

POSITION AND SPEED CONTROL OF SERVOMOTOR USING MICROCONTROLLER

İsmail COŞKUN*

G.Ü., Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü, 06500 Beşevler-Ankara,Türkiye,
e-mail:icoskun@gazi.edu.tr

Mehmet Fatih IŞIK

G.Ü.,Çorum Meslek Yüksekokulu, 19200 Çorum, Türkiye, e-mail: ifatih@gazi.edu.tr

ABSTRACT

Servomotors are preferred in industry to realize high performance position control. In this study, control of circles position and speed was carried out by using DC servomotor. In the control, PIC16F877 microcontroller with memory and necessary I/O parts was used. This microcontroller was preferred, for the absence of hardware necessary in programming, ease of programming and for the economical reasons. In the designed system, required position knowledge has been entered with buttons attached to the system. When the system works, required and realized position values was seen on the LCD screen and an indicator connected to a shaft. It was observed that the required and realized position values were in harmony after testing the designed system.

Key words: Servomotor, Servosystem, Microcontroller, position control.

SERVOMOTORUN MİKRODENETLEYİCİ İLE KONUM VE HIZ DENETİMİ

ÖZET

Endüstride yüksek performanslı konum kontrolü gerçekleştirmek için servomotorlar tercih edilir. Bu çalışmada DC servomotor kullanılarak dairesel konum ve hız kontrolü gerçekleştirilmiştir. Kontrolde bellek ve gerekli olan I/O birimlerini içinde barındıran PIC16F877 mikrodenetleyici kullanılmıştır. Bu mikrodenetleyici, programlamak için gerekli olan donanımların azlığı, programlama kolaylığı ve ekonomik olduğu için tercih edilmiştir. Tasarlanan sisteme, istenilen konum bilgisi sisteme monte edilen tuşlar yardımıyla girilmektedir. Sistem çalıştığı zaman, istenilen ve gerçekleşen konum değerleri LCD ekran ve mile bağlı bir kadran ile görüntülenmektedir. Tasarlanan sistemin test edilmesi sonucunda, istenen ve gerçekleşen konum değerlerinin uyum içinde oldukları gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Servomotor, Mikrodenetleyici, Servosistem, pozisyon kontrolü.

1.GİRİŞ

Endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılan elektrik motorları yapı olarak birbirlerine göre farklılıklar gösterirler. Bu motorlarının ortak yanı; elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürmeleridir. Konum ve hız kontrolü için her elektrik motoru uygun olmayabilir. Bu durumda kontrol edilmek istenilen büyüklüğe uygun bir motor seçimi yapılmalıdır.

Konum kontrolü yapılması gereken uygulamalarda genellikle adım motoru ya da servomotor kullanılır. Adım motorları daha çok küçük güçlü sistemlerde ve düşük moment gerektiren kontrollerde tercih edilir. Bunun yanında büyük güç, yüksek moment ve hızlı tepki gerektiren sistemlerde ise daha çok servomotorlar

1. INTRODUCTION

The electrical motors used commonly in industrial applications are different from each other as structure. The common feature of these motors is converting electrical energy to mechanical energy. Each type of electric motor can not be suitable for position and speed control. So, a motor should be chosen according to controllable magnitude which is preferred.

A step motor or servomotor is generally used for necessary application of position control. Step motors are mostly preferred in the small powered systems and the controls which requires low moment.

Beside of this, the systems which have high power, high moment and rapid reaction, servomotors are mostly

kullanılır(1). Ayrıca motorun kalkış ve duruş anında, motorun kontrolünü daha yumuşak bir şekilde yapmak kolaydır. Böylelikle motorun kalkış ve duruş sırasında, mile bağlı yükün ve ürünün zarar görmesi önenebileceği gibi aynı zamanda motorun kalkış anında yüksek akım çekmesi de önlenmiş olur.

Motor hızının değiştirilmesi, motora uygulanan gerilimin ayarlanması ile yapılır. Motora uygulanan gerilimin ayarlanmasında daha çok yarıiletken elemanlar kullanılır. Bu yarıiletken elemanların kontrolü ise mikroişlemci, mikrodenetleyici gibi donanım elemanları ve yazılım aracılığı ile yapılır. Bu çalışmada kontrol elemanı olarak mikrodenetleyici kısaca PIC (Peripheral Interface Controller) kullanılmıştır.

2.TASARLANAN SERVOSİSTEM

Servosistem sürücüleri, denetim için gerekli olan sinyalleri (dönüş yönü, hız konum vb.); mikroişlemci, mikrodenetleyici yada bilgisayardan alırlar. Geri besleme sinyali ise çeşitli sensörler ya da konum potansiyometreleri yardımıyla elde edilir. Alınan bu bilgiler, aynı zamanda denetleyiciye gerçek konum bilgisi olarak girilir. Denetleyici, yazılımla verilen verilere göre parametreleri hesaplar ve sürücü için gerekli olan sinyalleri üretir. Burada en önemli parametre konum-zaman ilişkisidir. Denetleyici bu konum-zaman parametresine bağlı olarak üretmiş olduğu sinyalleri sürücüye gönderir. Sürücü ise motorun gücünü ayarlayarak konum-zaman ilişkisinin gerçekleştirilmesini sağlar (1).

