

PLC KONTROLLÜ ASENKRON MOTORLARA REAKTANS BOBİNİ İLE YOL VERME

**PLC CONTROLLED STARTING ASYNCHRONOUS MOTORS WITH
REACTANCE COİL**

Hasan CANGİ

Dr., HasCan Mühendislik, Mardin

Süleyman ADAK

Dr. Öğr. Üyesi, Mardin Artuklu Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu,

Elektrik ve Enerji Bölümü

Cemil İNAN

Doç. Dr., Mardin Artuklu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü

(Sorumlu Yazar)

Özet

Programlanabilir lojik denetleyiciler (PLC) endüstriyel tesislerde çalışmak üzere tasarlanmış ve dijital prensiplere göre çalışan elektronik sistemlerdir. Bu cihazlar bir sistemi kendi analog veya dijital giriş/çıkış modülleriyle, mantıksal kontrol, zamanlama ve sayma gibi fonksiyonlarla kontrol etmek için tasarlanmışlar. Ayrıca PLC' ler üretim ile ilgili çeşitli süreçlere ilişkin verilerin toplanmasında da kullanılabilirler. Bu veriler, üretilen ürünlerin sıcaklığını, ortam ısını, nem oranını ve benzeri ölçülebilir verilerdir. Bu çalışmada, PLC kontrollü üç fazlı asenkron motora yol verme durumu incelenmiştir. Asenkron motorlar yol alma süresi içinde nominal akımlarının 3 ile 7 katı kadar akım çekerler. Bu akım değeri şebeke için zararlıdır. Böylece, asenkron motorların statorlarına reaktans bobini bağlayarak bu akım değeri azaltılır. Endüstride en çok kullanılan motor tipi asenkron motorlardır. Alternatif akım ile çalışan, basit bir yapıya sahip olması ve ayrıca az bakıma gereksinim göstermeleri diğer motor türlerine göre endüstride daha çok tercih edilmelerine sebep olmuştur. PLC 'ler yapılacak işlerin belirli bir sırayla yapılmasını denetleyebilen cihazlardır. Örneğin; asansörlerin hangi katlara hangi sırayla uğrayacağını denetleneceği sistemlerde kullanılabilirler. PLC' ler uzun ömürlü ve güvenilirlerdir. Tozlu, kirli, nemli, elektriksel parazitli ortamlarda güvenle çalışabilirler. PLC' ler yeteneklerine göre çok küçük ve az yer kaplayan cihazlardır. Bu da her ortamda PLC' lerin sorunsuzca yerleşmelerini sağlar. PLC' ler lojik temelli işlemler yanında, matematiksel işlemlerin yapılmasını sağlayan komutları da içermektedirler. Bu özellikler PLC' leri üstün kılan nedenlerdendir. Günümüz rekabet dünyasında etkin olmak için endüstride yoğun bir şekilde PLC' li otomasyon sistemlerini kullanmak gerekir.

Anahtar Kelimeler: Programlanabilir denetleyiciler, Asenkron motor, Asenkron motor yol alma akımı, Yol verme yöntemleri

Abstract

Programmable logic controllers (PLCs) are electronic systems that designed too perate in industrial facilities and operate according to digital principles. These devices are designed to control a system with it shown analog ordigital input/output modules, functions such as logical control, timing and counting. In addition, PLCs can be used to collect data depending on various processes in production. These data are measurable data such as temperature, ambient temperature, humidity and the like. In this study, starting condition of three phase asynchronous motor controlled by PLC is investigated. Asynchronous motors draw about 3 to 7 times their rated current during the starting time. This current value is harmful to the network. Thus, this current value is reduced by connecting the reactance coil to the stator of the induction motors. The most commonly used motor type in the industry are asynchronous motors. The fact that it has a simple structure that works with alternating current and also requires low maintenance has made them more preferred in the industry than other motor types. PLCs are devices that can control the execution of thework in a specific order. For example; It can be used in the systems where the floors will be controlled in which order the elevators will be in which order. PLCs are long lasting and reliable. They can work safely in dusty, dirty, humid, electrically noisy environments. PLCs are very small and space-saving devices according to their capabilities. This allows the PLCs to be installed in any environment without any problems. In addition to logic-based operations, PLCs also include commands for performing mathematical operations. These features are one of the reasons that make PLCs superior. In order to be effective in today's world of competition, it is necessary to use automation systems with PLC intensively in the industry.

