

## AC SERVO MOTOR EĞİTİM SETİ TASARIMI VE KONUM KONTROLÜ

Aydın GÜLLÜ\*, Yener Fatih SUR\*\*, Erkan KAPLANOĞLU\*\*\*

### Özet

Bu çalışmada, Marmara Üniversitesi Mekatronik Eğitimi Bölümünde bulunan Lucas Nülle firmasına ait AC Senkron Servo Motor seti, eğitim amaçlı, konum kontrolü yapan deney setine dönüştürülmüştür. Öğrencilerin deney setini daha efektif kullanabilmeleri için Siemens firmasına ait WinCC Flexible yazılımı ile bir ara yüz tasarlanmıştır. Konum, hız ve tork kontrollerinin yapılması için üç ayrı deney föyü hazırlanmıştır.

Hazırlanan deney setinde AC motor kontrolünün yanı sıra bağımsız olarak PLC( Siemens S7-300) , Servo inverter (Lenze 9300 Position Control) kullanarak scada ve PLC'nin ileri seviye eğitimleri hedeflenmiştir. Yapılan bu çalışma, Mekatronik bölümü müfredatında bulunan Elektromekanik sistemler, Kontrol sistemleri ve Ölçme derslerinde kullanılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Siemens S7-300 PLC, WinCC SCADA, HMI, AC Servo Motor, Lenze İnverter, Eğitim seti.

### DESIGN OF AC SERVO MOTORS TRAINING SET AND POSITION CONTROL

#### Abstract

In this study, AC Synchronous Servo Engine set of Lucas Nülle company in Marmara University Department of Mechatronics Education which has been converted into a position control experimental set for education. An interface is designed with WinCC Flexible software of Siemens Company to make more effective for students. Three separate experimental sheets are prepared for position, velocity and torque controls.

The prepared experimental set with AC engine control aimed advanced level education of Scada and PLC by using independent PLC (Siemens S7-300), Servo inverter (Lenze 9300 Position Control). This study will be used electromechanic systems, Control systems and measuring in mechatronic department curriculum.

**Key Words:** Siemens S7-300 PLC, WinCC SCADA, HMI, AC Servo Motor, Lenze İnverter, Education set.

---

\* Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Mekatronik Eğitimi Bölümü Göztepe Kampüsü 34722, Kadıköy/İstanbul. E-posta: [aydin\\_gullu@hotmail.com](mailto:aydin_gullu@hotmail.com)

\*\* Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Mekatronik Eğitimi Bölümü Göztepe Kampüsü 34722, Kadıköy/İstanbul. E-posta: [aydin\\_gullu@hotmail.com](mailto:aydin_gullu@hotmail.com)

\*\*\* Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Mekatronik Eğitimi Bölümü Göztepe Kampüsü 34722, Kadıköy/İstanbul. E-posta: [aydin\\_gullu@hotmail.com](mailto:aydin_gullu@hotmail.com)

## 1. GİRİŞ

G Mekatronik bölümü öğrencilerinin 4 yıllık eğitim süreleri içinde Elektrik-Elektronik, Makine ve Bilgisayar gibi temel alanlara ait eğitimleri almaları gerekmektedir. Diğer alan öğrencilerine nazaran daha az sürede konuları anlamları gerekmektedir. Konuların kısa zamanda öğretilmesi için gelişmiş ve kolay anlaşılır eğitim setlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye’de Teknik Eğitim Fakülteleri, meslek liselerine teknik öğretmen yetiştiren kurumlardır. Ancak son yıllarda çeşitli sebeplerden dolayı bu fakülte mezunları kamu ve özel sektörde daha çok istihdam edilmektedirler. Endüstride karşılaştıkları problemleri çözebilmeleri, onların gerçek hayatta karşılaştıkları sistemleri tanımaları ve kontrol etmeleri ile mümkündür. El becerilerini üniversitede geliştirmeleri şarttır. [1]