Tasarlanan sistem şu kısımlardan oluşmaktadır;

- Tuş takımı
- DC motor ve planet dişli sistemi
- Geri besleme potansiyometresi
- LCD ekran
- Kadran
- Elektronik sürücü devre

Tuş takımı üzerinde üç adet tuş bulunmaktadır. Bunlar ileri, geri ve kurma tuşlarıdır. İleri tuşu 0° ila 360° arasındaki değerleri sisteme yükleyebilmektedir. Aynı durum geri tuşu içinde geçerlidir. Kurma tuşu ise sistemi sıfır (0) noktasına getirmek için kullanılır.

DC motor milindeki devir sayısını düşürmek ve mile bağlı olarak momenti yükseltmek için kullanılan dişli grubunda, 9 adet dişli (redüktör) mevcuttur. Dişli sayısı ve dişler arasındaki oranlara bağlı olarak devir sayısı düşerken moment yükselir. Dişli grubuna bağlı geri besleme potansiyometresi, mil çıkışında oluşan konum değerini, sistemin çalışma durumunu belirlemek için mikrodenetleyiciye göndermektedir.

LCD ekran ise 2*16 (2 satır 16 sütun) tipinde seçilmiştir. Birinci satırında gerçekleşen konum değeri, ikinci satırında ise set edilen konum değeri yani istenen değer yazmaktadır. Kadran ise dişli mekanizmaya bağlı bulunan açı değerleri üzerine monte edilmiş bir mil ve ibre vasıtasıyla motorun kaç derece döndüğünü yada konum değerini göstermektedir.

preferred (1). However, to make the control of the motor for softly is easy when the motor starting and stopping. Thus, during the starting and stopping of the motor, load which connected to the shaft, the damage of the product and at the same time the starting current of the motor during starting up are prevented.

Changing of motor speed is done by adjusting the voltage applied to the motor. Mostly semiconductor elements are used to adjust the voltage applied to the motor. These semiconductor elements are controlled by hardware elements such as microprocessor, microcontroller and relevant software. In this study microcontroller called PIC shortly (Peripheral Interface Controller) is used as control element.

2. DESIGNED SERVOSYSTEM

The servosystem drivers take necessary signals for control (rotation direction, speed, position, etc.) from microprocessor, microcontroller or computer. The feedback signal are acquired from varies sensors or position potentiometers. These acquired information is also entered as real position information to controller. The controller, calculate the parameters according to the data given with software and produces the signals required for the driver. Here the most important parameter is the relation between position and time. The controller sends these signals to deriver, which produced depending on this position-time parameter. And the driver adjusting the power of the motor provides the implementation of position-time relation (1).

The designed systems consist of the following parts;

1. Keyboard
2. DC motor and planet gear system
3. Feedback potentiometer
4. LCD screen
5. Face
6. Electronic drive circuit

There are three keys on the keyboard. These are; forward, back and set keys. Forward key can load the values between 0o and 360o to the system. The same is also valid for back key; the set key is used to get system to (0) point.

In the gearbox used to reduce the speed of the DC motor shaft and to increase the moment on the shaft, there are 9 gears in the gearbox. Depending on gear number and proportion of gears, the speed reduces and at the same time the moment increases. The feedback potentiometer mounted to gearbox sends the position value which occurs at the end of shaft to microcontroller in order to determine the working situation of the system.

LCD screen is selected as 2*16 (2 lines 16 columns). In the firs line of the LCD screen the obtained position value, in the second line of the LCD screen the demanded set position value are written The face which has angle values on it and a needle at the center of the face is mounted to gear mechanism shows the position value of the shaft or how many degrees of the motor shaft rotate.

2.1. Mikrodenetleyicinin Programlanması

Mikrodenetleyicinin programlanması aşamasında, notepad programında yazılan program kodları, uzantısı 'ASM' olarak diske kayıt edilmiştir. Kayıt edilen dosya daha sonra MPASM programında açılarak derlenmiştir. Derlenen dosya, aynı dizin içinde uzantısı 'HEX' olan hexadecimal kod dosyasına dönüştürülür. Bu aşamada eğer program kodunda bir hata varsa 'HEX' dosyası yerine hata 'ERR' dosyası oluşur.

Hata olmaması durumunda oluşan hexadecimal kod dosyası mikrodenetleyicinin programlanması için kullanılan icprog programında açılır. Programda kullanılacak port (seri yada paralel) ve mikrodenetleyici seçimi yapıldıktan sonra programlama kartına takılı olan mikrodenetleyiciye, hexadecimal kodlar yazılarak programlama aşaması sonlandırılır (3). Bu işlem ait blok diyagram Şekil 1' de gösterilmiştir.

2.1. Programming of Microcontroller

In the process of programming of microcontroller, program codes are written in notepad program have been saved in the disk as 'ASM' extension. The saved file has been opened in MPASM program later and compiled. The compiled file is transformed as hexadecimal code file whose extension is 'HEX' in the same file. In this process, if there is an error in program code, error 'ERR' file exists instead of 'HEX' file.

The hexadecimal code file existing without error which has been used to program microcontroller is opened from icprog. After choosing port (serial or parallel) and microcontroller which will be used in programming, the programming process is ended by writing hexadecimal codes to the microcontroller which is on the programming card (3). The block diagram which belongs to this process is shown in Figure 1.