Keywords: Programmable controllers, Asynchronous motor, Starting current of asynchronous motor, Starting methods

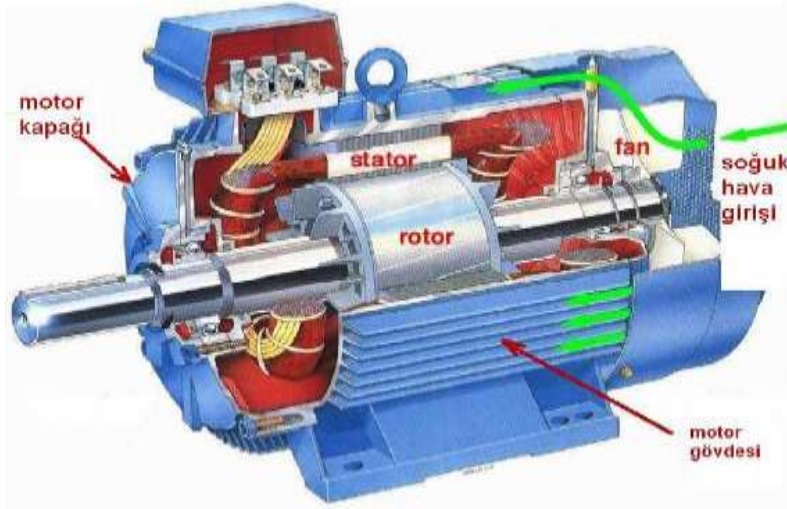
1. GİRİŞ

Asenkron motorlara reaktansla yol vermede temel ilke şebeke geriliminin bir kısmını yol verme reaktansında düşürme ve geri kalanını asenkron motora uygulamaktır. Statora seri bağlanan reaktans üzeri motora yol vermedir. Başlatma butonuna basıldığında stator ve reaktans bobini birbirlerine seri bağlı bir halde yol almaya başlar. Yol alma süresi sonunda reaktans bobini devreden çıkarılır ve motor direkt şebekeye bağlı bir şekil de çalışır.

PLC' ler otomatik kontrol sistemlerinde, orta ve ağır endüstriyel tesislerde, ısı kontrol sistemlerinde, tıp alanında, hız ve güvenlik gibi alanlarda kullanılır. PLC bir makinenin üretim süreçlerini denetlemek için lojik, sıralama, zamanlama, aritmetik ve sayma gibi işlemleri gerçekleştirecek komutların depolandığı programlanabilir bir belleği olan mikroişlemci tabanlı endüstriyel otomasyon cihazlardır [1-3]. Ayrıca ürün kalitesinin yanı sıra yeni bir ürün imali için kumanda devrelerinin yeniden oluşturulması, montajı ve bağlantıları yerine sadece PLC programlama ile giderilmesi gibi sebeplerden dolayı bu sistemleri önemli kılmaktadır.

Asenkron motorlar genel olarak stator ve rotor olmak üzere iki kısımdan yapılmışlardır. Stator, asenkron motorun duran kısmıdır. Rotor ise dönen kısmıdır. Asenkron motorun rotoru, kısa

devreli rotor (sincap kafesli rotor) ve sargılı rotor (bilezikli rotor) olmak üzere iki çeşittir [2-4]. Asenkron motor, rotorun yapım biçimine göre bilezikli ve kafesli asenkron motor olarak adlandırılır. Şekil 1’de üç fazlı bir asenkron motorun kesit resmi verilmiştir.



