

Bir Gezgin Robot için Elektronik Denetim Donanımının Tasarımı ve Uygulaması

Tuncay UZUN, Güner Tunca ERDOĞAN

Yıldız Teknik Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Fakültesi,
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü,
80750 Beşiktaş/İstanbul e-posta1: uzun@yildiz.edu.tr
e-posta2: erdogan@superonline.com

Abstract

Electronic control system hardware consists of a micro controller based system with a digital and analog input interface for connecting the sensors and servo motor driver outputs to control the motors in the mechanical system. Mechanical system of the mobile robot consists of a robotic arm with five or six axis motion capability, as well as a gripper, and a mobile base that is assembled on four wheels with differential system. The proportional speed controller provides movement of mobile base. In order to sense the objects in front of the robot ultrasonic sensor is used. A battery provides all the power that is required for these units. Remote control software of the mobile robot system operates on the personal computer and enables users to program the robot with dedicated programming language called Robot Programming Language (RPL). Besides, the software in the micro controller-based system is the machine language software that receives commands from the computer and it control the drivers to provide physical movement of the mobile robot. The hardware and software of electronic control system of the mobile robot whose specifications and structure are explained above has been designed and realized.

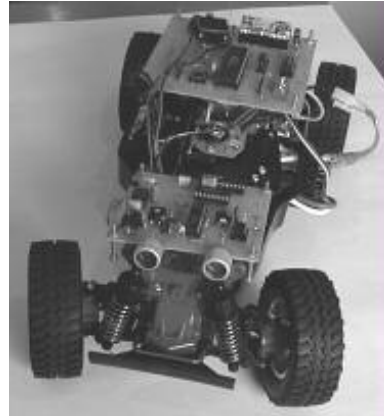
Anahtar Kelimeler: Gezgin Robot, Elektronik Denetim Donanımı.

1. Giriş

Günümüzde araştırma, eğitim, ticari, endüstriyel, veya değişik amaçlar için gezgin robot sistemleri tasarlanmaktadır. Kara, deniz, hava ve uzay gibi değişik ortamlarda hareket etmek üzere tasarlanmış gezgin robot sistemleri vardır. Robot tasarımı mekanik, elektronik, bilgisayar donanımı ve yazılımını içeren birden çok konuda uzmanlık gerektirir. Bu sistemler; elektronik denetleyici, iletişim sistemi, ortam algılayıcıları, hareket denetimi için ek devreler, yön bulucu ve bilgisayar programı ile operatör giriş/çıkış yazılımı ve donanımını içermektedir. Bu çalışmada bir gezgin robot için elektronik denetim sistemi donanımının tasarımı ve uygulaması yapılmıştır. Tasarlanan gezgin robotun mekanik sistemi, diferansiyel sisteme sahip dört tekerlek üzerine bulunan gezgin taban ve bu taban üzerine yerleştirilmiş beş veya altı eksenli robot kolundan

meydana gelmektedir. Robot kolu, kol hareketi dışında basit toplama veya yerleştirme uygulamalarını da yerine getirmek için kullanılabilir. Mekanik sistem, elektronik denetim sistemiyle denetlenir. Elektronik denetim sisteminin donanımı, sırasıyla algılayıcıların bağlanabilmesi için sayısal ve örneksel giriş ve mekanik sistemdeki motorları denetlemek için servo motor sürücü çıkış arabirimlerine sahip bir mikrodenetleyici temelli sistemden meydana gelir. RS-232 radyo-modem, robot ile bilgisayar arasındaki uzaktan iletişimi sağlar. Oransal hız denetleyici gezgin tabanın hareket etmesini sağlar. Robotun önündeki nesnelerin algılanması için ultrasonik algılayıcı kullanılır. Batarya, bütün bu birimlerin gerek duyduğu gücü sağlar. Gezgin robot sisteminin yazılımı, kişisel bilgisayar üzerinde çalışır ve robot programlama dili (RPL) olarak adlandırılır. Ayrıca gezgin robot üzerindeki elektronik denetim donanımını oluşturan mikrodenetleyici temelli sistem içindeki yazılım, bilgisayardan gelen komutları alan gezgin robotun fiziksel hareketini sağlayan makine dili yazılımdır.

