

**İNTERNET VE GPRS TABANLI SCADA SİSTEMİ İLE
DC MOTORUN HIZ VE MOMENT KONTROLÜ**

Yakup GÜNGÖR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2010

ANKARA

Yakup GÜNGÖR tarafından hazırlanan “İTERNET VE GPRS TABANLI SCADA SİSTEMİ İLE DC MOTORUN HIZ VE MOMENT KONTROLÜ” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İsmail COŞKUN

.....

Tez Danışmanı, Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Elektrik Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İsmail COŞKUN

.....

Elektrik Eğitimi, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Erdal IRMAK

.....

Elektrik Eğitimi, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Hamit ERDEM

.....

Elektrik Elektronik Mühendisliği, Başkent Üniversitesi

Tarih: 05/07/2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Yakup GÜNGÖR

**İNTERNET VE GPRS TABANLI SCADA SİSTEMİ
İLE DC MOTORUN HIZ VE MOMENT KONTROLÜ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Yakup GÜNGÖR

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz 2010**

ÖZET

Günümüzde, sistemlerin uzaktan denetimi ve sistem parametrelerinin görsel olarak izlenmesi kontrol sistemlerinde en çok çalışılan konulardan birisi haline gelmiştir.

Bu tez çalışmasında; uzaktan denetim için kullanılan yöntemler araştırılmış, endüstri ve günlük yaşamımızın bir parçası haline gelmiş DC motorun hız ve moment kontrolü gerçek zamanlı olarak GPRS (Paket Anahtarlama Radyo Hizmetleri Sistemi) kullanan Pocket PC (Cep bilgisayar) ve internet tabanlı C# dilinde yazılmış olan SCADA (Kapsamlı ve Entegre Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi) sistemi ile sağlanmıştır. GPRS, internet ve SCADA protokollerinin sistem denetiminde hem zaman hem de maliyet açısından büyük üstünlükler sağladığı gözlenmiştir.

Bilim Kodu : 703.1.033
Anahtar Kelimeler : GPRS, SCADA, hız ve moment kontrolü.
Sayfa Adedi : 89
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. İsmail COŞKUN

**SPEED AND TORQUE CONTROL OF DC MOTOR VIA INTERNET AND
GPRS BASED SCADA SYSTEM**

(M.Sc. Thesis)

Yakup GÜNGÖR

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

July 2010

ABSTRACT

Nowadays, remote control of the systems and visual monitoring of system's parameters have become one of the most studied topics in control systems.

In this thesis study, the methods used for remote control have been investigated, the real time torque and speed control of DC motor was realized on the which became a part of our daily life has been done with a Pocket PC using GPRS (General Packet Radio Service) and internet based SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) system which was written in C # language. It was observed that the GPRS, internet and SCADA protocols used in system control provided many advantages in both time and cost.

Science Code : 703.1.033

Key Words : GPRS, SCADA, speed and torque control

Page Number: 89

Adviser : Prof. Dr. İsmail COŞKUN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla ben yönlendiren Hocam Prof. Dr. İsmail COŞKUN'a, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocam Yrd. Doç. Dr. Ali SAYGIN'a ve arkadaşım Durmuş UYGUN'a, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
2. DC MOTORLARI	3
2.1. Doğru Akım Motorlarının Yapısı.....	4
2.1.1. Stator	5
2.1.2. Rotor	7
2.1.3. Kolektör ve fırçalar	8
2.2. DC Motorlarının Elektriksel Karakteristikleri	10
2.2.1. DC Motorunun endüvi devresi modeli	10
2.2.2. DC Motorunun güç-akım karakteristiği.....	12
2.2.3. Moment-hız karakteristiği	14
2.2.4. Güç kayıpları ve verim.....	17
2.3. DC Motorlarından Hız ve Moment Kontrol Yöntemleri.....	19
3. SCADA SİSTEMİ	21

Sayfa

3.1. SCADA Kullanım Alanları.....	23
3.2. SCADA Sistemlerinin Temel Ekipmanları	24
4. GPRS (PAKET ANAHTARLAMALI RADYO HİZMETLERİ)	26
4.1. GPRS Sisteminin Temel Özellikleri	26
4.2. GPRS Kullanım Alanları ve GPRS ile Sistem Denetimi	28
4.3. GPRS ve Mobil Tabanlı Sistem Denetimi.....	30
5. SİSTEM TASARIMI	33
5.1. Donanım Tasarımı.....	33
5.1.1. Besleme devresi	35
5.1.2. Ölçüm devresi.....	36
5.1.3. Programlama ve kontrol devresi.....	36
5.1.4. MOSFET sürücü devresi.....	37
5.1.5. H-Köprü MOSFET konvertör devresi	38
5.1.6. RS232 iletişim protokolü	40
5.2. Yazılım Tasarımı.....	41
5.2.1. Sunucu (Server) yazılımı.....	42
5.2.2. İstemci (Client) yazılımı	43
5.2.3. Cep telefonu (PDA) istemci yazılımı.....	44
5.2.4. Yazılımlar arası haberleşme veri yapısı	46
6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	49
6.1. Sabit DGM Oranında (%80) Gerçekleştirilen Deneyler	52
6.2. Sabit Yükte (100W) Değişken DGM Görev Saykılında Gerçekleştirilen Deneyler	56

Sayfa

6.3. PID (Oransal-İntegral-Türev) Kontrol ile Yapılan Deneyler	59
6.3.1. PID (oransal-integral-türev) kontrol	59
6.3.2. PID parametrelerinin hesaplanması	60
6.3.3. PIC18F452 aracılığı ile PID kontrolünün gerçekleştirilmesi.....	62
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	64
KAYNAKLAR.....	65
EKLER.....	68
EK-1 Sürücü devre.....	69
EK-2 LEM akım sensörü	70
EK-3 PIC18F452 mikroişlemci kataloğu.....	72
EK-4 Motor sürücü PIC kaynak kodu	74
EK-5 IR2110 MOSFET sürücü entegresi	82
EK-6 IRFP250 Güç MOSFET’I kataloğu.....	85
EK-7 PDA cep telefonunda elde edilen ekran değerleri.....	88
ÖZGEÇMİŞ.....	89

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.1. Motor çalışma doğruluk tablosu.....	39
Çizelge 6.1. Sabit DGM’de motorun çalışma değerleri.....	53
Çizelge 6.2. Sabit yükte farklı DGM oranları için motorun çalışma değerleri	58
Çizelge 6.3. Motor parametreleri ve kaynak kodu	61

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Sargılı DC motorunun yapısal gösterimi	4
Şekil 2.2. Sabit mıknatıslı DC motorunun yapısal gösterimi	5
Şekil 2.3. Sabit mıknatıslı DC motorlarında kullanılan sabit mıknatıslar	7
Şekil 2.4. Rotor ve rotor sargıları	7
Şekil 2.5. DC makinelerinde kullanılan kolektör ve fırça örnekleri.....	9
Şekil 2.6. DC motorun endüvi devresi modeli	10
Şekil 2.7. DC seri motor endüvisinde üretilen gücün endüvi akımı ile değişimi.....	13
Şekil 2.8. DC seri motorun endüvi akımı ile çıkış ve endüvi gücünün değişimi	14
Şekil 2.9. DC seri motoru endüvi momenti-akımı ilişkisi	15
Şekil 2.10. DC seri motorun endüvi akımı-hız karakteristiği	15
Şekil 2.11. DC seri motorun farklı kaynak gerilimleri için hız-moment karakteristiği.....	16
Şekil 3.1. Gelişmiş bir SCADA mimarisi	22
Şekil 3.2. PC tabanlı bir SCADA sisteminin ekipmanları	24
Şekil 4.1. GPRS mimarisi	28
Şekil 4.2. GPRS ile sistem denetim uygulamaları.....	29
Şekil 4.3. Mobil tabanlı denetimlerde kullanılan PDA cep telefonları ve PDA cep telefonları için geliştirilmiş örnek bir uygulama.....	30
Şekil 4.4. Visual Studio 2005 ile geliştirilmiş bir PDA uygulaması	31
Şekil 4.5. Visual Studio 2005 Smart Device PDA uygulaması yazılım geliştirme arayüzü	32
Şekil 5.1. Donanım blok ve sistem akış diyagramı	33
Şekil 5.2. +5V-15V besleme devresi	35

Şekil	Sayfa
Şekil 5.3. Ölçüm devreleri.....	36
Şekil 5.4. PIC18F452 ile tasarlanan programlama ve kontrol devresi	37
Şekil 5.5. MOSFET sürücü devre bloğu	38
Şekil 5.6. Klasik H-köprü konvertör devresi.....	39
Şekil 5.7. H-köprü konvertör devresi.....	40
Şekil 5.8. Seri kablo aracılığı ile bilgisayar-mikroişlemci arasındaki veri alış-verişi.....	41
Şekil 5.9. Sunucu yazılımı.....	42
Şekil 5.10. İstemci (client) yazılım ara yüzü.....	44
Şekil 5.11. Windows CE 5.0 yazılım uygulamaları için geliştirilmiş PDA uygulaması	45
Şekil 5.12. Sistemin veri haberleşme yapısı.....	46
Şekil 5.13. Sunucu PC'den motor sürücüsüne yollanan veri paketi.....	47
Şekil 5.14. Motor sürücüsünden sunucu PC'ye yollanan veri paketi	47
Şekil 5.15. PC'ler arası veri haberleşme yapısı.....	48
Şekil 6.1. DGM %80 iken motorun yüksüz olduğu durumda sunucu tarafında elde edilen çalışma grafikleri	52
Şekil 6.2. DGM %80 iken motorun yüksüz olduğu durumda istemci tarafında elde edilen çalışma grafikleri	53
Şekil 6.3. DGM %80 iken motorun %25 yüklü olduğu durumda sunucu tarafında elde edilen çalışma grafikleri	54
Şekil 6.4. DGM %80 iken motorun %50 yüklü olduğu durumda sunucu tarafında elde edilen çalışma grafikleri	54
Şekil 6.5. DGM %80 iken motorun %75 yüklü olduğu durumda sunucu tarafında elde edilen çalışma grafikleri	55