Şekil 1. Üç fazlı bir asenkron motorun kesit görünüşü

Asenkron makineler şebekeye bağlandıklarında yol alma süreleri içinde nominal akımlarının (5-7) katı kadar bir akım çekerler. Bu akım değeri elektrik şebekelerinde istenmeyen olayların oluşmasına neden olmaktadır. Şebekeye ve şebekeye bağlı tüketicilere zarar vermektedir. Bundan dolayı 5 HP’ den büyük motorlara direk yol verilmesi yönetmenlikler tarafından yasaklanmıştır [5, 6].

PLC sistemleri, günümüzde yaygın olarak, otomatik kontrol düzenlerinde kullanılmakta olan mikroişlemci tabanlı endüstriyel otomasyon cihazlardır. PLC ikili giriş sinyallerini işleyerek, teknik işlemleri, çalışmaların adımlarını direkt olarak etkileyecek çıkış işaretlerini oluşturur [7, 8]. Çoğunlukla programlanabilir denetleyicilerin yapabileceği işlerde bir sınır yoktur. PLC, bir iş akısındaki bütün adımlar doğru zaman ve doğru sıradaki bir hareket içerisinde olmasını sağlar. Kontrol problemlerinin çözümünde teknik olarak görülmüştür ki bu problemlerin karmaşıklığına göre PLC uygulamalar değişebilir [9-11]. Bununla beraber aşağıdaki temel elemanlar PLC uygulamaları için daima gereklidir. PLC temel elemanlar olarak:

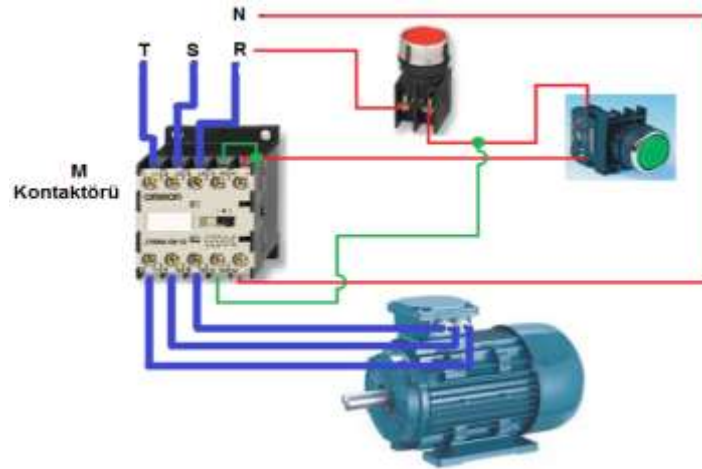
- Donanım (hardware),
- Yazılım (software),
- Algılayıcılar (Sensörler),
- İş elemanları,
- Programlayıcı,

kısımlardan oluşurlar.

2. Araştırma ve Bulgular

Günümüzde endüstriyel otomasyonun gelişmesinde PLC' lerin kullanımı kaçınılmazdır. PLC' ler boyut olarak küçülüp, yetenekleri ise aynı oranda artmıştır. İş makileri ve süreçlerin kontrol etmek için mantık, sıralama, zamanlama, sayma ve aritmetik gibi bazı belirli işlemleri gerçekleştirmeyi sağlayacak komutların depolandığı programlanabilir bir hafızası olan sayısal elektronik araçlardır. PLC bir bilgisayara benzetilirse; girişlerinde Mouse ve klavye yerine basit giriş bağlantıları vardır [10-12]. Yine çıkışlarında ekran yerine basit çıkış bağlantıları vardır. Girişlere bağlanan elemanlara sensör, çıkışlara bağlanan elemanlara da iş elemanı denir.

PLC' nin giriş bilgileri kontrol edilen ortamdan veya makineden gelir. Gelen bu bilgiler içimde PLC var yada yok şeklinde değerlendirilmeye tabi tutulan sinyaller sisteminin dijital girişlerini oluşturur. Dijital girişler PLC 'ye çeşitli saha ölçüm cihazlarından gelir. Bu cihazlar fark etmeleri gereken olay gerçekleştiğinde PLC' nin ilgili giriş bitimini '0' sinyal seviyesinden '1' sinyal seviyesine çıkarırlar [13]. Böylece sistemin sahada olan hadiselerden haberdar olmasını sağlar. Dolayısıyla sistem içindeki fiziksel değişimleri PLC' nin anlayabileceği 0-1 sinyallerine dönüştürürler. PLC' nin girişine gelen sinyaller basınç şalterlerinden, sınır şalterlerinden, yaklaşım şalterlerinden veya herhangi bir röle, kontaktör ya da otomatın yardımcı kontağından gelebilir. Şekil 2'de üç fazlı asenkron motora direk yol vermeye ait güç devresi verilmiştir.