Günümüzde kontrol ve izleme yöntemleri gelişmekte ve bu yöntemlere ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Sistemin arızaların sıklığı ve süreleri, büyük ölçüde sisteme uygun dağıtım otomasyonunun kurulamamasından ve sistemin çalışma karakteristiklerinin her an izlenememesinden kaynaklanmaktadır. Bunun için sistem hakkındaki bilgilerin (ısı, nem, frekans, hız, tork, elemanlarının durumları...) toplandığı, gözlemlendiği, uzaktan kumanda edildiği (açma, kapama, kurma), arıza algılamının yapılabildiği otomasyon sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için gerek okullarda gerekse endüstride birçok farklı yöntem ve metotlar kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında SCADA kelimesi göze çarpmaktadır. SCADA terimi Supervisory Control And Data Acquisition (yönetici kontrolü ve veri işleme) kelimelerinin ilk harfleri ile oluşturulan bir kısaltmadır. SCADA sistemleri büyük bir alana ait teknik konulardaki denetleme ve yönetim işlevini yerine getirmek amacındadır. Bu bağlamda çoğunlukla HMI (Human-Machine Interface) veya MMI (Man-Machine Interface) kısaltmaları ile yan yana kullanılır [2]. SCADA sistemleri denetleme, kontrol ve izleme işlemlerini; kendileri ile sürekli iletişimde bulunan kontrolör ve bunlara bağlı donanımlar yardımı ile yaparlar. Endüstride en çok kullanılan PLC’ler (Programlanabilir Lojik Kontrolör, Programmable Logic Controller) ise bunlardan biridir. PLC kavramı fabrikalardaki imalat hatları veya makinelerin kontrolü gibi işlevlerin denetiminde kullanılan özel bilgisayardır ve otomasyon sisteminin vazgeçilmez parçalarındandır.

Marmara Üniversitesi Mekatronik Eğitimi laboratuvarında kullanılan LUCAS NÜLLE markalı deney seti temel olarak üzerinde 9300 serisi inverter içeren, lineer hatta bağlı bir AC senkron servo motor ile konum kontrolü yapan bir deney setidir. Geliştirilen bu deney seti ile mevcut yapıya ek olarak SCADA, PLC ve bunların programlarını içeren düzenlemeler eklenmiştir. Hazırlanan deney föyleri ile bu konular hakkında endüstri bilgisi verilerek, geniş yelpazede sanayiye hazır eleman yetiştirilmesi hedeflenmiştir. Deney seti üzerinde bulunan elemanlar Bölüm 2’de, tasarım aşaması ise Bölüm 3’te anlatılmıştır.

## 2. DENEY SETİ ELEMANLARI

AC Servo eğitim deney seti şu elemanlardan oluşmaktadır:

- 1- Lineer hat ( Konum bilgisinin alındığı sensörleri içeren ve motordan hareket alan kısım)
- 2- Motor ( AC servo motor )
- 3- PC (WinCC Flexible ile SCADA Kontrolü)
- 4- PLC
- 5- LENZE 9300 inverter

## 6- Manüel Kontrol Birimi

### 2.1 Lineer Hat

Lineer hat Şekil 1’de görüldüğü gibi, üzerinde beş adet indüktif sensör ve iki adet sınır anahtarı bulunan, AC servo motordan kayış vasıtası ile aldığı dairesel hareketi doğrusal harekete çeviren bir hattır.



Şekil 1. Lineer Hat

### 2.2 AC Senkron Servo Motor

Deney setinde kullanılan motor, 1.80 kW güç, 3.60 A akım ve 200Hz frekans etiket değerlerine sahip AC servo motordur[3]. AC Servo motor görünümü Şekil’2 de verilmiştir.



Şekil 2. AC Servo Motor

### 2.3 PLC

Deney setinde PLC olarak Siemens firmasının S7-300 serisi CPU 315-2DP modeli kullanılmıştır. Bunun yanı sıra sistem giriş ve çıkışlarını fazla olması nedeni ile ek olarak Siemens giriş/çıkış modülleri eklenmiştir. Sistemde bunların dışında bir de analog bilgi okuma ve yazma imkanı sağlamak amacı ile analog modül bulunmaktadır. Bu modüller Şekil’3 de gösterilmiştir.

Bu donanımın programlanması ve sisteme adapte edilmesi için yazılım olarak Simatic Manager programının STL (Statement List) programlama dili kullanılmıştır.