Şekil	Sayfa
Şekil 6.6. DGM %80 iken motorun anma yükünde sunucu tarafında elde edilen çalışma grafikleri.....	55
Şekil 6.7. Sabit yükte (100W), %25 DGM’de (Set Hız=255) elde edilen grafikler.....	56
Şekil 6.8. Sabit yükte (100W), %50 DGM’de (Set Hız=512) elde edilen grafikler.....	57
Şekil 6.9. Sabit yükte (100W), %75 DGM’de (Set Hız=767) elde edilen grafikler.....	57
Şekil 6.10. Sabit yükte (100W), %100 DGM’de (Set Hız=1024) elde edilen grafikler.....	58
Şekil 6.11. PID kontrol blok diyagramı	59
Şekil 6.12. İstenilen zaman tepkisi	61
Şekil 6.13. Motorun istemci tarafında elde edilen PID’i çalışma grafikleri	62

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 5.1. Sistemde kullanılan donanımların genel görünümü.....	34
Resim 6.1. Deney düzeneğinin (SCADA sisteminin) genel görünümü.....	49
Resim 6.2. Deneyde kullanılan 1 kW’lık LM marka DC motorları ve takogeneratör.....	50
Resim 6.3. Deneylerde sunucu olarak kullanılan dizüstü bilgisayar, istemci dizüstü bilgisayar ile istemci PDA cep telefonu	50
Resim 6.4. Deneylerde yük olarak kullanılan 1 kW’lık seri lamba düzeneği ve ölçü aletleri	51

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış tüm kısaltmalar açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
d	Görev saykılı
E_g	Motorda indüklenen gerilim, V
E_c	Zıt elektromotor kuvveti, V
I_a	Endüvi devresi akımı, A
Φ_f	Alan akısı,
P_1	Motor kayıpları, W
P_a	Endüvi devresine giren güç, W
P_{am}	Motor tarafından sağlanabilecek en yüksek güç, W
P_o	Net güç, W
P_{rot}	Dönel kayıplar, W
R_a	Endüvi sargısı direnci, Ohm (Ω)
R_s	Alan sargısı direnci, Ohm (Ω)
T_o	Çıkış momenti, Nm
V_a	Endüviye uygulanan gerilim, V
V_T	Motor giriş gücü, W
η	Verim
ω	Motor devir sayısı, rad/s
ω_0	Boşta çalışma hızı, rad/s
Kısaltmalar	Açıklama
A/D	Analog/Dijital
COM	Haberleşme
CPU	Merkezi Güç Birimi
D	Diyot

DC	Doğru Akım
D/A	Dijital/Analog
DGM	Darbe Genişlik Modülasyonu
DMS	Dağıtım Yönetim Sistemi
EMS	Enerji Yönetim Sistemi
ETSI	Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü
GPRS	Paket Anahtarlama Radyo Hizmetleri Sistemi
GSM	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
IP	İnternet Protokolü
LAN	Yerel Alan Şebekesi
MS	Mobil İstasyonu
MT	Mobil Terminali
PC	Kişisel Bilgisayar
PDA	Kişisel Sayısal Yardımcı
PI	Oransal-İntegral Kontrol
PIC	Programlanabilir Entegre Devresi
PID	Oransal-İntegral-Türev Kontrolü
RTD	Sıcaklığa Duyarlı Direnç
SCADA	Kapsamlı ve Entegre Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi
SMDAM	Sabit Mıknatıslı Doğru Akım Motorları
SMS	Kısa Mesaj Servisi
T	Tristör
TE	Terminal Cihazı
TIA	Telekomünikasyon Endüstrisi Birliği

1. GİRİŞ

Teknolojinin hızla gelişmesi; özellikle cihaz ve sistemlerin uzaktan denetimine yönelik yapılan çalışmaların hız kazanmasına yol açmıştır. Kurulu bir sistemin çalıştırılıp durdurulması, önemli durumların tespiti ve bu durumlarda gerekli müdahalelerin gerçekleştirilmesi gibi sistem gereksinimlerinin karşılanmasında çok farklı yöntemler kullanılmaya başlanmıştır.

Cihaz ve sistemlerin uzaktan denetlenmesi amacıyla geliştirilen sistemlerde, denetim sistemi veya kontrolör ile kullanıcı arasındaki haberleşmeyi sağlamada kullanılan yöntemlerdeki farklılıklar en dikkat çekici durumlardan birisidir. Uzaktan denetim sistemlerinde özellikle IP teknolojisinin gelişmesine paralel olarak en çok gelişme gösteren ve tercih edilen uygulama internettir. Son yıllarda internet ve internet tabanlı birçok uygulamanın yaygınlaşması uzaktan denetimi yapılacak sistemin kontrolünde birçok yeniliği ve bakış açısını beraberinde getirmiştir. Bu uygulamalar; “elektronik akıllı ev” adı verilen ve evde bulunan hemen hemen her cihazın kontrolünü hedefleyen uygulamaları içersinde barındıracak seviyeye gelmiş durumdadır [1].

Bu tez çalışması; uzaktan kontrol edilen herhangi bir sistemin ayrılmaz bir parçası haline gelmiş, özellikle küçük güçlü uygulamalarda tercih edilen doğru akım (DC) motorunun kontrolünü amaçlamaktadır. D.A motorunun kontrolü internet tabanlı olarak GPRS (Paket Anahtarlama Radyo Hizmetleri Sistemi) kullanan Pocket PC (Cep bilgisayar) ve internet tabanlı C# dilinde yazılmış olan SCADA (Kapsamlı ve Entegre Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi) sistemi ile sağlanmıştır. Denetimin mesafe kısıtlaması olmaksızın sağlanması amaçlanmış ve iletişim kanalı olarak günümüzde kullanımı oldukça artan GPRS uyumlu bir cep bilgisayar kullanılmıştır. Kullanılan cep bilgisayar ve deney amaçlı oluşturulmuş istemci yazılımı aracılığı ile sunucu bilgisayara bağlanılarak bu bilgisayara fiziksel olarak RS232 veri kablosu ile akuple olan ve tasarlanan sürücü devresi ile sürülen DC motor parametreleri çevrimiçi görüntülenmekte ve motora ait çalışma grafikleri zamana bağlı olarak incelenebilmektedir.

Bu tez çalışması toplam yedi bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde literatür çalışması ve tez çalışması hakkında genel bilgiler verilmiş, tezin ikinci bölümünde çalışmanın donanımsal en önemli parçası olan DC motoruna ait genel bilgiler verilmiş, motorun sürülmesinde kullanılan temel devreler ile uygulanan teknikler incelenmiştir.

Tezin üçüncü kısmında uzaktan denetim temelleri ve SCADA (Kapsamlı ve Entegre Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemi) sistemi hakkında kısa bilgiler verilmiş ve tasarlanan sistemin temelde basit bir SCADA sistemi özelliği taşıdığı ve genişletilebilir ağlara kolaylıkla uygulanabilirliği üzerinde durulmuştur.

Dördüncü kısımda tasarımın diğer bir boyutu olan GPRS (Paket Anahtarlamalı Radyo Hizmetleri Sistemi) sistemi ve bu sistemi kullanan ve verileri bağımsız olarak sunucu sistemine ulaştırıp DC parametrelerinin görüntülenmesinde önemli bir yere sahip olan cep telefonu ve yazılımı hakkında kısa bilgiler verilmiştir.

Beşinci kısımda ise sistemin tasarımı, etkileşimi ve çalışması üzerinde durulmuş ve farklı çalışma şartları sürücü devre tepkileri ile yazılım arasındaki etkileşim irdelenmiştir.

Altıncı kısımda sistemin çalışması ile elde edilen sonuçlar ele alınmış, grafiklerde göze çarpan farklılıklar üzerinde durulmuş ve sürücü devre ile yazılımın etkinliği aktarılmıştır.

Yedinci ve son bölümde ise sonuçlar karşılaştırılarak çalışmanın bilime olan katkısı üzerinde ve sistemin daha büyük ağlara uygulanabilirliği üzerinde durulmuştur.

2. DOĞRU AKIM (DC) MOTORLARI

Doğru akım makineleri kolay kontrol edilebilme ve yüksek performansa sahip olma gibi önemli üstünlüklerinin yanında kolektör ve fırçalarından kaynaklanan mekanik arıza ve periyodik bakım gibi bazı istenmeyen zayıf yönlere de sahiptir. Mikroişlemci ve güç elektroniğinde yaşanan hızlı gelişmeler artık kontrolü karmaşık olan fırçasız tip makinelerin kontrolünü mümkün kılmıştır.