Şekil 2. Üç fazlı asenkron motorun start-stop butonu üzeri çalıştırılması

Start, Stop devresi kumanda devreleri tasarımında ve eğitiminde öğrenilen ilk ve en temel devredir. Start, Stop devresinde sigorta açık ve enerji varken start butonuna basıldığında M kontaktörü enerjilenir ve güç devresinde bağlı olan motor dönmeye başlar. Start butonun altında gözüken M kontaktörüne ait normalde açık kontak enerjileşmeden dolayı kendini kapattığı için start butonu bırakıldığında devreden enerji kesilmez ve motor dönmeye devam eder. Bu duruma kumanda devrelerinde elektriksel mühürleme denir. Stop butonuna basıldığında devrenin enerjisi kesilir ve enerji altında kapanan M kontaktörüne ait kontaklar eski konumlarına (açık duruma) geri döner ve motor durur.

Bir PLC ile kontrol sistemlerinin oluşturulması:

- Kontrol istenen probleminin tanımlanması, ifade edilmesiyle sorunun yazılı olarak kâğıda dökülmesi,
- Problemin çözümü için gerekli program veya fonksiyonların tespit edilmesi,
- Programın zaman diyagramı ve dalga şekilleriyle çalışırılığının kontrolünün sağlanması
- Programın diyagrama şekline aktarılıp diyagramın programlanması (LADDER STL, SCL, FBD)
- Programın yazılması, olarak sıralanabilir.

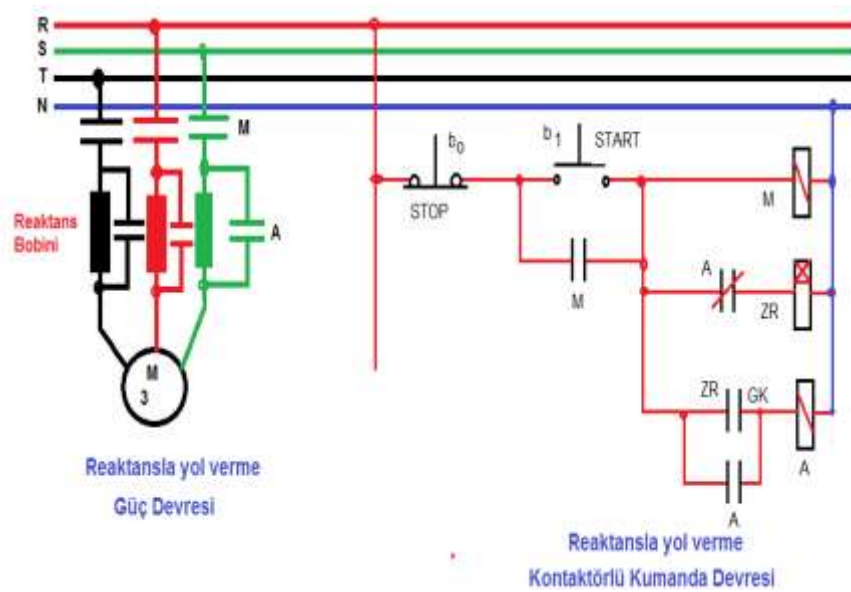
Merkezi İşlem Birimi (CPU) PLC sisteminin beyni olup içerisinde çok çeşitli lojik kapı devreleri mevcuttur. CPU bir mikroişlemci tabanlı sistem olup kontrol röleleri, sayıcı, zamanlayıcı gibi fonksiyonları yerine getirir. CPU; çok çeşitli sensor devrelerinden gelen giriş bilgilerini okuyarak hafızada depolanmış kullanıcı programını yerine getirerek, uygun çıkış komutlarına ve kontrol devrelerine gönderir.