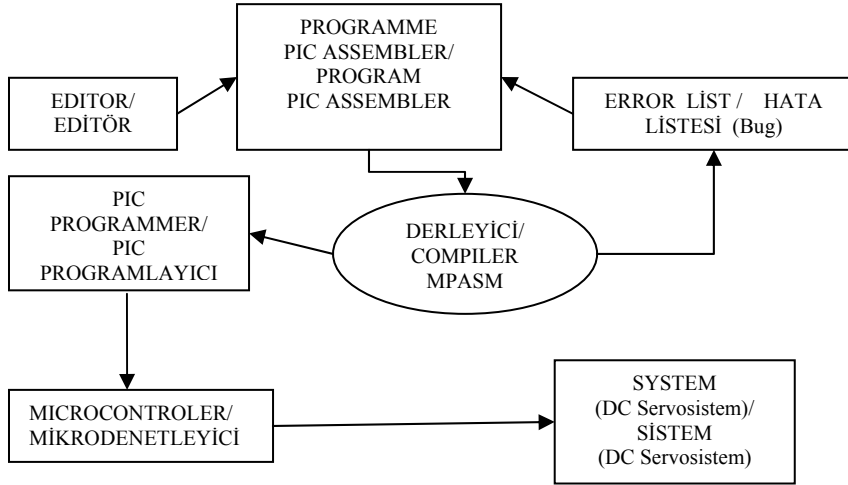


Figure 1. The block diagram of programming microcontroller
Şekil 1. Mikrodenetleyici programlama blok şeması

2.2. Tasarlanan sistemin program algoritması

2.2. The program algorithm of designed system

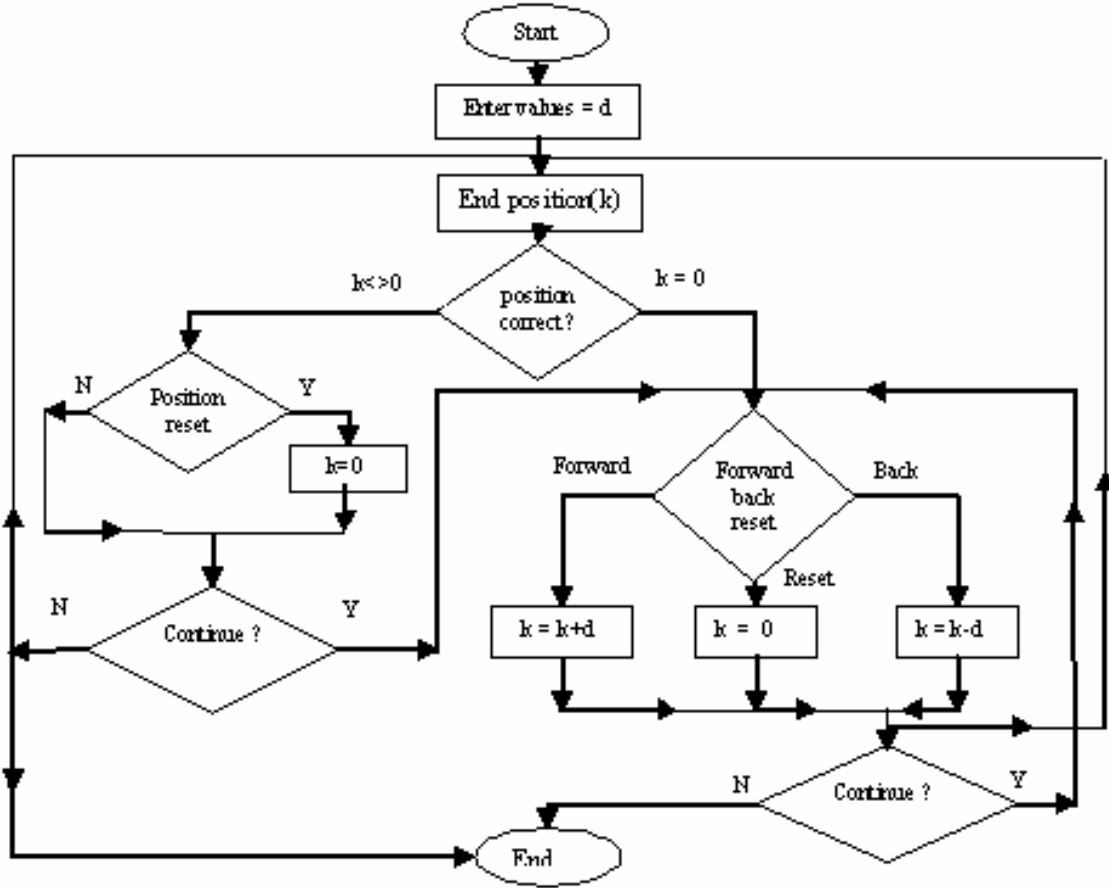


Figure 2. The program algorithm of designed system
Şekil 2. Tasarlanan sistemin program algoritması

Şekil 2' deki algoritmaya göre istenilen konum değeri tuşlar yardımıyla sisteme girilir. Bu değer son konum değeri ile karşılaştırılır ve bu karşılaştırma sonucuna göre sistemin çalışma durumu belirlenir. Her durumda son oluşan konum değeri mikrodenetleyici hafızasına kayıt edilir.