Doğru akım makineleri motor veya generatör olarak çalışabilmesine rağmen hali hazırdaki kullanımları hemen hemen sadece motor olarak gözükmektedir. Buna rağmen DC motorlar değişken hızlı sürücüler alanında hala önemli bir yer işgal etmektedir [2]. Bunların endüstriyel kullanımı silindirli hadde makineleri, vinçler, bazı makine donanımları ve moment ve/veya hızın hassas kontrolünün gerektiği diğer uygulamaları içerir. Bunlar aynı zamanda akü ile çalışan taşıtlar (süt dağıtıcısı) ve forklift ve demiryolu lokomotif çekicilerinde de kullanılır. Sabit mıknatıslı tip çoğu küçük DC motorları otomobillerde yaygın olarak kullanılır. Yol verme motorları, cam sileceği motorları, pencere motorları, havalı direksiyon motorları, pervane motorları ve diğer aksesuarları süren motorların hepsi DC motorlardır. Minyatür DC motorlarının çoğu taşınabilen ve batarya ile çalışan alet ve aparatlarda kullanım yeri bulmaktadır.

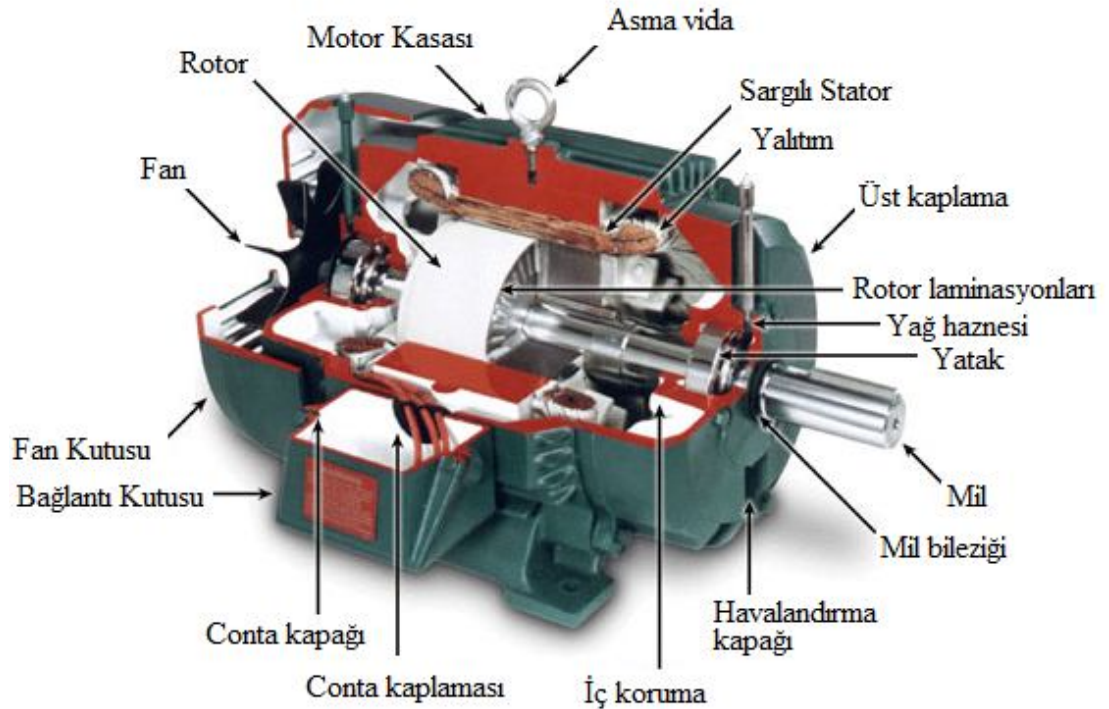
Sabit mıknatıslı DC motorlarında (SMDAM) klasik doğru akım motorlarında kullanılan alan sargıları yerine sabit mıknatıslar bulunmaktadır. Sabit mıknatıslar, elektrik makinelerine yapı bakımından önemli faydalar sağlamaktadır. Bunların başında, makineye gerekli olan manyetik alanı üretmek için harici bir uyarım kaynağına olan ihtiyaç ve böylece uyarımdan kaynaklanan güç kayıpları ortadan kalkmaktadır. Sabit mıknatıslı makinelerde alan sargıları olmadığı için, serbest uyarımlı emsallerine göre daha yüksek verime sahiptirler ve daha az malzeme kullanıldığı için daha az hacim kaplayarak daha ucuza mal edilebilir.

Sabit mıknatıslı DC motorları bahsedilen avantajlarının yanında bazı dezavantajlara da sahiptirler. Bunlar, motor sargılarında oluşabilecek aşırı akımların veya aşırı

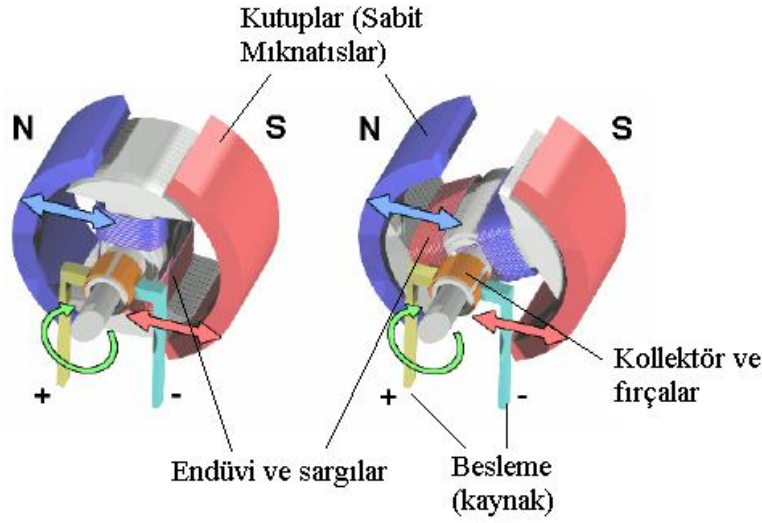
ısınmanın sonucu sabit mıknatısiyetin kaybolma riski ve anma hızının üzerindeki çalışmalarda alan zayıflatmasının uygulanamamasıdır. Endüvi reaksiyonunun kutup alanını zayıflatma etkisi, motor fren çalışmasında dururken en yüksek değerine ulaşır. SMDAM tasarlanırken, ekonomik olması da dikkate alınarak, endüvi reaksiyonunun olumsuz etkisi en aza indirgenebilir.

2.1. Doğru Akım Motorlarının Yapısı

Doğru akım motoru stator ve rotordan oluşur. Stator; sabit mıknatıslı olmasının ve sabit mıknatısları taşımasının yanında mıknatıslanmayı meydana getiren kutupları ve kutup sargılarını da taşıyabilmektedir. Rotor ise indüklenen gerilimi üretmek için endüvi sargısını taşımaktadır. Bu çalışmada kullanılan DC makinesi kutup sargılı olmasına rağmen bu kısımda hem sargılı hem de sabit mıknatıslı makineler ele alınacaktır.



Şekil 2.1. Sargılı DC motorunun yapısal gösterimi



Şekil 2.2. Sabit mıknatıslı DC motorunun yapısal gösterimi

2.1.1. Stator

Stator hareket etmeyen kısımdır. Genel olarak gövde, ana kutuplar, sargılar ve yardımcı kutuplardan oluşur. Şekil 2.1 ve 2.2’de DC motorunun statoruna ait gösterimler verilmiştir.

Statoru oluşturan parçaları şu şekilde sıralamak mümkündür:

Stator Boyunduruğu

Stator boyunduruğu makinenin manyetik devresinin gövde ile kutuplar arasında kalan parçasına verilen addır. Kutuplarda üretilen akının manyetik devresini tamamlaması için kullandığı yoldur. Böylece iki kutbu birbirine manyetik olarak bağlar.

Kutuplar

Doğru akım makinesinde kullanılan kutupların iki değişik türü bulunmaktadır.

Bunlardan birincisi statoru sargılı DC motorlarında kullanılan ana kutuplardır. Ana kutbun iki ayrı parçası bulunmaktadır. Bunlar kutup gövdesi ve kutup ayağıdır. Kutup gövdesi kutup sargılarının monte edildiği kısım olup malzemesi dökme çelik veya 0,5 – 1,0 mm kalınlığında silisli sacdır. Kutbun dökme çelikten imal edilmesi halinde kesiti elips, silisli sac paketi oluşturularak imal edilmesi halinde ise kesiti dikdörtgen olarak yapılır. Kutup ayağı ise, kutup gövdesinin altında rotora bakan tarafta yer alır. Malzemesi silisli sacdır. Dökme çelik veya demir burada kullanılamaz. Çünkü endüviden dolayı oluşan manyetik alan, hava aralığının küçük olmasından dolayı kutup ayaklarının içinden geçer. Burada demir kayıplarını meydana getirir. Kutup ayakları kutuplarda üretilen manyetik akının hava aralığına geçmesini sağlayan ara parçadır. Bir kutup altındaki bölgede hava aralığı akısının sinüs şeklinde dağılmasını sağlamak için, kutup ayaklarına özel olarak şekil verilir [3-4].

Statoru sargılı DC motorlarında kullanılan diğer bir kutup türü yardımcı kutuplardır. Yardımcı kutuplar endüvi reaksiyonunun etkisini yok etmek için kullanılırlar ve statorda iki ana kutup arasına ve gövdeye monte edilirler. Endüvi akımının meydana getirdiği manyetik alanın bir kısmı yardımcı kutup ayaklarından geçer ve fuko akımları indükler. Meydana gelebilecek demir kaybını azaltmak amacıyla, özellikle büyük güçlü makinelerde sac paket olarak da imal edilebilirler. Yardımcı kutupların doymaması ve değişen yük koşullarında gerekli ters amper-sarımı üreterek endüvi alanının bozucu etkisini yok etmesi ve küçültmesi gerekmektedir.