2. Gezgin Robot Sistemi



Şekil 1. Uygulamada kullanılan gezgin taban ve elektronik devreler

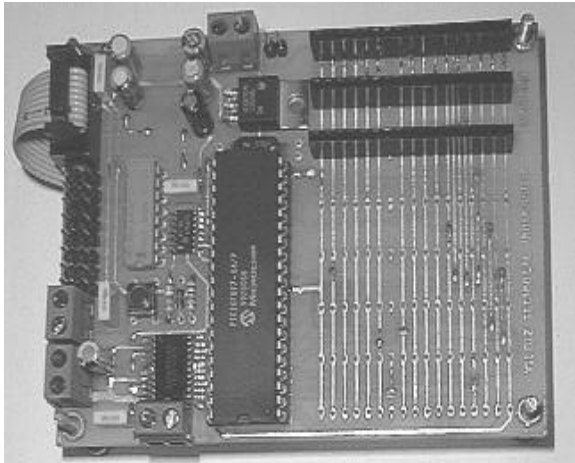
Tasarlanarak gerçekleştirilen elektronik denetim donanımının uygulaması hazır olarak alınmış profesyonel ölçekli model mekaniği kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen radyo kontrollü model taşıt; 4 lastik tekerlekli, süspansiyonlu, minyatür doğru akım motoru ile sürüş sağlayan arka ve ön diferansiyel dişli sistemine sahip ve konum kontrollü motor ile dümen kontrolünü sağlayan bir elektro mekanik sistemden

oluşmaktadır. Ayrıca aracın hızını ve yönünü denetlemek için motor hız ve yön kontrol devreleri, uzaktan kumandayı sağlamak ve birden çok aracın kontrolünü aynı ortamda birbirine karıştırmadan yapmayı ve 3 tane servo kontrollü birimi sürmeyi sağlamak üzere frekansı ayarlanabilir alıcı devresi ve buna 3 değişik kontrol bilgisini göndermek üzere verici devresi bulunmaktadır.

Böyle bir elektro mekanik sistemi temel alarak bir gezgin robot denetim sistemini tasarlamak için 5 ana konu oluşturulmuştur. Bunlar:

1. Gezgin robotun sürüş ve Servo motorlarını denetleyen, algılayıcılardan gelen bilgileri derleyen, robotun güç yönetim devresi ile haberleşen ve uzaktaki bilgisayar ile iletişim kurmayı sağlayan genel amaçlı elektronik denetim devresi.
2. Gezgin robotu, elektronik denetim sistemini bilgisayar kullanarak uzaktan kontrol etmek ve izlemek için denetim programı.
3. Gezgin robotun yapacağı hareketten önce hareket alanındaki nesnelerin yerini belirlemek için algılayıcı olarak ultrasonik uzaklık algılayıcı devresi.
4. Telsiz uzaktan kumanda için gezgin robotun uzaktaki ana bilgisayar ile sayısal veri iletişimini sağlayan RF Radyo MODEM devresi.
5. Gezgin robot sistemini hareket ettirmek için ihtiyaç duyduğu gücü sağlayan batarya bloklarının denetimi ve izlenmesi için güç yönetim devresi.