İşlemci ve I/O (Input/Output) modülleri tarafından, kullanılan düşük seviyeli voltaj için bir doğru akım doğru akım güç kaynağı gereklidir. Bu güç kaynağı CPU çatısı altında olabileceği gibi; PLC sistemi bünyesinde bağımsız fakat PLC sistemine bağlı olabilir. I/O kısmı Giriş ve Çıkış modüllerinden ibarettir. I/O sistem formları denetleyiciye bağlanan cihazlar aracılığı ile irtibatlandırılır. Bu interface'in amacı; harici cihazlara çeşitli sinyaller alma gönderme durumlarıdır. Input cihazları örneğin; push-button (dokunulduğunda ON, bırakıldığında OFF) Limit switches (sınır anahtarları) sensörler, seçici anahtarlar anahtarlar input modülü üzerindeki terminallere irtibatlanır. PLC' nin klasik Röle Sistemine Göre Üstünlükleri:

- Programlanabilir olması nedeniyle aynı makinada çeşitli programlar yaparak değişik parçalar otomatik olarak üretebilmekte, zamandan tasarruf sağlanmaktadır.
- PLC sistemleri, birçok hattan meydana gelen sanayi sistemlerinde, arızanın hangi hatta olduğu, hangi rölenin kontağını açmadığını ekran üzerinde göstererek arızanın giderilmesi süresini kısaltmıştır.
- Elektrik donanımı çok azaldığından ve daha az kablo kullanıldığından sistemlerin maliyeti çok düşüktür.
- PLC' ler röleli kontrol sistemlerinden doğmuşlardır. Fakat PLC kontrollü bir bilgisayarı hesaplaması daha hassas, güvenilir ve esnek bir kontrol sağlar.
- Kontrol sistemi, sadece bir cihazı kontrol eden tek bir küçük PLC' de oluşabileceği gibi değişik modellerde birçok PLC' nin birbirine şebeke yoluyla bağlandığı çok geniş bir uygulamadan da oluşabilir.
- PLC' de, otomatik kontrolde kullanılan hemen, hemen her türlü cihaza çıkış verilebilir. En çok kullanılanlarından bazıları şunlardır: Motorlar, selenoidler, servo motorlar, vanalar, stepping motorlar, lambalar, alarm ve kornalar.

2.1 Üç Fazlı Asenkron Motora Reaktans Bobini üzeri Yol verme

Bir makinenin, bir fabrikanın ya da her hangi bir prosesin gerçekleştirilmesi sırasında aynı anda birçok olay meydana gelir ve bunların bir sıra halinde olması gerekmez. Dolayısıyla normal bilgisayar programlarıyla bu gibi bir prosesi kontrol edemezsiniz. Fakat bir PLC için aynı anda gerçekleşen birçok olayı kumanda etmek hiç sorun değildir. Bu arada sırf kumanda işlemlerine yönelik birçok komutu da fazladan ihtiva etmesi sebebiyle, PLC ile bu tip programları yazmak ve çalıştırmak kolaydır. CPU 'yu programlayabilmek için LAD (merdiven diyagramı) ve STL (program listesi) gibi çeşitli diller kullanılabilir. Şekil 3'te üç fazlı asenkron motora reaktans bobini ile yol vermeye ait güç ve kontaktörlü kumanda devresi verilmiştir.