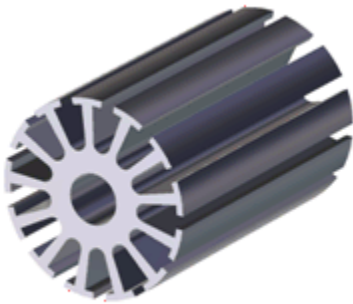
Sabit mıknatıslı DC motoru mıknatıslı tip olduğu için stator yapısı basit ve sadece sabit mıknatıslardan oluşmaktadır. Klasik mıknatıslı bir DC motorunda kullanılan sabit mıknatıs tipi aşağıda görülmektedir.



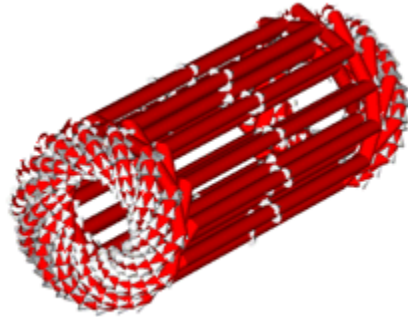
Şekil 2.3. Sabit mıknatıslı DC motorlarında kullanılan sabit mıknatıslar

2.1.2. Rotor

Doğru akım makinesinde dönen rotora ve mekanik enerjinin alındığı kısma endüvi denir. Rotor ve rotor sargılarına ait şekiller aşağıda görülmektedir. Endüvide alternatif akım indüklendiğinden, bunun ürettiği manyetik alan zaman göre değişir ve manyetik devrede demir kayıplarına neden olur. Bu kayıpları azaltmak için endüvinin manyetik devresi 0,5 – 1,0 mm kalınlığında aralarında hava boşluğu bulunan silisli sac plakalardan yapılır [3]. Böylece bu hava ile demirin soğuması sağlanır. Rotor çapı büyük olduğu zaman eylemsizlik momentinin aşırı büyümesi problemi ortaya çıkar. Rotorun çevresi parçalara bölünür ve daire yayı şeklinde imal edilirler. Bu parçaya segman denir. Eylemsizliğin küçültülmesi için rotor olukları sac segman üzerine açılır.



Rotor



Rotor sargıları

Şekil 2.4. Rotor ve rotor sargıları

Sac segmanların dış çapı rotor dış çapına eşit, iç çapı ise hesaplanan rotor boyunduruk yüksekliği kadar daha küçük yapılır. Ortası boş olduğundan çemberin ağırlığı da azaltılmış olur.

Rotor hızlı döndüğü için, rotor sargıları rotorun yüzeyinde açılan oluklara aksiyal eksen boyunca yerleştirilir. Sargılarda indüklenen alternatif akımın doğru akıma çevrilmesi için mil üzerine monte edilen “kolektör fırça sistemi” kullanılır.

Endüvi Sargıları

Manyetik alanın yaratılabilmesi için bir bobinden akım geçirmek gerekir. Bir iletken den geçirilen elektrik akımının iletkenin etrafında yarattığı manyetik alan; iletken sayısına ve içinden geçen akıma bağlıdır. Bu amper-iletken olarak bilinir. Sabit akımda amper-iletkenin artırılması için iletken sayısı artırılır. Rotora bu amaçla sarılan iletkenlere sargı denir. Akımın sürekliliği için gerilim kaynağından başlayıp, yine gerilim kaynağına sona eren, birbirine seri bağlı iletken den meydana gelen bu oluşuma sarım denir.

Kuvvetli bir manyetik alan için rotordaki sargıların sarım sayısı yüksek olmalıdır. Manyetik alanın büyütülmesi için amper-sarım miktarının büyütülmesi gerekir. Bu nedenle çok sayıda sarım ihtiva eden, bobinler meydana getirilir. Bu da yetersiz kalırsa bobin sayısında artış yapılır. Sarımlardan oluşan bobini stator sac paketine yerleştirmek için çevrede iki adet oluğa ihtiyaç vardır. Bu oluklardan birinin içine bobinin bir yönde akım taşıyan iletken topluluğu, diğerinin içine ise bobinin ters yönde akım taşıyan iletken topluluğu konur. İletkenler sac paketin aksiyal eksenini boyunca yerleştirilmektedir.

2.1.3. Kolektör ve fırçalar

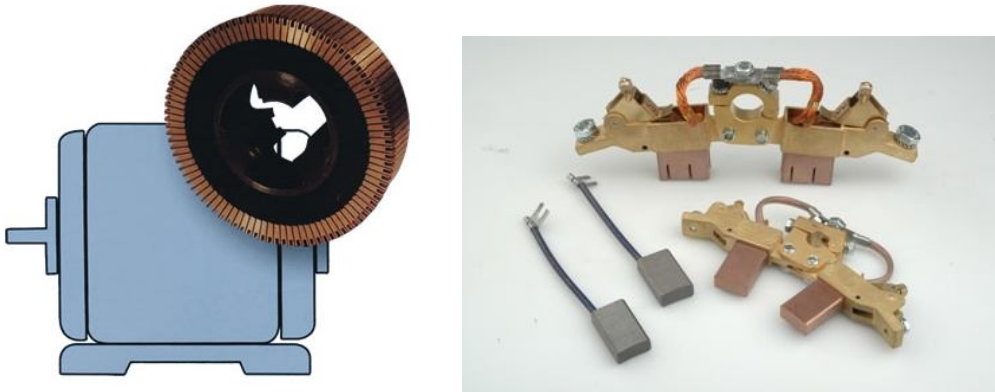
Kolektör, bakır dilim ya da lamellerden yapılır. Lameller merkezkaç kuvveti etkisi ile yerinden fırlamasına engel olmak için kırlangıçkuyruğu biçimindedir. Birbirine ve makinenin rotor çekirdeğine göre belirli gerilimleri olan kolektör lamelleri,

birbirlerinden mika gibi bir yalıtkan ile ayrılmıştır. Makinenin mili ve gövdesinden de gene aynı ya da benzer bir yalıtkanla yalıtılmıştır. Kolektör dilimleri bayrakçıklarına, rotor oluklarına yerleştirilen bobinlerin uçlarına bağlanır. Genelde kolektör çapı rotor çapından daha küçüktür.

Fırçalar kolektörle akım alış-verişi yapan parçalardır. Konum olarak kolektör üstünde geometrik nötr eksen üzerine yerleştirilirler. Çünkü geometrik nötr eksen üzerinde manyetik alan yoğunluğu sıfırdır.

Fırça malzemesi sert karbon grafit, elektro-grafit dışında metal tozlarının karbona katkısıyla elde edilir. Sert karbon fırçalar düşük kolektör hızında ve küçük akım yoğunluklarında yani küçük güçlü, yüksek gerilimli uygulamalarda; grafit fırçalar sert karbona göre daha büyük kolektör hızında ve akım yoğunluklarında geniş çapta kullanılır. Elektro-grafit fırçalar çok daha büyük kolektör hızlarında ve akım yoğunluklarında çalışır. Metal fırçalar ise çok düşük gerilimlerde ve çok büyük akım yoğunluklarında kullanılan, gerilin düşümü çok küçük olan fırçalardır.

Bir makinede kullanılan fırça sayısı endüvi sargısının türüne göre ve kutup sayısına göre değişir. Basit dalgalı sargıda kutup sayısına bağlı olmaksızın iki tanedir. Fırça kesiti, kullanılması planlanan fırça çifti sayısı kadar küçülür. Sargının basit bükümlü olması durumunda fırça sayısı kutup sayısına eşittir.



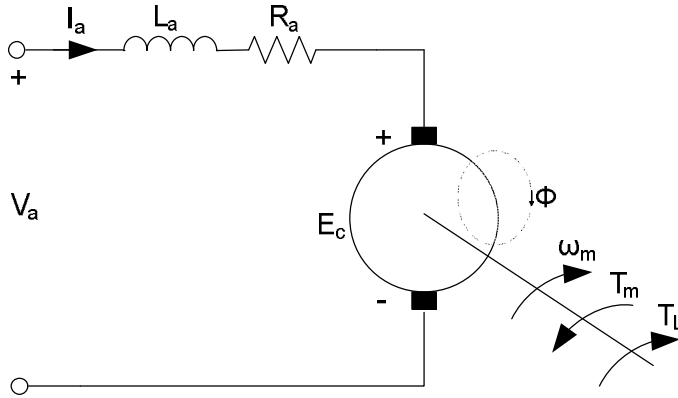
Şekil 2.5. DC makinelerinde kullanılan kolektör ve fırça örnekleri

2.2. DC Motorlarının Elektriksel Karakteristikleri

Doğru akım motoru; doğru akım elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren bir elektrik makinesidir. DC motorları generatör olarak ta çalışabilmektedir. Çünkü yapıları aynıdır. Bu yüzden DC generatör'leri için uygulanan modeller motor için de uygulanabilir. Model dikkate alındığında farklılık temel endüvi gerilimindedir. Generatör durumunda endüvinin ürettiği indüklenen gerilim (E_g), motor durumunda endüvide meydana gelen zıt elektromotor kuvveti (E_c) olarak adlandırılır. Hesaplamalarda geçen R_a değeri endüvi sargısını, R_s değeri alan sargısını ifade etmektedir.