Şekil 3. PLC

## 2.4 Servo İnverter

AC Servo motoru hareketlendirmek ve konum kontrolünü sağlamak için deney setinde bulunan Servo İnverterü kullanılmıştır. Servo invertör Şekil'4 te gösterilmiştir.

Lenze 9300 konum kontrol inverter'i içerisinden de bulunan belleği ve Global Drive yazılımı ile kullanıcı tarafından programlanabilme özelliğini sağlamaktadır [4]. Global Drive ile 22 çevrimlik program kapasitesi ve içerisinde bulunan mantıksal ve matematiksel semboller tarafından fonksiyon blokları halinde programlanabilir yapısı ile kullanım kolaylığının yanı sıra, daha basit ve standartlaşmış işleri kendi başına yani, başka bir kontrol devresine ihtiyaç duymadan yapabilmektedir [5].

Servo teknolojisi, pozisyonlama, Kam kontrol, register kontrol ve Servo PLC versiyonları kullanıma sunulmuştur. Seri performans aralığı 0,37 ile 75 kW arasında kullanılabilir.



Şekil 4. Lenze 9300 Inverter

## 2.5 Manüel Kontrol Birimi

Kontrolöre enerji veren manüel ve otomatik kontrol geçişlerinin yapıldığı ileri ve geri yön hareketlerinin verildiği butonları üzerinde barındıran ve en önemlisi sistemde acil bir durumda motoru durduracak acil stop butonunu üzerinde bulunduran Şekil'5 teki resimde görünümün bir paneldir.

Panelde bulunan encoder ise SCADA sisteminde hız ya da konum bilgisini sınırlama, ayarlama işlemini yaptırmak içindir. JOG+ ve JOG- tuşları ileri ve geri hareketler için yapılandırılmıştır.

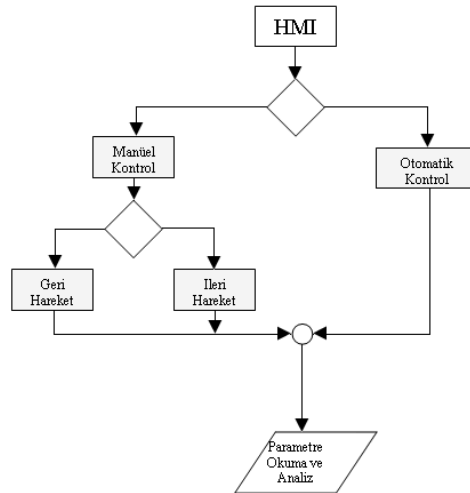


Şekil 5. Manüel Kontrol Paneli

## 3. SİSTEM TASARIMI

Sistem Scada'dan veya Manüel Kontrol Panelinden girilen verilere göre sırası ile PLC de işleyerek Servo invertere gönderilir ve motor sürülür eğer belirli bir yörünge izlenecekse lineer hat üzerindeki sensörlerden gidip gitmediği referans bilgisi alınarak istenilen hedefleri yapması sağlanır, bunun yanında servo motorun enkoderinden de konum bilgisi alınabilir.

Deney setinin diğer bir avantajı ise sistemin PLC den bağımsız olarak çalışabilmesidir. Bunun için sadece inverter enerjisi fiziksel olarak verilir sonrasında Ac Servo motorun kontrolü Global Drive programında kontrol edilebilir. Sisteme ait akış diyagramı Şekil6'da görülmektedir.



## Şekil 6. Sistemin Akış Diyagramı

Sistemin tasarlanması için ilk olarak sistemin tanınması ve çözümlenmesi süreçleri yapılmıştır. İlk olarak setin EPLAN da çizilmiş elektrik şemalarının çözümlenmesi ile başlanılmıştır. Sistemin kontrol edilmesi için girişleri ve sistemden alınan çıkışları tanımlanmıştır ve Tablo'1 de gösterilmiştir.