Yukarıda sıralanan konuların her biri başlı başına bir inceleme, araştırma, tasarım, uygulama ve uzmanlık gerektiren konulardır. Bu yazıda, konulardan birincisi, sürüş ve servo motor denetim donanımının tasarımı ve uygulaması anlatılacaktır. Diğer konular ayrı yazılar şeklinde anlatılmıştır. Bu genel amaçlı olarak tasarlanması düşünülmüş olan bir gezgin robotun modüler yapısını sağlamak açısından önemli bir özelliktir ve gereklidir. Tasarlanarak gerçekleştirilen donanımın daha güçlü bir bilgisayar sistemine kontrol amaçlı bir yazılım ile bağlanması, gezgin robot

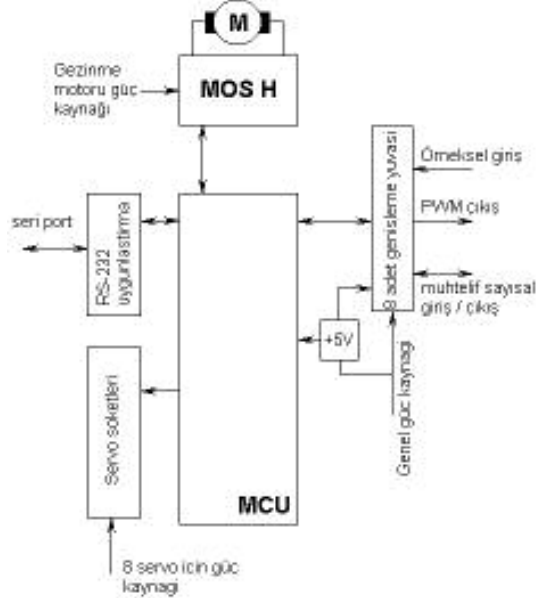


Şekil 2 Gezinme Robot Elektronik Denetim Sistemi Donanımının Resmi

sistemine görev, hareket, denetim ve yeniden programlanma gibi ek ve üstün yetenekler kazandırmıştır.

3. Elektronik Denetim Donanımı

Tasarlanan elektronik denetim donanımı 8 adet servo denetim olanağı, 8 adet örneksel ölçüm olanağı ve



Şekil 3 Gezinme Robot Elektronik Denetim Sistemi Donanımının Blok Diyagramı

serbest seçimli sayısal giriş/çıkış ucu sağlamaktadır. Ayrıca gezinme motorunu sürmek için tümleşik H-köprüsü denetleyici ile birlikte çalışarak hız kontrolünü sağlamaktadır. 1 adet EIA RS-232 asenkron seri veri iletişim portu bilgisayar ile veya platform üzerine monte edilerek, RF radyo MODEM ile haberleşebilir. Mikrodenetleyici, Microchip firmasının 14 bit RISC temelli mimariye sahip 16F877 PIC mikrodenetleyicisidir.

Geliştirme devresi modüler yapıda ve mümkün olduğunca az eleman kullanılarak yapılmıştır. Devrenin geliştirilmesi ve devreye seçimlik özellikler kazandırması için hazırlanacak küçük kartlar ana devrenin 8 adet genişleme yuvasına yerleştirilerek kullanıcıya seçim olanağı sağlar ve bunun yanı sıra gelişmeye açık olmasını da sağlar. Bu genişleme yuvalarına muhtelif sayısal ve örneksel bağlantılar ve bir de ikinci bir darbe genişliği modülasyonlu (PWM) işaret ulaştırılmıştır. Bu yuvalara takılacak kartlar muhtelif sürme devreleri yada örneksel işaretler için pencere tipi karşılaştırma devreleri olarak da çalışabilir.

3.1 Gezinme Motoru ve Kontrol Devresi

Gezinme motoru sabit mıknatıslı (Permanent Magnet) minyatür bir DC motordur. Motor bir dişli sistemine bağlanarak devir kazancı sağlanmıştır ayrıca hareketin arka dingilden alınıp ön dingile ulaştırılması da bu dişli sistemine bağlanan şaft yardımıyla yapılmaktadır. Motorun gücü minyatür bir MOS H köprüsüyle