Desired position values are entered to the system by using keys, according to algorithm in Figure 1. This value is compared with final position value and at the end of this comparison, the working situation of system is determined. For every situation, final position value is saved to microcontroller memory.

2.3. Tasarlanan sistem blok diyagramı

2.3. The block diagram of designed system

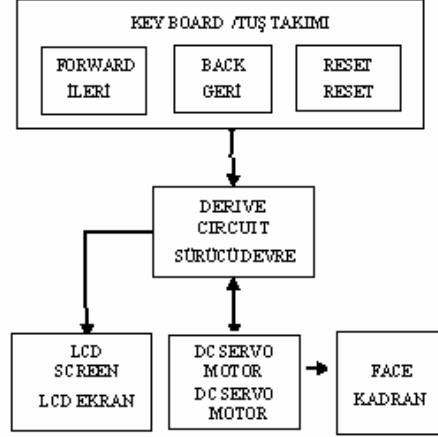


Figure 3. Block diagram of designed system
Şekil 3. Tasarlanan sistemin blok diyagramı

Şekil 3' de tasarlanan sisteme ait blok diyagramı verilmiştir. Sistemde tuşlar yardımıyla, istenilen konum değeri girildikten sonra mikrodenetleyicili sürücü devre, motoru istenen dereceye gelinceye kadar iletimde tutar. Sürücü devre bu işlemi, motor miline bağlı bulunan potansiyometreden aldığı analog gerçek konum değeriyle, istenilen konum değerini karşılaştırarak karar verir. Sistemde bulunan LCD ekranın 1. satırında sistemden istenilen açı, 2. satırında ise gerçekleşen açı değeri görüntülenmektedir. Kadran ise dişli mekanizmaya bağlı olarak gerçek konum değerini analog olarak göstermektedir.

Block diagram of designed system is given in Figure 3. After entering desired position values by using keys, drive circuit with microcontroller is driving to the motor until desired degree has been achieved. Drive circuit acquires and compares with the reel analog position value from potentiometer which is mounted on motor shaft and desired position value and decides to whether to continue to this process or not. Desired value appears first line of LCD screen which is in the system and realized angle value also appears second line of LCD screen. Face is as mounted to gear mechanism shows reel analog position value.

2.4. Tasarlanan sistemin açık devre şeması

2.4. Open circuit diagram of designed system

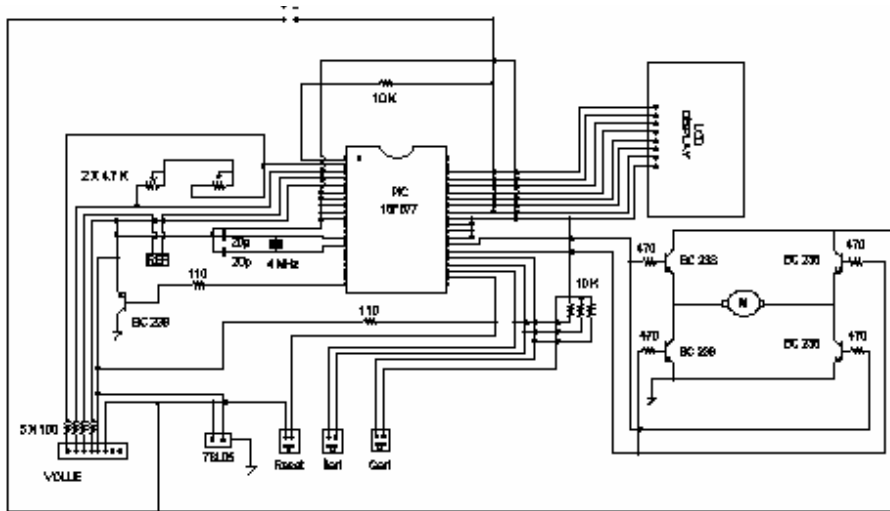


Figure 4. Open circuit diagram of designed system
Şekil 4. Tasarlanan sistemin açık devre şeması

Şekil 4’de tasarlanan sistemin denetim ve sürücü devresine ait açık devre şeması verilmiştir. Şemada mikrodenetleyicinin çalışması için gerekli çevre elemanları ile motorun çalışmasını ve yön değiştirmesini sağlayan köprü transistör devresi görülmektedir. Ayrıca istenilen açı değerlerini girmek, dönüş yönünü değiştirmek ve sistemi yeniden kurmak için tuş takımı ile LCD ekran için gerekli giriş ve çıkış birimleri verilmiştir.

2.5. Tasarlanan sistem



Figure 5. Front view of designed system

Şekil 5. Tasarlanan sistemin ön görünüşü

Tasarlanan sistemde istenilen açı değeri ileri-geri tuşları yardımıyla sisteme girilirken aynı zamanda girilen bu açı değeri LCD ekranın 2. satırına yazılır ve sistem hareket geçerek gerçekleşen açı değeri hem LCD ekranın 1. satırında hem de dişli gruba bağlı kadran ile görüntülenmektedir. Bu sistemin bir başka özelliği de motora uygulanan PWM sinyali harici bir potansiyometre ile ayarlanarak istenilen açı değerine hızlı bir şekilde ulaşabilmek için motor hızı ayarlanabilmektedir. Ayrıca sistemin hareketli kısmında, dişli kutusunda yada gösterge kısımlarında herhangi bir nedenden dolayı gerçekleşen açıda bir hata meydana gelirse, bu hata kalibre potansiyometresi ile mikrodenetleyici referans gerilimi ayarlanarak giderilebilmektedir.