Sembol	Adres	Data Tipi	Yorum
AOUTO/MAN	Q 0.2	BOOL	CONTROL PANEL AUTO/MAN LAMP
AUTO/MAN	I 0.4	BOOL	OTOMATİK MANUEL SECİMİ
BREAK UNIT	I 0.3	BOOL	REPORT
CYCL EXC	OB 1	OB 1	Cycle Execution
JOG-	I 0.6	BOOL	
JOG+	I 0.5	BOOL	
LINEER	I 0.2	BOOL	LINEER EKSENİN ENERJİ KONTROLU
MANUEL AUTO	M 25.5	BOOL	1 KEN MANUL CALISMA
ONLAMP	Q 0.1	BOOL	CONTROL PANEL ON LAMP
PLCENERJİ	I 0.0	BOOL	ENERJİ KONTROLU
PRSTART	M 12.5	BOOL	SCADA PROGRAM START
PRSTOP	M 12.6	BOOL	SCADA PROGRAM STOP
S3.0	I 3.0	BOOL	LIMIT SWITCH
S3.1	I 3.1	BOOL	SENSOR
S3.2	I 3.2	BOOL	SENSOR
S3.3	I 3.3	BOOL	SENSOR
S3.4	I 3.4	BOOL	SENSOR
S3.5	I 3.5	BOOL	SENSOR
S3.6	I 3.6	BOOL	LIMIT SWITCH
SERVO ENERJİ	I 0.1	BOOL	SERVO SURUCU ENERJİ KONTROLU
SERVOPOWER	Q 0.0	BOOL	SERVO ENERJİ
X528	Q 2.0	BOOL	SERVO REGULATOR ON
X5A1	I 2.0	BOOL	SERVO DRIVER
X5A2	I 2.1	BOOL	SERVO DRIVER
X5A3	I 2.2	BOOL	SERVO DRIVER
X5A4	I 2.3	BOOL	SERVO DRIVER
X5E1	Q 2.1	BOOL	QUICK STOP CW CANCEL
X5E2	Q 2.2	BOOL	QUICK STOP CCW CANCEL
X5E3	Q 2.3	BOOL	JOG SET POINT ENABLE
X5E4	Q 2.4	BOOL	SERVO FAULT MESSAGE SET
X5E5	Q 2.5	BOOL	Reset

Tablo 1. Sistemin Tanımlama Listesi(PLC Atama Listesi)

Bir sonraki aşama PLC programlaması olmuştur.

PLC yi programlamak için Simatic Manager'ı kullanılmış ve programlama dili olarak ta STL dilini tercih edilmiştir [6]. Şekil'7 de STL dilinde yazılan programın bir parçası gösterilmiştir.

PLC'nin programlanmasında deney esnasında öğrencilerin güvenli bir şekilde çalışabilmeleri ve program işleyişinin kolay ve anlaşılabilir olmasına dikkat edilmiştir [7].

```

Network 2: QUICK STOP CCW CANCEL
Comment:
A      M      2.5
=      "X5E2"      Q2.2      -- QUICK STOP CCW CANCEL
=      "SERVOPOWER"      Q0.0      -- SERVO ENERJİ
=      "X5E1"      Q2.1      -- QUICK STOP CW CANCEL

Network 3: CONTROL PANEL ON LAMP
Comment:
A      "SERVO ENERJİ"      I0.1      -- SERVO SURUCU ENERJİ KONTROLU
=      "ONLAMP"      Q0.1      -- CONTROL PANEL ON LAMP

Network 4: SERVO REGULATOR ON

```

Şekil 7. PLC programı(STL)

PLC programlanması bittikten sonra inverter ayarları yapılmıştır. Buradaki ayarlamalar motorun tanıtılması ve motorun parametrelerine göre inverterin adapte edilmesi olmuştur. Ek olarak inverterin içine konum, tork ve hızın kontrolünü görmek için otomatik kontrol yapan altı çevrimlik bir program yazılmıştır.