sağlanmıştır, sabit frekans ve kuantize edilmiş gerilim seviyeleriyle PWM motor denetimi uygulanmıştır; H köprüsü motorun hızının yanı sıra dönüş yönünü değiştirme ve ani durdurma imkanı sağlamaktadır. Gezinme motoru bir H-köprüsü tümleşik devresiyle sürülmektedir, mikrodenetleyicinin PWM çıkış ucu ve bir de sayısal çıkış olarak atanmış uçlarından birisi sırasıyla hız ve yön denetimi sağlamaktadır, ayrıca bu tümleşik devrenin durum gösteren uçları mikrodenetleyicinin harici kesme ucuna ve diğer bir sayısal giriş ise diğer durum göstergesi olarak mikrodenetleyiciye bağlanmıştır, mikrodenetleyici harici kesme aldığı anda bütün sayısal giriş değerlerini güncelleyip ana bilgisayara aktarmaktadır. H-köprüsünün atanmış bir PWM ucu yoktu ancak bir ayrıcalık veya kapısıyla böylesi bir uç yaratılmıştır. Aynı özelliklere sahip diğer bir tümleşik devrenin PWM ucu bulunmasına karşın dolaşım akımlarını harcayacak özel yapıya sahip olmayışı, sükunet akımının göreceli olarak çok oluşu, kullanılan sürücü devresinin seçilmesine neden olmuştur. Ayrıca emsallerine oranla çok daha hafif ve küçük hacimli olması nedeniyle tercih edilmiştir.

3.2 Servo Motor Kontrol Devresi

Devrede 8 adet üçlü uçlu bağlayıcı servoları devreye bağlanmaktadır. Ayrıca, değişik tip ve özellikte servo motorların beslenebilmesi için ayrı bir besleme girişi sağlanmıştır. Üç uçlu bağlantıların bir ucu işaret çıkışı olup birer direnç üzerinden mikrodenetleyiciye ulaştırılmaktadır; diğer iki ucu ise motor ve içindeki denetim devrelerini çalıştırmak amacıyla besleme uçları olarak kullanılır. Bağlantı noktalarının işlevleri sabit tutulmamıştır. İstenen eklem motoru herhangi birinden kontrol edilebileceği gibi gezinme motorunun denetimini sağlamak üzere de atanmış bir elektronik ya da elektro mekanik sistem kullanılarak hız denetimi de sağlanabilir. Bu sadece bir programlama meselesidir ve sanal hareket girişlerinin işlev atamaları değiştirilebilir.

Servoların ihtiyaç duyduğu işaretler paralel işleme ve sırayla azaltma mantığı ile gerçekleştirilmektedir, bu sayede programın başka işler gerçekleştirilmesine imkan sağlanmaktadır. Denetim devresi ve bilgisayar arasında bir protokol geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu protokol uyarınca temel fonksiyonlara hem insan algısına hitap edecek hem de iletişimde sorun yaratmayacak komut kodları (OP-CODE) verilmiştir. Servolar açılışta bilgisayar tarafından enerjisiz kılınabilir bu esnada bulunmaları istenen açı değerleri gönderilip hepsinin birden aynı anda ayarlanmış konumlarına gitmeleri sağlanabilir. Bunun için SERVO-OFF çıkışı bir röleyi kontrol ederek servoların enerjisini keser yada açar.