3.DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bir doğru akım ayarlayıcısına değişik yöntemlerle kumanda ederek akım ayarlanabilir; Bu yöntemlerden birkaçı, darbe genişlik modülasyonu (PWM), darbe periyodu modülasyonu (PFM) dir (4). PWM ile PFM arasında ki fark; PWM’ de periyot (frekans) sabit tutularak darbenin genişliği ayarlanmakta iken PFM’ de ise darbe genişliği sabit tutulup periyot değiştirilmektedir. Bu çalışmada darbe genişlik modülasyonu yöntemi kullanılmıştır. Çünkü değişken frekanslı sistemlerde filtre etme güçlükleri söz konusudur. Tasarlanan sistemde

The open circuit diagram which belongs to the driver and control of the designed system has been given in Figure 4. In this diagram the required environment elements for microcontroller and bridge transistor circuit which helps to motor work and change direction are seen. Besides to enter demanded angle values, to change its turning direction and to reset the system, the required enter-exit units have been given for LCD screen and keyboard.

2.5. The designed system

At the designed system, when the desired angle values are entered by using forward –back keys to the system, at the same time this entered angle value is written second line of LCD screen and then system start to work and realized angle value is seen LCD screen and on the dial. The other specialty of this system is to adjust the PWM signal by adjusting with external potentiometer has been applied to the motor to adjust motor speed in order to rapidly reach to demanded angle value. Besides, if there is an error in the angle caused by any reason in active, in gear box or in indicator parts of the system, it can be removed by adjusting error calibration potentiometer of the reference voltage of microcontroller.

3. EXPERIMENTAL STUDIES

A current can be adjusted by using different controlling methods to a direct current adjuster. Some of these methods are, pulse with modulation (PWM) and pulse period modulation (PFM) (4). The difference between PWM and PFM is in the PWM, the period (frequency) keeps constant and changing the pulse with, in the PFM keeps pulse with constant and changing the period (frequency). In this study, the pulse with modulation (PWM) method has been used. Because in changeable frequency systems filtering is generally difficult. The

kullanılan motor DC motordur. Bu motora uygulanan gerilim, darbe genişlik modülasyonu tekniğine uygun olarak mikrodenetleyici tarafından üretilmiştir. Motorun çalışma sırasındaki gerilim ve akıma ait dalga şekilleri aşağıda verilmiştir.

Bu çalışmada Şekil 6' da görüldüğü gibi PWM tekniği kullanılırken sinyalin frekansı 4KHz ya da periyodu 0,25 ms olarak sabit tutulurken darbenin iletim süresi harici bir denetim düzeneği ile ayarlanmaktadır.

motor used in designed system is DC motor. The voltage applied to this motor has been produced by microcontroller according to PWM technique. The wave shapes of voltage and current during the working of motor are given below.

In this study, as seen in Figure 6, when using PWM technique, while the frequency of signal is held fixed at 4 KHz or 0,25 ms, the conducting duration is adjusted by an external control equipment.

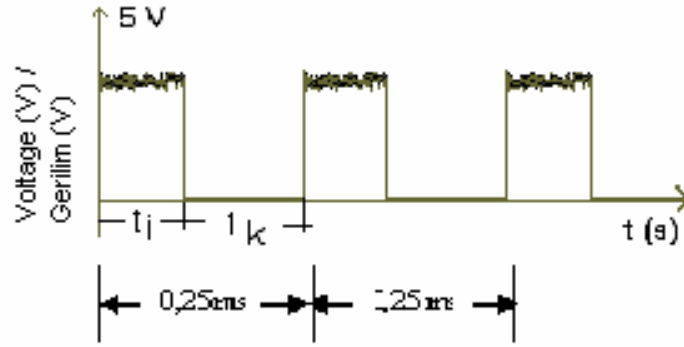


Figure 6. The wave shape of voltage applied to servomotor
Şekil 6. Servomotora uygulanan gerilimin dalga şekli

Şekil 6' da görülen PWM sinyali PIC 16F877 mikrodenetleyici tarafından tepe değeri 5 volt olarak üretilmiştir. Bu sinyalin darbe genişliği, sisteme monte edilen potansiyometre ile değiştirilerek DC servomotorun istenilen konuma gitme ya da gelme hızı ayarlanabilmektedir.

The PWM signal with 5 V. peak value seen in Figure 6 has been produced by PIC 16F877 microcontroller. The pulse width of this signal is changed by potentiometer mounted to the system and the capture of position speed of DC servomotor is adjusted

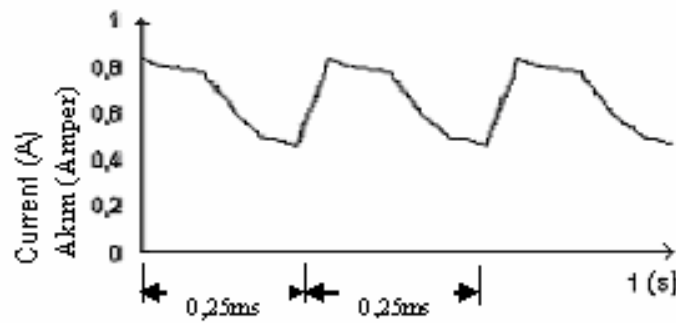


Figure 7. The wave shape of servomotor current
Şekil 7. Servomotordan geçen akımın dalga şekli

Şekil 6' da verilen ve motora uygulanan gerilimin (PWM sinyalinin) dalga boyuna ya da sürülen motorun sargı endüktansına bağlı olarak akım ya kesikli ya da Şekil 7' de görüldüğü gibi sürekli olabilmektedir. Bu çalışmada akımın kesikli olmasından kaynaklan hız ve moment salınımlarına mani olmak için motor sürekli akım modunda çalıştırılmıştır.