2.2.1. DC Motorunun endüvi devresi modeli

DC motorun endüvi devresi aşağıdaki model ile temsil edilir.



Şekil 2.6. DC motorun endüvi devresi modeli

Endüviye uygulanan gerilim (V_a); zıt emk (E_c), endüvi sargısı direnci (R_a) ile temsil edilirse, kapalı devre gerilim denklemi;

$$V_a = E_c + I_a R_a \quad (2.1)$$

kullanılarak endüvi akımı hesaplanır. Zıt emk; alan akısı ve endüvi açısal hızı ω veya devir sayısı n ile değişir.

$$E_c = K_1 \phi_f \omega \quad (2.2)$$

K_1 sabiti; endüvideki iletken sayısı, kutup sayısı gibi makine parametrelerine bağlıdır.

Motor dururken, motor devir sayısının $\omega=0$ ve böylece yol alma başlangıcında motor zıt emk'nın $E_c=0$ olduğu görülür. V_a geriliminin azaltılmış bir değeri endüviye uygulanmazsa yol alma başlangıcında endüvi akımı çok yüksek olacaktır. Bu duruma önem verilmeli ve dikkat edilmelidir.

Endüvi devresine giren güç;

$$P_a = V_a I_a \quad (2.3)$$

endüvi güç kayıplarını ve endüvi gücünü karşılar.

$$P_{ai} = I_a^2 R_a + P_a \quad (2.4)$$

Endüvide üretilen güç P_a ;

$$P_a = E_c I_a \quad (2.5)$$

Net çıkış gücü (P_o) ise endüvi gücünden döner kayıpların (P_{rot}) çıkarılması sonucu elde edilir.

$$P_o = P_a - P_{rot} \quad (2.6)$$

Net çıkış gücü motor milinden elde edilen güçtür. Newton metre (Nm) olarak çıkış moment;

$$T_0 = \frac{P_0}{\omega} \quad (2.7)$$

Denklemden hesaplanır. Burada ω açısal hızdır ve birimi rad/s'dir.

2.2.2. DC Motorunun güç-akım karakteristiği

Endüvide üretilen güç;

$$P_a = E_c I_a \quad (2.8)$$

olarak verilir. Eşitlikte E_c değeri yerine konulursa;

$$P_a = [V_T - I_a (R_a + R_s)] I_a \quad (2.9)$$

elde edilir ($R_s=0$). Belirli terminal geriliminde ve makine parametrelerinde endüvide üretilen güç endüvi akımı ile ikinci dereceden bir parabolik olarak değişir. Verilen P_a gücüne göre denklem 2.9'un I_a için iki çözümü vardır. Eşitlik yeniden düzenlenerek $(R_a + R_s) I_a^2 - V_T I_a + P_a = 0$ haline getirilir. I_a 'nın çözümü için;

$$I_a = \frac{V_T \pm \sqrt{V_T^2 - 4P_a(R_a + R_s)}}{2(R_a + R_s)} \quad (2.10)$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitlikte endüvi gücünün sadece bir değerinde I_a 'nın bir çözümü vardır. Bu şartlar karekök içindeki terimlerin sıfır olmasını gerektirir. $V_T^2 - 4P_a(R_a + R_s) = 0$ için motor tarafından sağlanabilecek en yüksek güç;

$$P_{am} = \frac{V_T^2}{4(R_a + R_s)} \quad (2.11)$$

olur ve bu güce karşılık endüvi akımı;

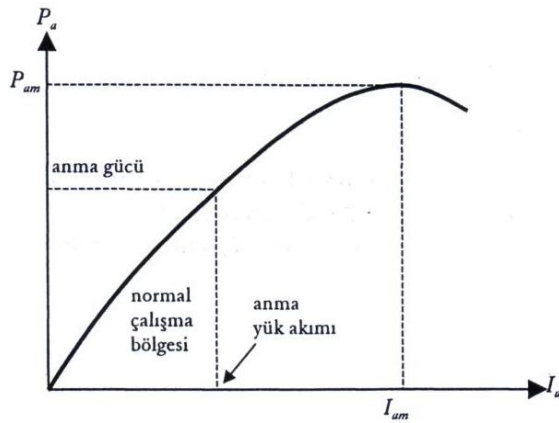
$$I_{am} = \frac{V_T}{2(R_a + R_s)} \quad (2.12)$$

olarak bulunur. Bu eşitliğin doğruluğunu göstermek için denklem 2.9'un I_a akımına göre türevi alınıp, sıfıra eşitlenirse;

$$\frac{\partial P_a}{\partial I_a} = V_T - 2(R_a + R_s)I_a = 0 \quad (2.13)$$

elde edilen sonuç Eş. 2.12'yi verir. DC motorun çalışma aralığı maksimum endüvi gücünden oldukça aşağıdadır. Motorun normal çalışma bölgesinde Eş. 2.10'da karekök işareti negatif alınır.

$$I_a = \frac{V_T - \sqrt{V_T^2 - 4P_a(R_a + R_s)}}{2(R_a + R_s)} \quad (2.14)$$

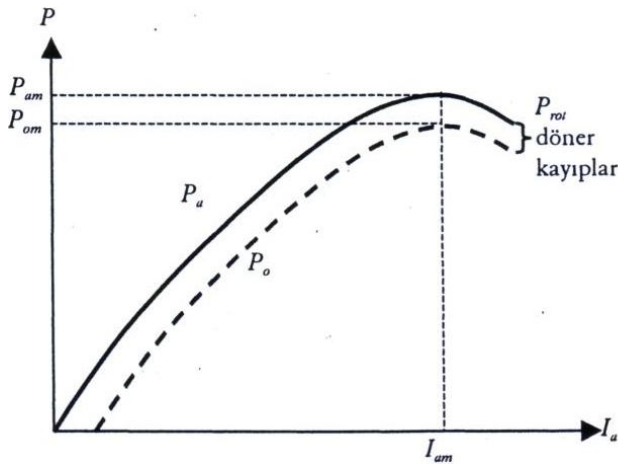


Şekil 2.7. DC seri motor endüvisinde üretilen gücün endüvi akımı ile değişimi [3].

Eş. 2.9'da endüvi direnci ihmal edilirse, I_a akımının yaklaşık bir değeri;

$$I_a \cong \frac{P_a}{V_T} \quad (2.15)$$

olarak hesaplanır. Bu basit ve kullanışlı akım eşitliği çok karışık olan Eş. 2.14'ten daha düşük bir akım değeri verir. Fakat düşük P_a güçlerinde akım hatası çok azdır. DC motorun endüvi ve çıkış gücünün endüvi akımı ile değişimi aşağıdaki şekilde çizilmiştir.



Şekil 2.8 DC seri motorun endüvi akımı ile çıkış ve endüvi gücünün değişimi [3].

Motorun çıkış veya mil gücü endüvide üretilen güçten döner kayıpların çıkarılması ile elde edilir.

2.2.3. Moment-hız karakteristiği

Endüvide üretilen moment (iç moment);

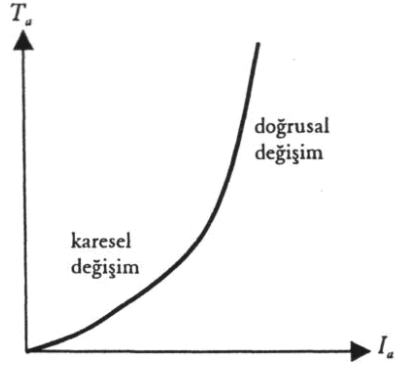
$$T_a = \frac{P_a}{\omega} \quad (2.16)$$

Eş. (2.13) ve (2.14) kullanılarak

$$T_a = K_1 K_2 I_a^2 \quad (2.17)$$

elde edilir. Şekil 2.9’da görüldüğü gibi sabit mıknatıslı DC motorda kutup alanı sabit olduğu için akım-moment karakteristiği doğrusaldır.

$$V_T = K_1 K_2 I_a \omega + I_a (R_a + R_s) \quad (2.18)$$

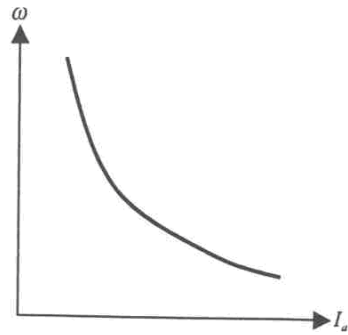


Şekil 2.9. DC seri motoru endüvi momenti-akımı ilişkisi [3].

Endüvi akımı terimleri ile açısal hız;

$$\omega = \frac{V_T}{K_1 K_2 I_a} - \frac{R_a + R_s}{K_1 K_2} \quad (2.19)$$

olarak ifade edilebilir. Denklem 2.19 endüvi akımının küçük bir değerinde bile motorun çok yüksek devir yapabildiğini gösterir. Bu sebepten motor yüksüz iken çalıştırılırsa motor devir sayısı çok aşırı yükselir ve tehlikeli durumlar meydana gelebilir.



Şekil 2.10. DC seri motorun endüvi akımı-hız karakteristiği [3].