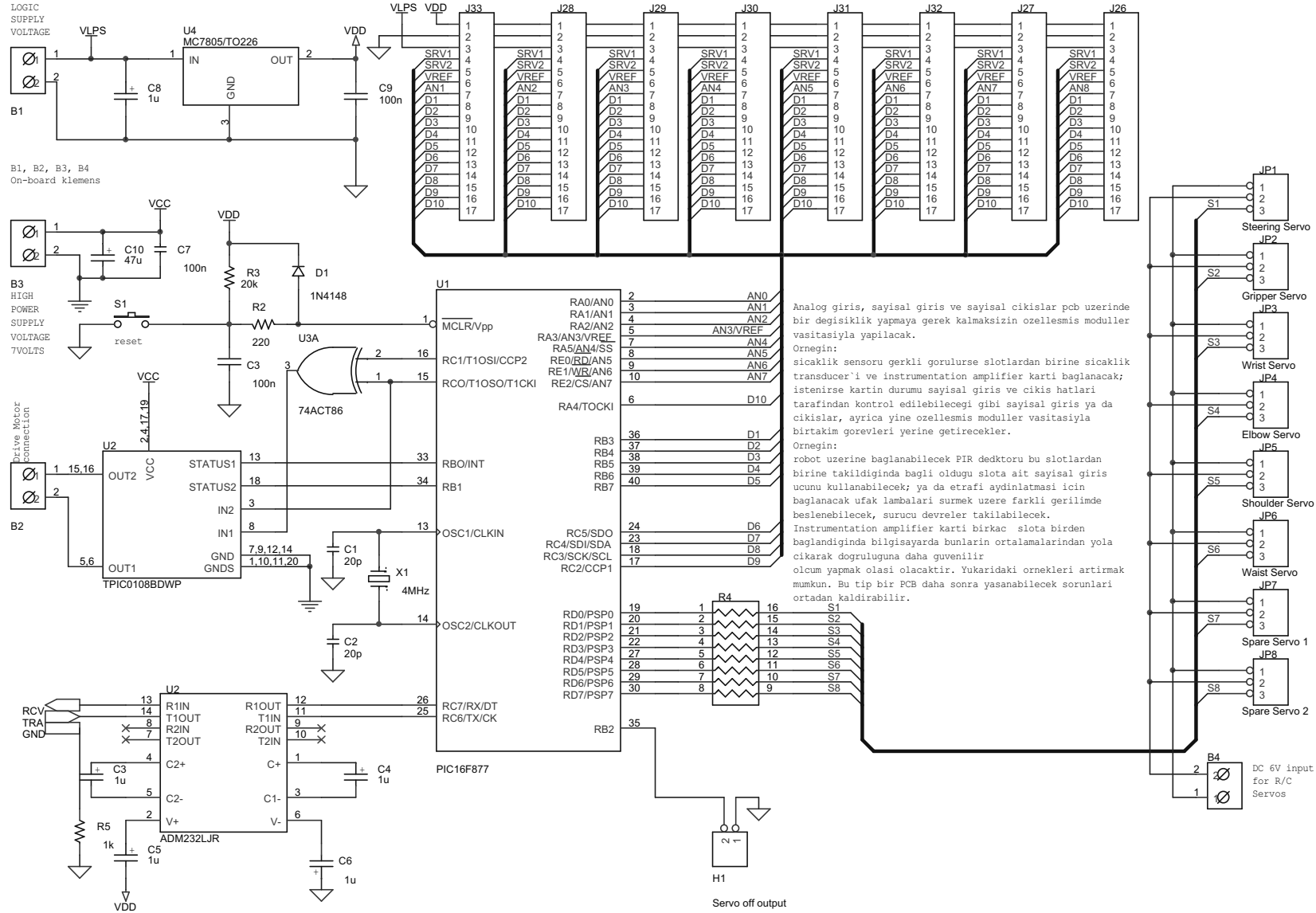
3.3 Seri Veri İletişim Devresi ve Protokolü

Devre bilgisayar ya da modemle RS-232 standardında haberleşme yapmaktadır, iletişim hızı deneme amaçlı mümkün olduğunca yüksek seçilmiştir modem bu hızı

