlangıç sayfası



Şekil 10. Paket şalter ile üç fazlı motorun ileri yönde çalıştırılması



Şekil 11. Paket şalter ile üç fazlı motorun geri yönde çalıştırılması

4. SONUÇ

Bu çalışmada elektrik kumanda devreleri (EKD) dersi uygulamaları için bir benzetim programı geliştirilmiştir. Bu benzetim programını kullanarak kumanda devrelerinin uygulamaları güvenli bir ortamda denenebilmektedir. Çalışma eğitim açısından değerlendirildiğinde, öğrencilerdeki ürkek ve çekingen davranışların ortadan kalkması, kendilerine olan güvenin ve derse olan ilgilerinin artması ile uygulama çalışmalarına daha bilinçli ve severek katılımları sağlanmış olacaktır. Bu benzetim programının web tabanlı yapılmasıyla sanal laboratuvar ortamı oluşturularak EKD dersinin öğretimi daha etkin hale getirilebilir. Tasarlanan benzetim programı kütüphanesinde üç fazlı asenkron motor, bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motor ve paket şalterle ile yapılan kumanda devrelerine ait uygulamalar mevcuttur. Bundan sonraki çalışmalarda, ileri kumanda devreleri için gerekli değişiklikler yapılabilir. Hazırlanan program geliştirilmeye uygun bir alt yapıya sahiptir. İstenildiğinde benzetim programına yeni menüler eklenebilir.

5. KAYNAKLAR

1. Sezgin, İ., "Mesleki ve Teknik Eğitimde Program Geliştirme", Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Matbaası, Ankara, 34-83, 1991.
2. Erdal, H., Hallıyev, V., Onat, M., "A Novel Simulator For Sequential Control Techniques", 3rd International Advanced Technologies Symposium, Gazi University, Ankara, August 18-20, 2003.
3. Pota, H.R., "Computer-Aided Analog Electronics Teaching", IEEE Transactions on Education, 40(1), 22 – 35, 1997.
4. Pandeya, A., Kotharia, D.P., Mukerjee, A.K. and Singh, B., "Modelling and simulation of power factor corrected AC-DC converters", International Journal of Electrical Engineering Education, 41(3), 244-264, July 2004.
5. Park Ji-Ho and Baek Young-Sik, "Simulation of Electric Machines Using Object-Oriented Technique", IEEE International Electric Machines and Drives Conference Record, Milwaukee, WI, USA, MC1/9.1-MC1/9.3, 18-21 May 1997.
6. Tseng, K.J., Wang, Y., Vilathgamuwa, D.M., "Development of a Dynamic Model of Electric Arc for Power Electronics Simulations", IEEE Conference on Industry Applications Conference, Thirty-First IAS Annual Meeting, San Diego, CA, IAS'96, 4, 2173-2180, 6-10 Oct. 1996.
7. Kang, Y., Lavers, J.D., "Power Electronics Simulation: Current Progress and Future Development" 4th Int. IEEE Workshop on Computers in Power Electronics, Trois-Rivières, 169-174, 7-10 Aug. 1994.
8. Çolak, İ. Irmak, E., Demirbaş, Ş., Bayındır, R., "Teknik Eğitimde İnternet Teknolojisinin Kullanımı", 1. Uluslararası Mesleki ve Teknik Eğitim Teknolojileri Kongresi, İstanbul, B79, 5-7 Eylül 2005.
9. Çolak, İ., Bayındır, R., "Elektrik Kumanda Devreleri", Seçkin Yayıncılık, Ankara 2004.
10. Badur, Ö., "Elektrik Kumanda Devreleri", Milli Eğitim Basımevi, İstanbul 2001.
11. Karagülle, İ., Pala, Z., "Borland C++ Builder 6", Türkmen Kitabevi, İstanbul 2002.
12. Yanık, M., "Projelerde Birden Fazla Form Kullanmak", C++ Builder, Beta Basım, İstanbul 2000.