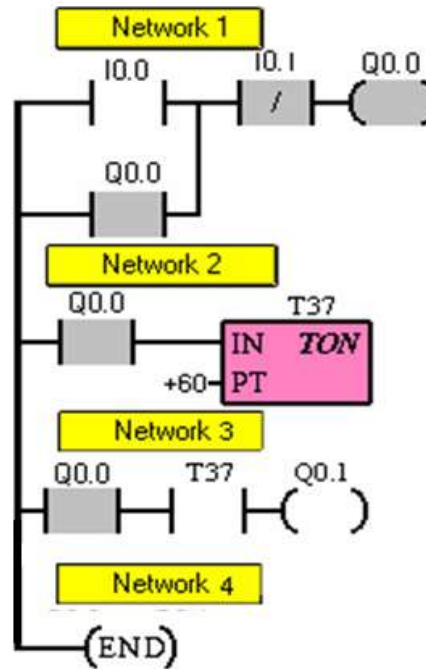
Şekil 3. Reaktans bobini üzeri asenkron motora yol vermeye ait güç ve kontaktörlü kumanda devresi

Burada, M, motor ana kontaktörünü, A, yol verme reaktansını kısa devre etmek için kullanılan kontaktörü, ZR zaman rölesini göstermektedir.

Çalışma Prensipleri:

b1, butonuna basıldığında M kontaktörü ile ZR zaman rölesi enerjilenir. Sistem M kontağı üzerinden mühürlemesini sağlar. Güç devresinde kapanan M kontakları (stator devresine reaktans bağlı) motorun çalışmasını sağlar. Motorun yol alması sonunda ZR zaman rölesi ZR kontağını kapatarak A kontaktörünü enerjilendirir. Güç devresinde kapanan A kontakları reaktans bobini kısa devre eder. Böylelikle bilezikli asenkron motor nominal devir sayısında reaktans bobinleri devre dışı bir şekilde çalışmaya başlar. Bu iş basamaklarının amacı asenkron motorların yol alma süresi içinde çekeceği aşırı akımdan, şebeke ve şebekeye bağlı

tüketicileri korumaktır. Şekil 4’te reaktans bobini ile yol vermeye ait ladder kumanda devresi verilmiştir.



Şekil 4. Asenkron motora reaktans bobini üzeri yol vermeye ait ladder kumanda devresi

Ladder kumanda devresinin çalışma Prensibi:

I0.0 kontağı kapandığında Q0.0 kontağı ile T37 timer’ i enerjilenir. Q0.0 üzeri mühürlemesini sağlar. Asenkron motor reaktans bobinleri üzeri yol almaya başlar. Yol alma süresi sonunda T37 timeri T37 kontağını kapatarak reaktans bobinlerini kısa devre eder. Motor reaktans bobinleri olamadan çalışmasını sürdürür.

Komut Sistemi (STL) ile Bileikli Asenkron Motora Yol Verme

Ladder programlama dışında PLC komut deyimleri ile de programlanabilirler. Bu programa şöyle verilebilir:

NETWORK-I-

LD I0.0

O Q0.0

AN I0.1

= Q0.0

NETWORK-II-

LD Q0.0

TON T37,+60

NETWORK-III-

LD Q0.0

A T37

= Q0.1

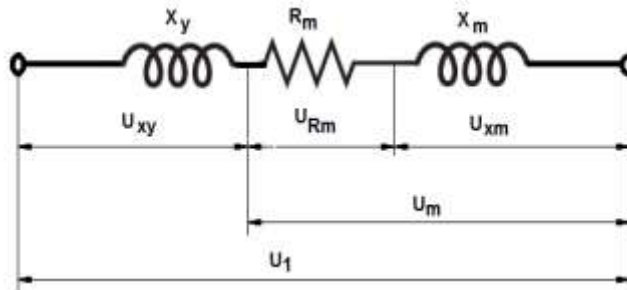
NETWORK-IV-

MEND

olarak yazılır. Günümüzde kod komutları ile programlama oldukça önem kazanmıştır. PLC'ler uzun ömürlü ve güvenilirlerdir. Tozlu, kirli, nemli, elektriksel parazitli ortamlarda güvenle çalışabilirler. (0-60) derece sıcaklık değeri ile % (0 – 95) nemli ortamlarda çalışırlar. PLC'ler yeteneklerine göre çok küçük ve az yer kaplayan cihazlardır. Bu da her ortamda sorunsuzca intibaklarını sağlar.