#### 4. SİSTEM ARAYÜZÜ

Sürücülerin tanıtılması ve kontrol programlarının yazılmasından sonra eğitim amacı ile yapılan bu deney setinde öğrencilerin dikkatini çekecek kolay ve etkili bir biçimde öğrenmelerini sağlamak amacı ile Siemens firmasına ait WinCC Flexible programı ile bir scada(HMI) tasarlandı. Sistemin tanıtılması kullanılması kumanda, kontrol, PLC kullanılması, AC servo motor ve inverter kavramlarının öğrencilere uygulamalı olarak öğretilmesi amacı ile görsel ve bilgilendirme işlevlerini içeren bir HMI oluşturuldu. Şekil 8’te HMI programından bir bölüm gösterilmektedir. HMI ‘ın tasarımında öğrencilerin sistemi anlamalarını kolaylaştırmak için sistem hakkında bilgi ve bunları destekleyen görsel öğelerden yararlanılmıştır. Sistemin HMI da modellenmesi yapılarak çalışma esnasında sistem parçalarının işlevleri, bu parçalar hakkında genel bilgiler öğrencilere sunulmuştur. Uluslar arası bir kullanıma sunmak amacı ile HMI İngilizce ve Türkçe olarak iki ayrı dilde tasarlanmıştır.

HMI da sistemin manuel kontrolü, otomatik kontrolü ve sistem hakkında faydalı bilgilerle öğrencilerin sistemi daha kolay kavraması ve endüstri şartlarında günceliğini koruyan Scada, PLC kavramlarını öğrenmeleri sağlanmıştır.



Şekil 8. SCADA Ekranları

#### 5. SONUÇ

Elektromekanik, kontrol ve ölçme dersleri alan öğrencileri, endüstri şartlarına hazırlamak ve Scada, PLC gibi kavramlarını uygulamalı olarak daha kolay ve anlaşılır biçimde öğrenmeleri açısından bu deney seti geliştirilmiştir. Deney düzeneği ile hem bağımsız hem de bilgisayar ara yüzü ile sistem tasarımı yapılabilmektedir. Ayrıca öğrenciler sensör ile konum okuma, bunu PC üzerinde görme, Scada sistemi oluşturma ve bu sistem içine diğer bilgileri (PLC, sensör bilgisi) yerleştirme yetisi de kazanırlar. Deneylerin uygulanması ile endüstride karşılaşılabilecek süreç ile ilgili problemleri tanıma ve çözümleme konusunda bilgi sahibi olmaları hedeflenmiştir. Ayrıca sistem lisansüstü çalışmalarda, araştırma amaçlı da kullanılabilir. Hazırlanan ara yüzün programlarının, kolay kullanılabilirliği

içerdiği sistemin çalışması ve sistem donanımları ile ilgili bilgiler sayesinde eğitiminde bir avantaj sağlamaktadır.

### **Teşekkür**

Öncelikle Marmara üniversite Mekatronik Eğitimi bölümde bulunan Deneye setini kullanma imkanı verdiği için Böl. Bşk. Prof. Dr. Koray Tunçalp'e, Lenze inverteri kullanmak için yardımcı olan Lenze proje bölümünden Y. Müh. Cihan KARAMAN'a teşekkürü bir borç biliriz.

### **Kaynaklar**

[1] E, Kaplanoğlu, H.S VAROL, "Dörtlü- Tank Sistemi İle Çok Değişkenli Kontrol Eğitimi" MTET 2005 Uluslar arası Mesleki Ve Teknik Eğitim Teknolojileri Kongresi.

[2] Siemens WinCC Flexible Scada Kullanım kılavuzu

[3]<http://www.promotechsrl.it/en/product/items.php?name=LENZE&cognome=LENZEMDSKSRS05623&utente=>

[4][http://www.lenze.com/lenze.com\\_en\\_active/020\\_Products/012\\_Engineering\\_Software/Produktfamilie\\_Engineering software.com.jsp?cid=0b0164e0800905a1](http://www.lenze.com/lenze.com_en_active/020_Products/012_Engineering_Software/Produktfamilie_Engineering software.com.jsp?cid=0b0164e0800905a1)

[5] Lenze 9300 Position Control İnverter Kullanım kılavuzu.

[6] PLC programlama ve S7-300 Kitabı Düzenlenmiş 2. Baskı. Yavuz Eminoğlu

[7] E. Kırkaya, F. Boynak , E. Kaplanoğlu , S.Alsan "Programlanabilir Denetleyici Eğitimi İçin Bir Simulator", 9. Ulusal Elektrik Elektronik ve Bilgisayar Müh. Kongresi 2000.