The pulse duration of voltage applied to motor (PWM signal) can be continuous as seen in Figure 6 or depending on the winding inductance of motor current can be discontinuous as seen in Figure 7. In the study, the motor has been worked in continuous current mode to prevent speed and moment vibration caused by the current being discontinuous.

Tasarlanan sistemde kullanılan motorun devri 3000 d/d olup bu devri 3 d/d' ya düşürmek ve aynı zamanda mil momentini yükseltmek için motor miline 9 adet dişli monte edilmiştir. Şekil 8'de, mildeki dişli durumuna bağlı olarak 1. dişliden 9. dişliye kadar motor milindeki devrin azaldığı görülmektedir. Mildeki devir, motor miline bağlanan bir takometre ile ölçülmüştür. Dişli mekanizmadaki her bir dişlinin devir sayısı, dişliye giren devir sayısı ile dişlideki diş sayısı arasındaki ($r_1/r_2 = N_2/N_1$) oranlardan hesaplanmıştır.

The speed of motor used in designed system is 3000 re/pm. In order to reduce this speed 3 re/pm and at the same time to rise the shaft moment of motor 9 gears have been mounted to motor shaft. In Figure 8, according to gear on the shaft, as seen that the speed is reducing from gear 1 to gear 9. The speed on the shaft has been measured with a tachometer mounted to the motor shaft.

The speed number of each gear in the gear mechanism has been calculated by the ratios ($r_1/r_2 = N_2/N_1$) between speed number entered the gear and gear number in the gear.

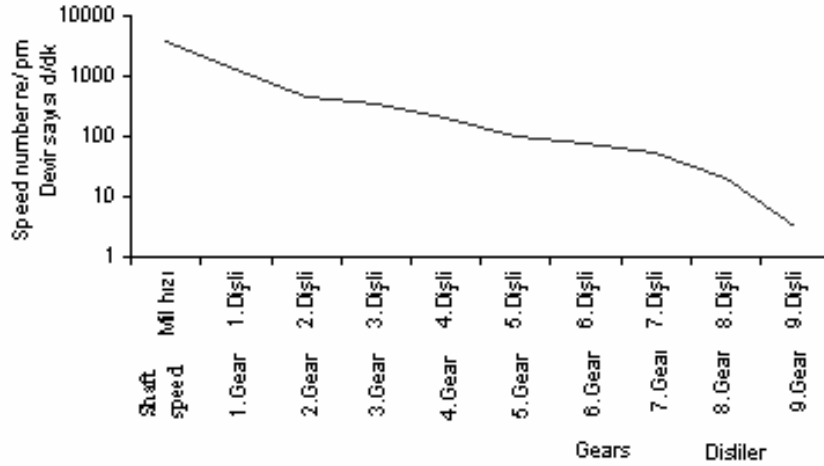


Figure 8. Gear box speed depending on gear number

Şekil 8. Dişli sayısına bağlı olarak redüktördeki devir

....Motor gücü, motor çalışırken motor devresine bağlanan ampermetre ve voltmeterden okunan değerler kullanılarak $P = V.I$ formülüyle hesaplanmıştır. Şekil 9' da motor miline bağlı olarak dişli grubunda bulunan dişlilere ait güç, dişli oranları, sürtünme ve mekanik kayıplar göz önüne alındığında, 0,74 ila 0,99 arasında bir kayba uğramaktadır(5). Bu güç redüktördeki 9. dişli de 7,44 Watt' a kadar düşmüştür. Başka bir deyişle, devir sayısı azaldıkça dişlerdeki güç değerleri de azalmaktadır.

....The motor power has been calculated by $P = V.I$ formula by using the values read on ammeter and voltmeter which has been connected to motor circuit while motor is running. The gear power which is in gear group mounted to motor shaft, gear ratios, frictions and mechanical losses in Figure 9, has decrease between the limits of 0,74 to 0,99 on account of gear ratios (5). The power has been decreased to 7,44 watt in 9th gear in the gear box. That is; when speed number decreases, also the power values in gears decrease.