2.2 Yol Verme Reaktans Değerinin Bulunması

Reaktans bobini ile yol verme büyük ve güçlü yüksek gerilimli üçgen bağlı bir asenkron motorlarda tercih edilir. Standart reaktans değerleri %50, %65 ve %80 gerilimler uygulanacak şekilde imal edilirler. Büyük güçlerle çalışan motorlarda kayıpları önlemek için tercih edilirler. Asenkron motorun reaktans bobini bağlıyken bir fazının eşdeğeri Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Reaktans bobininin asenkron motora bağlı olduğu durum

Motor faz akımı,

$$I_f = \frac{I_n}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

Formülü ile bulunur. İstenilen akımın yol alma akımına oranı,

$$k_a = \frac{nI_y}{mI_y} \quad (2)$$

İle bulunur. Burada n, istenilen yol alma akımı katsayısı, m motorun yol alma katsayısını göstermektedir. Motor uçlarındaki gerilimin değeri,

$$U_m = U_f * k_a \quad (3)$$

Formülü ile hesaplanır. Bu gerilimin omik ve endüktif bileşeni,

$$U_{RM} = U_m * \cos\alpha \quad (4)$$

İle bulunur. Endüktif bileşen,

$$U_{XM} = U_m * \sin\alpha \quad (5)$$

Olarak bulunur. Yol verme reaktansı uçlarındaki gerilimin değeri,

$$U_{xy} = \sqrt{U_f^2 - U_{RM}^2} - U_{xm} \quad (6)$$

İle bulunur. Olarak bulunur. Yol verme reaktansının değeri,

$$X_y = \frac{U_{xy}}{I_y} \quad (7)$$

Formülü ile bulunur.

Örnek: Etiketinde 380V, 20A olan statoru üçgen bağlı üç fazlı bir asenkron motor direk yol aldığı anda şebekeden nominal akımının 5 katı akım çekmektedir. Bu akım değerinin nominal akımının 3 katına düşürecek yol verme reaktansının değerini bulalım. ($\cos\alpha = 0.20$, $\sin\alpha = 0.98$)

Çözüm: Asenkron motorun statoru üçgen bağlandığından (1) denkleminde faz akımı,

$$I_f = \frac{20}{\sqrt{3}} = 11.55 \text{ A}$$

Olarak bulunur. (2) denkleminde istenilen yol alma akımının motor yolma akına oranı,

$$k_a = \frac{3}{5}$$

Olarak bulunur. (3) denkleminde motor uçlarındaki gerilimin değeri,

$$U_m = 380 * \left(\frac{3}{5}\right) = 228 \text{ V}$$

Olarak bulunur. (4) denkleminde motor uçlarındaki gerilimin omik bileşeni,

$$U_{RM} = 228 * 0.2 = 45.6 \text{ V}$$

Olarak bulunur. (5) denkleminde endüktif bileşenin değeri,

$$U_{XM} = 228 * 0.98 = 223.44 \text{ V}$$

Olarak bulunur. (6) denkleminde asenkron motora yol verme reaktansı uçlarındaki gerilimin değeri,

$$U_{xy} = 153.81 \text{ V}$$

Olarak bulunur. (7) denkleminde asenkron motor yol verme reaktansının değeri,

$$X_y = \frac{153.81}{34.6} = 4.44 \text{ ohm}$$

Şeklinde bulunur. PLC' ler özellikle endüstriyel ortamlar için tasarlandıklarından bu tip ortamlarda rahatlıkla çalıştırılabilirler. Otomasyon işlemlerinde PLC kullanımını çokça tercih edilir. Kumanda fonksiyonları yazılım ile gerçekleştirildiğinden farklı uygulamalarda adaptasyon kolayca sağlanmaktadır.