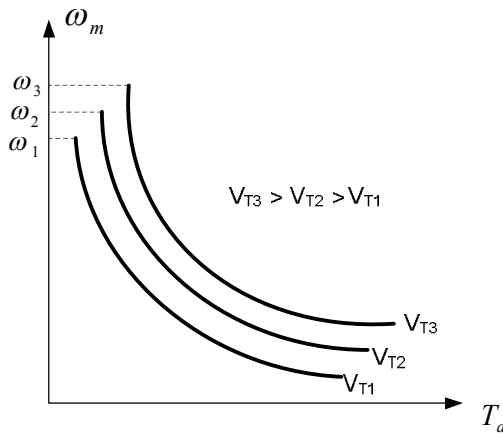
DC motorun endüvi akımı-hız ilişkisi yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. DC motorun hız-moment karakteristiği ya kaynak gerilimi ya da endüvi devresi direnci değiştirilerek kontrol edilebilir. Motoru besleyen kaynak gerilimi değiştirildiği takdirde motorun boşta çalışma hızı (ω_0) değişir ancak, hız-moment karakteristiğinin eğimi değişmez. Farklı kaynak gerilimleri için elde edilen hız-moment karakteristiklerinin eğimleri şekilde görüldüğü gibi aynıdır.

Eş. 2.19'dan endüvi akımı, açısal hız ile tanımlanabilir.

$$I_a = \frac{V_T}{K_1 K_2 \omega + (R_a + R_s)} \quad (2.20)$$

Eş. 2.20, Eş. 2.18'de yerine konulursa;

$$T_a = \frac{K_1 K_2 V_T^2}{[K_1 K_2 \omega + (R_a + R_s)]^2} \quad (2.21)$$



Şekil 2.11. DC seri motorun farklı kaynak gerilimleri için hız-moment karakteristiği [3].

Elde edilen eşitlik DC motorunun moment-hız karakteristiğini verir ve Şekil 2.11'de gösterilmiştir. Grafik üzerinde farklı gerilim seviyeleri için motor momenti ile hız arasındaki değişim de izlenebilmektedir.

2.2.4. Güç kayıpları ve verim

Bir DC motorunun giriş gücü aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$P_{in} = V_T I_a \quad (2.22)$$

Motor içindeki güç kayıpları; endüvi alan dirençlerinin kayıpları, döner kayıplar (P_{rot}) olarak sayılabilir. Buna göre kayıplar;

$$P_1 = I_a^2 (R_a + R_s) + P_{rot} \quad (2.23)$$

olarak yazılır. Çıkış gücü ise motor giriş gücünden P_1 güç kayıplarının çıkarılması sonucu;

$$P_o = P_{in} - P_1 \quad (2.24)$$

olarak ifade edilir. Motor verimi;

$$\eta = \frac{P_o}{P_{in}} \quad (2.25)$$

Motor verimi, endüvi akımı ve dolayısıyla motor yüküyle değişir. Endüvi akımı arttıkça maksimum verime ulaşıncaya kadar verim de artar. Akımın daha fazla artırılmasıyla verim düşer. Maksimum verime karşılık gelen endüvi akımını bulmak için endüvi akımına göre verimin türevi sıfıra eşitlenir.

$$\begin{aligned} \frac{d\eta}{dI_a} &= 0 \\ P_{in} \left(\frac{\partial P_o}{\partial I_a} \right) - P_o \left(\frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} \right) &= 0 \end{aligned} \quad (2.26)$$

Eş. 2.25 kullanılırsa;

$$P_{in} \left(\frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} - \frac{\partial P_1}{\partial I_a} \right) - (P_{in} - P_1) \frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} = 0 \quad (2.27)$$

ve basitleştirilirse;

$$P_{in} \frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} = P_1 \frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} \quad (2.28)$$

haline getirilir. Gerekli türevlerin sonuçları;

$$\frac{\partial P_1}{\partial I_a} = 2I_a(R_a + R_s) \text{ ve } \frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} = V_T \quad (2.29)$$

elde edildikten sonra, maksimum verim için şart;

$$2V_T I_a^2 (R_a + R_s) = V_T [I_a^2 (R_a + R_s) + P_{rot}] \quad (2.30)$$

sağlanır ve eşitlik basitleştirilirse, döner kayıpları veren P_{rot} ifadesine erişilir. Döner kayıplar olarak temsil edilen sabitlenmiş kayıplar ve $I_a^2 R$ ile temsil edilen sargı kayıpları birbirine eşit olduğunda verim maksimum olur. Böylece;

$$I_{a,max} = \sqrt{\frac{P_{rot}}{R_a + R_s}} \quad (2.31)$$

Verimin maksimum değeri;

$$\eta_{max} = \frac{P_{in,max} - 2P_1}{P_{in,max}} \quad (2.32)$$

veya

$$\eta_{\max} = 1 - \frac{2[P_{\text{rot}}(R_a + R_s)]^{1/2}}{V_T} \quad (2.33)$$

olarak hesaplanır.

Yukarıdaki gelişmelerden şu sonuç çıkartılabilir. Maksimum verim; döner kayıpların, endüvi direnci ile terminal (uç) geriliminin fonksiyonudur. Motorun maksimum verim değeri terminal gerilimin artırılması veya endüvi direncinin azaltılması ile artırılabilir. Kullanılan motorda seri alan direnci bulunmadığından hesaplamaların endüvi direncinin azaltılması yönünde yapılması gerekmektedir.

2.3. DC Motorlarından Hız ve Moment Kontrol Yöntemleri

Doğru akım motorları, değişken kolay hız değiştirme özelliklerine sahip olduğundan hızın ve momentin kontrol edilmesi istenen yerlerde kolaylıkla tercih edilebilmektedirler. Yüksek yol alma momenti sağladığından, hız kontrolü geniş aralıklarda yapılır. Hız kontrolü alternatif akım motorlarına göre daha kolay ve daha ucuzdur. Kontrollü doğrultucular, sabit alternatif gerilimden değişken doğru akım gerilimi elde ederken, kıyıcılar ise sabit doğru akım gerilimi değişken doğru akım gerilime çevirir. DC motorun hızı aşağıdaki yöntemlerle ayarlanabilir.

- Endüvi devresi direncini (R_a) değiştirerek
- Uyarma akımını (I_a) değiştirerek
- Ward-Leonard sistemi ile
- Yarıiletkenler kullanılarak
- DGM (Pulse Width Modulation - Darbe Genişlik Modülasyonu) ile

Bahsedilen yöntemlerde ilk üçü eski ve kullanım sahaları gittikçe azalan yöntemler olduğu için tez çalışmasında bahsedilmemiştir. Son yıllarda teknolojinin gelişmesine

paralel olarak gelişen yarı iletken teknolojisi ve akabinde kullanılmaya başlanan darbe genişlik modülasyon tekniği tez çalışmasının kontrol anlamında temelini oluşturacaktır.

Bunun yanında motorların moment kontrolünde de temel olarak iki yöntem kullanılmaktadır:

- Sabit hız değişken moment kontrolü
- Değişken hız sabit moment kontrolü

Çalışmada, PID kontrollü denetim sistemi tercih edildiği için motor hızı belirli bir düzeyde sabit tutulmaya çalışılmış dolayısı ile yükle birlikte motorun çektiği akıma bağlı olarak çıkış gücü ve çıkış momenti otomatik olarak değiştirilmiştir. Dolayısı ile çalışmada tercih edilen moment kontrol yöntemi sabit hızda değişken moment kontrolüdür.

3. SCADA SİSTEMİ

SCADA terimi İngilizce “Supervisory Control and Data Acquisition” kelimelerinin ilk harfleri bir araya getirilerek oluşturulmuş, süreçler için Gözetleyici Denetim ve Veri Toplama işlevlerini yerine getiren yazılım sistemleri için kullanılmaktadır [7, 8]. Daha detaylı olarak SCADA Sistemleri için, endüstriyel otomasyon sistemlerinde fabrikanın iletişim altyapısı ve bilgi omurgasını oluşturan Gözetleme, Denetim ve Veri İşlemleri yazılımları olarak tanımlanabilir.