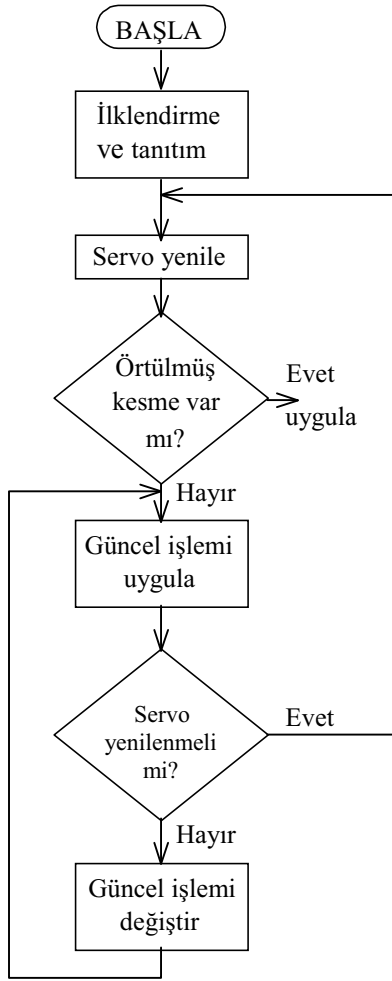
destekleyemezse hız azaltılabilir ve bu yavaşlamadan doğabilecek sorunlar belirlenen mantık çerçevesinde giderilebilmektedir. Devre şu anda 38400 baud hızında, eşliksiz, 8-bit, 1 dur biti kullanarak null-modem bağlantısıyla doğrudan bilgisayara bağlanarak çalıştırılmaktadır. Gelecekte yapılması düşünülen çok işlemcili robot için devrede Robot Programlama Dili çevirici (RPL interpreter) ile çalışması da bu bağlantı noktasıyla mümkündür. Bilgisayar her komut gönderişinde komut işlem kodlarından önce gönderme isteğinde bulunmakta ve robot denetleyicisinden onay beklemektedir bunun için, veri den önce "ACK" ASCII karakterini göndermekte ve onay beklemektedir yani robota ulaştırılan her bir komut ve ona ait parametre bu karakter ile başlar. Robot denetleyici, onay verdikten sonra protokol uyarınca her biri iki byte uzunluğunda olan komutu yollar. Komutlar bir işlem kodu ve ona ait parametreden oluşmaktadır. Anlamsız, hatalı komutlar işlenmeyecektir. Robot denetleyicisi elemanter 15 farklı komut işleyebilmektedir. Fakat bilgisayar programında komut sayısı çok daha fazladır ve seviyesi yükseltilmiş olarak bakabileceğimiz programlama dili, denetim elemanter komutlarından ve aldığı sayısal ya da örneksel girişlerden yararlanıp yüksek seviyeli komutlar biçiminde tasarlanmıştır.

4. Yazılım

Robot işletim sistemi "ACK" karakterinin daha önce alınıp alınmadığını bir bayrak vasıtasıyla denetleyip ona göre alınacak veriyi bir gönderim isteği ya da bir veri diye ayırt etmektedir. Hiç bir gönderim isteği almaması durumunda ACK dışında bir veri gelirse, veriyi anlamsız diye niteleyip çöpe atar. Zaman açısından önemli olan işleri yürüten devreyi kötü durumda bırakmamak için veriler arasında boşluk bulunmalıdır. Örnek olarak, 1ms'lik servo darbeleri, alınan uzun veriler nedeniyle bir miktar uzayıp servonun titreşmesine neden olabilir. Bu soruna diğer bir çözüm ise bazı kesmeleri bu durumda yetkisiz kılmaktır. Bu yüzden de böyle bir gönderme isteği ile çalışılıyor ve gönderme isteğine karşılık devre uygun olduğunda ACK ile yanıt verip, verinin tamamını almaktadır. Servolar yenileme darbelerine ve özel yenileme aralıklarına ihtiyaç duymaktadır. Servo sayısının fazlalığı nedeniyle bu işlem uzun zaman almaktaydı ama yazılımla sağlanan paralel yükleme ve sırayla süre tutma prosedürü ile programa yeterli zaman sağlanmıştır.