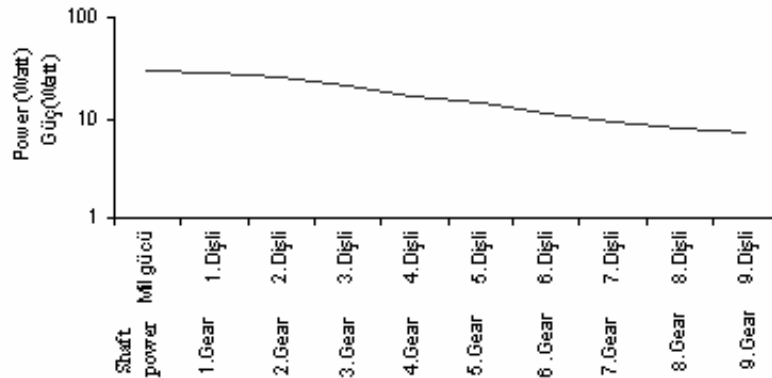


Figure 9. Gear box power ratios depending on gear number

Şekil 9. Dişli sayısına bağlı olarak redüktördeki güç oranları

Motorun anma devir sayısına karşılık gelen güçleri sabittir. Fakat kayıplar göz önüne alındığında az da olsa bir kayıp söz konusudur (5). Redüktörlü sistemlerde dönen ve döndüren dişli sistemler vardır. Döndüren dişlinin gücü P_1 , döndürülen dişlinin gücü de P_2 ile gösterilirse P_1 ile P_2 arasında ilişki aşağıdaki gibi açıklanabilir (5).

$$P_2 = P_1 \cdot \eta \quad [1]$$

dir. Burada η sistemin verimidir. Buna göre döndüren dişlinin dönme momenti;

The power corresponding to rated speed of motor is constant. But when the losses have been supposed, there are a little losses. In gear box systems there are both turning and turned gear systems (5). If P_1 represents the power of turning gear and P_2 represents the power of turned gear then the relationship between P_1 and P_2 can be explained as below (5).

Here η is the efficiency of system. So the turning moment of turning gear is;

$$M_{b_1} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_1}{n_1} \quad [2]$$

döndürülen dişlinin dönme momenti ise

and the turned gear turning moment is;

$$M_{b_2} = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_2}{n_2} \quad [3]$$

şeklinde ifade edilir. 2 ve 3 nolu formüller kullanılarak döndürülen dişlinin momenti de formül 4 deki gibi olur.

The moment of turned gear can be written in 4th formula by using 2nd and 3rd formulas.

$$M_{b_2} = \frac{P_2}{P_1} \cdot \frac{n_1}{n_2} \cdot M_{b_1} \quad [4]$$

Formül 5'e göre momentin hesaplanmasında genel olarak formül 2 kullanılırken, pratik hesaplamalarda daha çok Formül 2 yerine Formül 5 kullanılmaktadır (5). Formül 5' de görüldüğü gibi dişli kutusu içinde bulunan her hangi bir dişlinin momenti, dişli gücü ile doğru ve devir sayısı ile ters orantılı olarak değişmektedir. Buna göre hız azaldıkça yani dişli oranı artıkça dişli dönme momenti de artmaktadır.

When calculation of moment, generally Formula 2 is used, but in practical calculation Formula 5 is preferred instead of Formula 2 (5). As seen in 5th formula, the moment of any gear in gear box has changed proportional with it's power and in reverse proportional with is speed number. Thus, when speed decreases, namely when the gear ratio increases at same time the gear turning moment also increases.

$$M_b = 9549,3 \frac{P}{n} (\text{Nm.}) \quad [5]$$

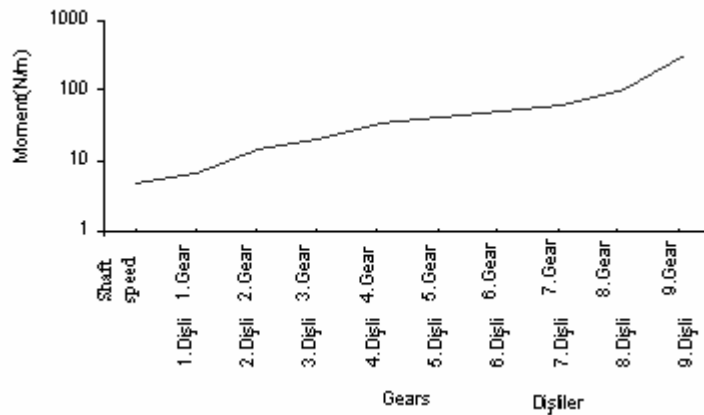


Figure 10. Gear moments, depending on gear number
Şekil 10. Dişli sayısına bağlı olarak dişlerdeki moment

Tasarlanan sistemde kullanılan dişli mekanizmada her bir dişliye ait verim ise Şekil 11’ de gösterilmiştir. Verim hesaplanırken 1 nolu formül kullanılmıştır. Buna bağlı olarak en son dişlideki verim %80 civarındadır.

The efficiency of each gear in gear mechanism which is used in designed system has been show in Figure 11. The first formula has been used when efficiency has been calculated. Depending on this, efficiency is about 80% in the last gear.

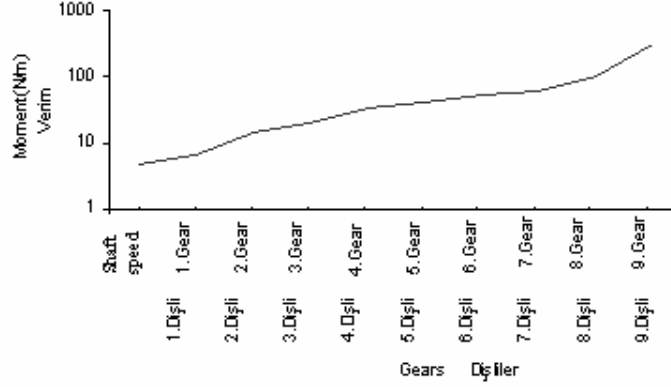


Figure 11. Efficiency in gear box
Şekil 11. Redüktörlerdeki verim

Tasarlanan sistemin istenen ve gerçekleşen konum durumunu kullanıcıya göstermek amacıyla tasarlanan LCD ekran ile motorun miline monte edilen kadrans Şekil 12 ve 13’de verilmiştir.