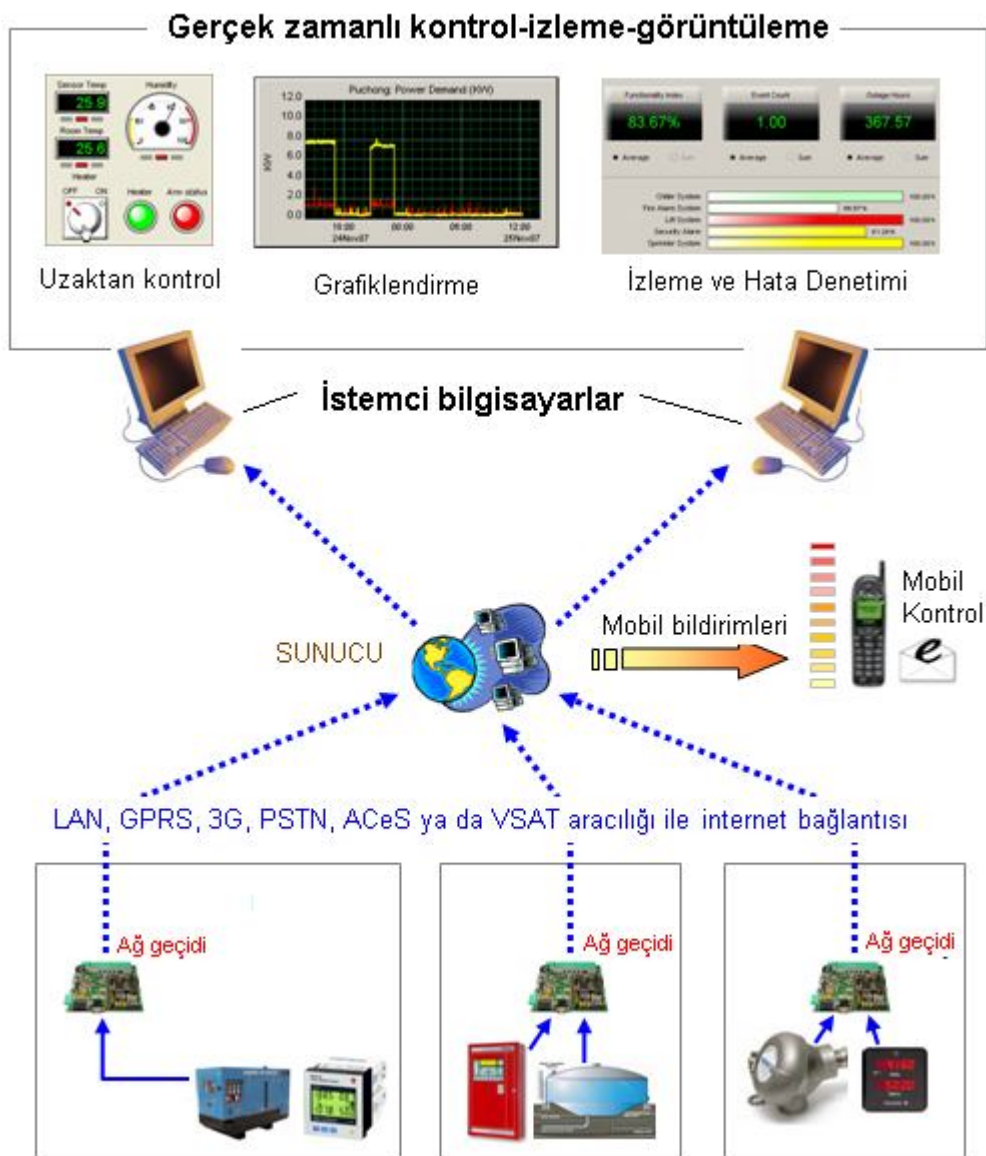
Günümüzdeki SCADA Sistemlerini bilgisayar sektöründeki gelişmeleri yakından takip ederek, endüstriyel tesislerin tesis içi ve dışı her türlü haberleşme ve denetiminden sorumlu denetim ve iletişim yazılımı olarak tanımlamak daha doğru olmaktadır.

SCADA yazılım paketleri endüstriyel tesislerde altyapı yazılımı görevini görmekte şirket içi ve dışı ağların birbirine ve fabrikanın tüm katmanlarına kolaylıkla bağlanmasını sağlamaktadır. SCADA yazılımı Çizelgeleme, Üretim Yönetimi, Üretim Denetimi, Hücre Kontrolü ve Ekipman Kontrolü seviyeleri arasındaki veri alışverişini yeni arabirim yazılımları geliştirilmesine gerek kalmadan sağlamaktadır. Özetle, merkezi izleme sistemi, grafik kullanıcı ara yüzleri, yerel denetim desteği için araçlar, dağıtılmış uygulamaların bütünleşmesi, bilginin işlenmesi görevlerini üstlenir [9]. Genel olarak üstlendiği görevleri ve faydalarını şu başlıklar altında toplamak mümkündür.

- ✚ Kullanıcı tarafından tanımlanmış işletmeye ait parametreler (seviye, sıcaklık, basınç, dijital sinyaller, vana ve motor durumları, sistem durumu vb.) vasıtasıyla işletmenin takibi,
- ✚ Reçete ekranları vasıtasıyla, üretim reçetelerinin girilmesi ve işleyen reçeteler hakkında operatörün bilgilendirilmesi,
- ✚ Parametre ekranları vasıtasıyla, sistem için gerekli olan limit değerlerin (set-point, alt ve üst alarm değerleri) girilmesi,
- ✚ P, I, D parametrelerinin girilebilmesi ve gözlenmesi,

- ✚ İşletme değerlerinin tarihsel ve gerçek zamanlı eğilimlerinin tutulması,
- ✚ Anlık ve periyodik raporların (üretim, reçete, stok vb.) alınması,
- ✚ Otomatik çalışan sisteme, SCADA ekranlarından elle müdahale imkânı,
- ✚ Alarm ve durumların gösterilmesi ve yazıcıya ve/veya veri tabanına kayıt edilmesi,
- ✚ İleri düzeyde kalite kontrol (örneğin istatistiksel proses kontrol) desteği.

Şekil 3.1’de gelişmiş bir SCADA mimarisi görülmektedir.



Şekil 3.1. Gelişmiş bir SCADA mimarisi

3.1. SCADA Kullanım Alanları

SCADA sistemleri; sistem operatörlerine, merkezi bir kontrol noktasından geniş bir coğrafi alana yayılmış petrol ve gaz alanları, boru sistemleri, su şebekeleri, termik ve hidrolik enerji üretim sistemleri ile iletim ve dağıtım tesisleri gibi alanlarda vanaları, kesicileri, ayırıcıları, anahtarları uzaktan açıp kapama, ayar noktalarını değiştirme, alarmları görüntüleme, ölçü bilgilerini toplama işlevlerini güvenilir, emniyetli ve ekonomik olarak yerine getirme avantajı sunmaktadır [10].

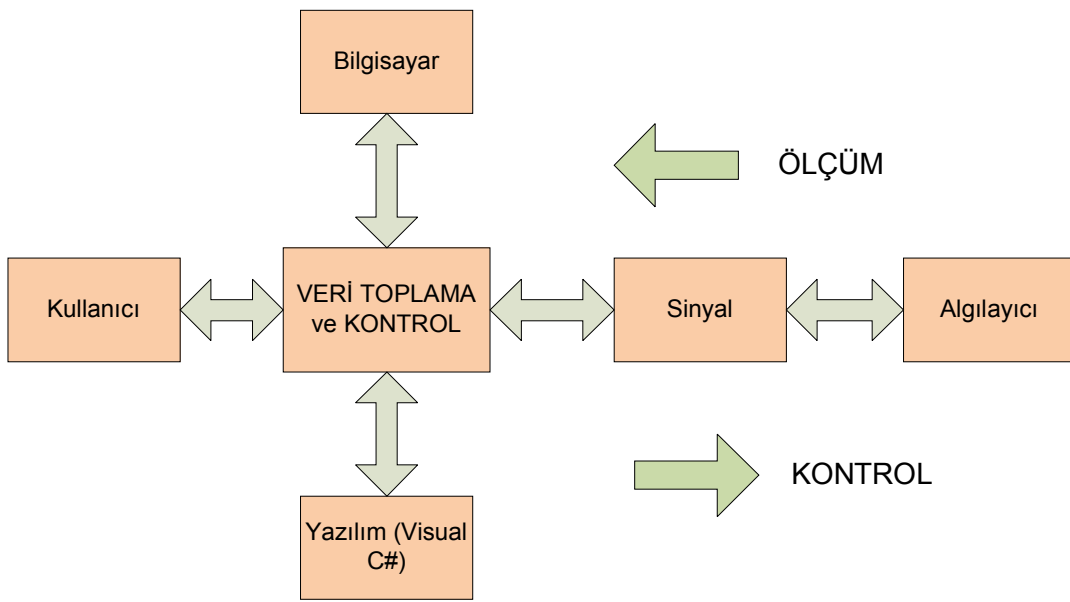
SCADA sisteminin birçok kullanım alanı vardır. Geniş bir coğrafi alana yayılmış, bölgesel ve yerel tesislerin birçoğunda kullanılmaktadır. Başka sistemlere de alt yapı teşkil etmektedir. SCADA sistemine ilave işlevler eklenerek ENERJİ YÖNETİM SİSTEMLERİ (EMS-Energy Management System) veya DAĞITIM YÖNETİM SİSTEMLERİ (DMS-Distribution Management System) gibi sistemler oluşturulur [9-11].

SCADA sisteminin başlıca kullanım alanları şunlardır;

- ❖ Kimya Endüstrisi
- ❖ Doğal Gaz ve Petrol Boru Hatları
- ❖ Petrokimya Endüstrisi
- ❖ Demirçelik Endüstrisi
- ❖ Elektrik Üretim ve İletim Tesisleri
- ❖ Elektrik Dağıtım Tesisleri
- ❖ Su Toplama, Arıtma ve Dağıtım Tesisleri
- ❖ Hava Kirliliği Kontrolü
- ❖ Çimento Endüstrisi
- ❖ Otomotiv Endüstrisi
- ❖ Trafik Kontrolü
- ❖ Gıda Endüstrisi
- ❖ Bina Otomasyonu

3.2. SCADA Sistemlerinin Temel Ekipmanları

En basit haliyle SCADA sisteminde fiziksel bir büyüklüğün ölçülmesi, ölçülen büyüklüğe ait sinyalin taşınması, işlenmesi ve değerlendirilmesi aşamaları mevcuttur. PC tabanlı basit bir SCADA kontrol sistemi aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi fiziksel sistem, algılayıcı ve kontrol elemanları, sinyal işleme, veri toplama, kontrol donanımı ve bilgisayar yazılımı kısımlardan oluşmaktadır [7-12].