Şekil 4 Gezgin Robot Elektronik Denetim Donanımının Açık Devre Şeması



Şekil 5. Mikrodenetleyicideki makina dili programın basitleştirilmiş akış diyagramı

5. Sonuç

Yukarıda özellikleri ve yapısı açıklanan gezgin robotun elektronik denetim sisteminin donanımı ve yazılımı tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Gezgin robot sisteminin diğer kısımları ise elektronik denetim sistemi ile uyumlu olarak kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda geliştirmeye açık, yazılımı ve donanımı özgün olarak tasarlanmış eğitim amaçlı bir gezgin robot için elektronik denetim donanımı gerçekleştirilmiştir. Bu gezgin robot denetleyicisine seçimlik özellikler kazandıran bu sistem küçük ve orta ölçekli robotlarda kullanılabilir, Kişisel bilgisayar (PC) ile uzaktan çalıştırma, kullanıcıya yüksek seviyeli görev programlama ve denetim imkanı sağlamıştır. Bu alanda geliştirilen gezgin robotların tasarımı ve gerçekleştirilmesinde kullanılacak temel kavram ve yöntemler elde edilmiştir. Bu konudaki diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında özgün ve yeterli görülebilecek seviyede bir çalışma ortaya çıkarılmıştır.

KAYNAKÇA

[1] MPASM and MPLINK Users Guide, Microchip Technology Inc. 1999

[2] PIC16F877 Micro controller Data Book CDROM, Microchip Technology Inc. 2000

[3] POWER MOSFETs Harris Semiconductor 1994 Data Book

[4] Texas Instruments DSP and ANALOG Training Seminar Notes 1999 Fall/Winter Series Turkey

[5] Intelligent Power ICs Data Book Harris Semiconductor

[6] Texas Instruments Analog and Mixed Signal Products Data Book (Power Management Products) 1999

[7] Digital Circuits and Systems, Douglas V. Hall 1989 Mc-Graw Hill

[8] Modern Control Engineering, Katsuhiko Ogata Prentice-Hall Int. 1990

[9] Digital Control Applications with the TMS320 Family Selected Application Notes 1991

Tuncay UZUN

1963 'de Şile'de doğdu. 1985 'de Yıldız Üniversitesi 'nden Elektronik ve Hab. Müh. derecesini aldı. 1986 yılında aynı üniversitenin Elektronik ve Hab. Müh. Bölümü Devreler ve Sistemler Anabilim dalına Araştırma Görevlisi olarak atandı. 1987 'de Yıldız Teknik Üniversitesi



'nden Elektronik ve Hab. Yüksek Müh. , 1994 'de Doktor Müh. derecelerini aldı. Aynı yıl Elektronik Anabilim dalında Yrd. Doç. kadrosuna atandı. 1995 'den bu yana Devreler ve Sistemler Anabilim dalında çalışmalarını sürdürmektedir. Kişisel bilgisayar donanımı ve yazılımı, bilgisayarlı ölçme ve kontrol sistemleri, programlama dilleri, mikro işlemciler, mikrodenetleyiciler, programların denetleyiciler, devreler ve sistemler teorisi ve robot elektroniği donanımı ve yazılımı, konularında çalışmaları bulunmaktadır.

Güner Tunca ERDOĞAN

1977'de Ankara'da doğdu. Elektronikle yıllarca hobi olarak ilgilendi ve meslek olarak seçip 1996'da Yıldız Teknik Üniversitesi'nde Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümüne kayıt oldu; halen öğrenimine YTÜ de devam etmektedir. Programlama dilleri, kişisel bilgisayar donanım ve yazılımı, bilgisayarlı ölçme ve kontrol sistemleri, mikro işlemciler, mikrodenetleyiciler, işaret işleme (DSP), veri edinti sistemleri, veri iletişimi, avionik sistemler, bina otomasyonu, telekomünikasyon sistemleri, müşteri elektroniği, devre ve sistem teorisi alanlarına ilgi duymakta, kişisel çalışma ve araştırmaları bulunmaktadır.