To show the demanded and existed position of designed system to the user; the screen which has been mounted to the motor shaft with a designed LCD screen have been in Figure 12 and 13.

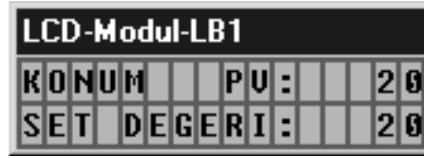


Figure 12. LCD Screen
Şekil 12. LCD ekran çalışma görüntüsü

Sistemden istenilen konum değeri 20° iken oluşan açı değeri Şekil 12’ deki LCD ekranından ve Şekil 13’ deki dişli mekanizmaya bağlı bulunan kadrandan görüldüğü gibi 20° oluşmuştur.

When demanded position value 20 degrees, existed angle value has been showed in Figure 12 and the angle also showed on screen which has been mounted gear mechanism as 20 degrees in Figure 13.

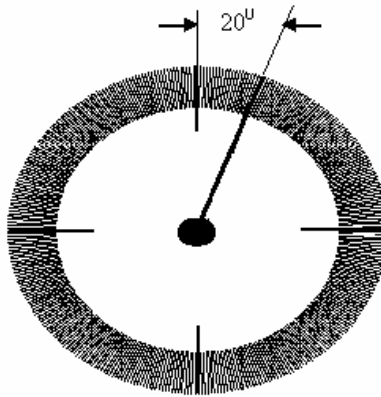


Figure 13. Angle value of screen, which is mounted on gear mechanism
Şekil 13. Dişli mekanizmaya bağlı kadrannın aç

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada PIC 16F877 mikrodenetleyici kullanarak bir servosistemin konum ve hız denetimi gerçekleştirilmiş ve sistemin prototipi üretilmiştir. Tasarlanan sistemden beklenen performansın yerine getirilebilmesi için PIC 16F877'nin program algoritması çıkarılmış ve notepad ortamında gerekli program yazılmıştır. Daha sonra bu program MPASM ortamında derlenmiş ve olası hatalardan arındırılarak hex formatında mikrodenetleyiciye yüklenmiştir.

Sistemden istenilen mil konumunu sisteme girebilmek için gerekli tuş takımı ile istenilen ve gerçekleşen mil konumunu görüntülemek için bir LCD ekran sisteme ilave edilmiştir. 3000 d/d olan motor devrini 3 d/d' ya indirmek için gerekli dişli kutusu tasarımı yapılmıştır.

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda prototipi üretilen sistemin performansı, dişli oranları/devir sayısı, dişli oranları/güç, dişli oranları/moment ve dişli oranları/verim kriterleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bir örnek olarak sistem konumunun saat ibresi yönünde 100° dönmesi için tuş takımından gerekli değer girilmiş ve hem LCD ekranından ve hem de mile bağlı konum kadranından istenilen değerlerin gerçekleştiği gözlenmiştir. Buna göre prototipi gerçekleştirilen sistemin performansının tasarım kriterlerine uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Özkan, A., "PLC and SCADA Supported Position Control", Graduate Thesis *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri, 1-2 (1999).
2. OH, *Power Transmission Design, Motion System Handbook*, Cleveland, OH-USA, A19-A375 (1998).
3. Işık, M. Fatih., "Control of Servosystem With Microcontroller", *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Graduate Thesis, Ankara, 20-22 (2002).
4. Fu, L., "Robust Adaptive Decentralized Control of Robot Manipulators", *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol.37: No.2 (1996).
5. Akkurt, M., *Machine Elements, Geared Wheels And Other Power Transmission Elements*, İTÜ., Birsen Yayınevi, İstanbul, 2-3 (1997).

4. RESULT AND SUGGESTIONS

In this study, the speed and position control of a servosystem has been implemented by using a PIC 16F877 microcontroller and a prototype of system has been produced. In order to fulfill desired performance from designed system, the program algorithm of PIC 16F877 has been taken out and required program has been written in notepad. Then this program has been compiled here in MPASM and loaded to microcontroller hex format after wiping out the possible errors.

In order to enter demanded shaft position to the system by using keyboard and to be able to see the demanded and existed shaft position, a LCD screen has been added to system. Besides this a required gear box has been designed to reduce the motor speed from 3000 re/pm to 3 re/pm.

After experimental studies, the performance of prototype system, gear ratios/ speed number, gear ratios/ power, gear ratios/ moment and gear ratios/ efficiency criteria have been taken into account and evaluated. For instance, in order to turning system position to 100 degree in the CW, necessary values have been entered by using keyboard and then these demanded values has been observed and also LCD screen and as well as position screen mounted to shaft. So, it is concluded that the performance of system whose prototype has been produced is suitable to design criteria. ;