3. Sonuç

PLC' lerin yapısı ve çalışma şekli ile bilgisayarlara çok benzemektedir. PLC' lerde tek bir yazılım programı sıralı bir şekilde baştan sona doğru gerçekleştirilir. PLC'lerde kullanılan Ladder (merdiven) programlama, kumanda bilgisine sahip herkes tarafından kolayca uygulanabilir. Endüstride çok sıklıkla uygulanan asenkron motorlara yol verme yöntemlerinden reaktans bobini üzeri yol vermenin incelendiği bu çalışmada, elde edilen sonuç ve öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- PLC' lerde kumanda devresinin kontrolü yazılım ile sağlandığından, güç sistemlerinde değişimlerde adaptasyon yazılımın değiştirilmesi ile kolaylıkla gerçekleştirilebilir. PLC ile kontrolü yapılacak sistem büyüklük açısından farklılıklar gösterebilir. Sadece bir makine kontrolü yapılabileceği gibi, bir fabrikanın komple kumandası da gerçekleştirilebilir. Aradaki fark sadece kullanılan kontrolörün kapasitesidir.
- PLC' ler, bugün akla gelebilecek her sektörde yer almaktadır. Kimya sektöründen gıda sektörüne, üretim hatlarından depolama sistemlerine, marketlerden rafinerilere kadar çok geniş bir yelpazede kullanılan PLC' ler, bugün kontrol mühendisliğinde kendilerine haklı bir yer edinmişlerdir. Elektronik sektöründeki hızlı gelişmelere paralel olarak gelişen PLC teknolojisi, gün geçtikçe ilerlemekte otomasyon alanında mühendislere yeni ufuklar açmaktadır. Bu yüzden de her teknikerin yüzeysel bile olsa biraz bilgi sahibi olması gereken bir dal konumuna gelmektedir.

4. Kaynakça

- [1] Waewsak, J., (2002), PLC's Component and Operation, The University of the Chamber of Commerce.
- [2] Kurtulan, S. (2008), PLC ile Endüstriyel Otomasyon SIMATIC S7-200 ve S7-300/S7-400, Uygulamaları, Birsan Yayınevi, İstanbul, 446s.
- [3] Bayrak, G., & Kaya, T. (2011), PLC ve elektrik kumanda devreleri eğitimi için bir deney seti tasarımı ve uygulaması. Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, 326-330.
- [4] Sekkeli M, Kececioğlu O.F. (2012), Scada based an energy saving approach to operation of stenter machine in a textile plant using waste heat recovery system. Tekstil ve Konfeksiyon 2012;22(3):248-257.
- [5] Megep, PLC Programlama Teknikleri, MEB, Ankara, 2011, 109s.
- [6] Yıldız, C. Yılmaz, A.S. Bayrak, M. (2006), GeneticAlgorithmBased PI Controller forLoadFrequency Control in PowerSystems, Proc of 5th Int. Symp. On IntelligentManufacturingSystems, pp. 1202-1210, May 2006, Sakarya, Türkiye.
- [7]Bolton, W., Programmable logic controllers, (5th Ed.), Elsevier, UK, 2009.
- [8] Ozdemir, A; Erdem, Z., (2014), A New Approach for Calculation of PID Parameters with Model Based Compact Form Formulations - ELEKTRONIKA IR ELEKTROTECHNIKA - Vol.20 - pp.3 - ISSN : 1392-1215 - DOI : 10.5755/j01.eee.20.3.4415 - English - Article - 2014 - WOS:000333396800001.

- [9] Topaloğlu, N., Mikroişlemciler & Assembly Dili, Seckin Yayınları, Ankara, 2001.
- [10] Yorgancı, O., Yentürk, H. ve Aşık, A., Dijital Elektronik ve Kumanda Tekniği, Ankara, 2000.
- [11] Webb, J. W. Reis, R. A., Programmable Logic Controllers: Principles and Applications, Prentice Hall, 2002.
- [12] Özerdem, Ö. C. (2001), “Endüstriyel Üretimde Programlanabilir Lojik Kontrollörlerin (PLC) Diğer Kontrol Sistemleriyle Karşılaştırması ve KKTC de PLClerin Eğitim ve Üretim Açısından Yeri”, NEU-CEE2001, Lefkoşe, 23-25 Mayıs.
- [13] Rehg, J. A., & Sartori, G. J., Programmable logic controllers. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall. 2009.