Şekil 3.2. PC tabanlı bir SCADA sisteminin ekipmanları

Fiziksel Sistemler

Bir SCADA sistemi, gerçek dünya üzerinde karşılanan olayları (sıcaklık, basınç, hız, seviye vb.) bilgisayara aktarır, burada oluşturulan sanal ortamda gerekli işlemleri yürüttükten sonra fiziksel sistemlere müdahale eder. Burada algılayıcılar fiziksel olayları, elektriksel bilgiye (analog) dönüştürür. Bu noktada SCADA donanımı analog voltajı D/A (dijital/analog) çeviriciler yardımıyla dijital bilgiye dönüştürür ve bilgisayara aktarır. Fiziksel sistemlerdeki olaylar D/A gerekmeksizin kolayca bilgisayara aktarabilirler. Bilgisayar benzer şekilde dijital ve analog çıkışlar üreterek fiziksel sistemleri kontrol eder.

Algılayıcı ve Kontrol Elemanları

Algılayıcılar, sıcaklık, basınç, hız, konum gibi fiziksel bilgileri voltaj, akım, frekans, puls gibi elektriksel sinyale dönüştürür. (Termokupl veya RTD elemanları vb.). Kontrol elemanları fiziksel sistemleri harekete geçiren elemanlar olup süreç kontrolü sağlarlar.

Sinyal İşleme

Sinyal işleme elemanları, algılayıcı tarafından üretilen sinyallerin A/D'ye girmeden önce kalitelerini artırmaya yarar. Sinyali ölçeklendirme, lineerleştirme, filtreleme, yükseltme gibi işlemlerin hepsi bu amaca yöneliktir. PC tabanlı sistemlerde en yaygın olanı yükseltmedir (genliği arttırma). Böylece filtreleme, lineerleştirme gibi işlemler yazılım ile kolayca çözülebilmektedir.

Veri Toplama ve Kontrol Donanımı

Kontrol donanımı genelde aşağıda sıralanan üniteleri bulunduran ve PC'nin taşıyıcı elemanlarına yerleştirilen kartlardır. Bu üniteler; CPU, işletim sistemi analog giriş ve çıkış sayıcı ve zamanlayıcı ünite, programlanabilir yükseltici, bellek ve tampon bellektir.

Yazılım

Uygulamaya göre doğru yazılım seçilmesi de donanımın doğru seçilmesi kadar önemlidir. Uygulamanın hız gereksinimi, özellikleri, programın esnekliği yazılım seçiminde önemli kıstaslardır. SCADA yazılım paketleri, Windows NT'nin bilgisayar işletim sistemi olarak yaygın kabul görmesinden sonra ağırlıklı olarak NT işletim sisteminin özelliklerini kullanarak geliştirilmeye başlandılar. Bilgisayar teknolojisinin hızla gelişmesine paralel olarak şu anda birçok işletim sisteminde çalışmaktadır. Tasarlanan sistemin uygulanmasında; hem istemci, hem cep telefonu hem de sunucu yazılımında Visual C# uygulaması tercih edilmiştir.

4. GPRS (PAKET ANAHTARLAMALI RADYO HİZMETLERİ)

GPRS (General Packet Radio Service), verilerin mevcut GSM şebekeleri üzerinden saniyede 28,8 ilâ 115 kilobit'lik hızlarda iletilebilmesine imkân veren, cep telefonu ve mobil cihaz kullanıcılarına kesintisiz internet bağlantısı sunan paket tabanlı (packet-based) bir mobil iletişim servsidir [13-16].

GPRS; çağın gelişmesi ile birlikte her nerede ve her ne zaman olursa olsun insanların e-postalarına, internete, dosyalarına, fakslarına ve diğer verilere erişebilmeleri için kullanılan yöntemlerden birisidir. Ayrıca GSM mobil istasyonları için bir paket radyo erişimi ve GSM altyapısında bir paket bağlaşmalı yönlendirme fonksiyonelliği sağlayan bir veri servsidir. GPRS fikri ilk olarak 1992'lerde ortaya çıkmıştır. 2000 yılı ile birlikte de uygulamalarına başlanmıştır. GPRS, GSM sistemlerinde paket verisi üzerine ETSI (European Telecommunications Standards Institute) tarafından hazırlanmış bir standarttır. Ayrıca TTA (Telecommunications Industry Association) tarafından TDMA/136 sistemleri için paket veri standardı olarak kabul edilmiştir [17].

4.1. GPRS Sisteminin Temel Özellikleri

GPRS sistemi GSM sistemine ek bir servis olup internet veya firma LAN (Local Area Network-Yerel Alan Şebekesi)'larına veri paketi kullanarak erişmek isteyen son kullanıcıya mobil istasyonu bağlantı cihazı olarak sağlar. Mobil istasyonu; GSM telefonu olan bir mobil terminali (MT-Mobile Terminal) ve buna bağlı bir bilgisayar olan terminal cihazını (TE-Terminal Equipment) içerir. GPRS veri transferi internet protokolüne dayanır. Bu yüzden paket veri iletimi hava arayüzünü içeren uçtan uca kaidesine dayanarak yürütülür. GSM sistemi telefon için devre bağlaşmalı hava arayüzünü kullanırken GPRS sistemi paket bağlaşmalı hava arayüzünü kullanır ve her ikisi de GSM standartlarına göredir. Bir GPRS şebekesi, bir GSM şebekesinin bir uzantısı olarak görülebilir ve kendine özgü bazı eklemelere ihtiyaç duyar. GPRS sistemini GSM sistemine tanıtmakla, abone ve terminal verisini koordine etmek, bağlamak, idare etmek ve güvenliklerini sağlamak hem devre bağlaşmalı hem de

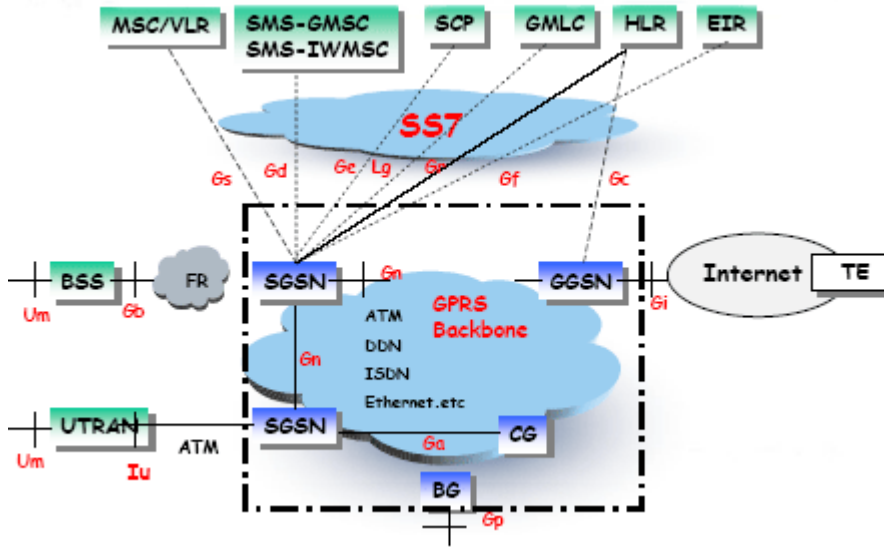
paket bağlaşmalı haberleşme için mümkün olacaktır. Paket veri fonksiyonu, GSM sisteminde sağlanan devre bağlaşmalı servislerle karışmaz. GPRS sistemi, bir radyo kanalının pek çok MS tarafından meşgul edilmesi olayı ile karakterize edilebilir. Bir MS, bir veri paketi oluşturduğunda, şebeke paketi uygun olan ilk radyo kanalından gönderir. Büyük veri miktarlarını içeren bir mesaj transfer edileceğinde pek çok pakete bölünür. Bu paketler adreslerine ulaştığında orijinal mesajı oluşturmak üzere tekrar birleşirler. Alınan bütün paketler veri hafızalarında depo edilir. İletim esnasında farklı paketler farklı radyo kanallarını kullanabilir. GPRS sistemindeki MS, sadece paket bağlaşmalı haberleşme için kullanılabileceği gibi hem devre hem de paket bağlaşmalı haberleşme için kullanılabilir.

GPRS verinin mobil telefon şebekesi aracılığıyla gönderilmesi ve alınmasını sağlayan yeni ses dışı hizmetlerin eklendiği bir servistir. Günümüz devre bağlaşmalı veri ve kısa mesaj servisinin eksikliklerini giderir. GPRS ile aynı anda sekiz zaman dilimini kullanarak teorik maksimum hız 171,2 kbit/s'ye ulaşılabilir. Bu GPRS'in bugünün sabit haberleşme şebekeleri üzerinden yapılan veri iletiminden 3 kat ve GSM şebekelerindeki devre bağlaşmalı veri servislerinden 10 kat daha hızlı demektir. GPRS, ihtiyaç olduğu anda verinin gönderilebildiği veya alınabildiği acil bağlantıları kolaylaştırır. Bir çevirmeli modem bağlantısına gerek yoktur. Bu yüzden GPRS kullanıcıları zaman zaman "daima bağlantılı" olarak nitelendirilir. Anında erişim GPRS'in devre bağlaşmasına göre avantajlarından biridir.

GPRS kullanabilmek için kullanıcıların sahip olması gerektikleri şunlardır:

- GPRS uyumlu bir mobil telefon,
- GPRS desteği sağlayan bir mobil telefon şebekesine abonelik,
- Yazılım ve donanım konfigürasyonları içeren mobil telefonların çok özel modellerini kullanarak GPRS verisinin alınması ve gönderilmesi hakkında bilgi sahibi olmak,
- GPRS üzerinden verinin gönderildiği veya alındığı bir hedef gereklidir. SMS'te bu hedef genellikle bir mobil telefon olurken GPRS'te bu bir internet adresidir.

Aşağıda GPRS sisteminin mimarisi gösterilmiştir [18].



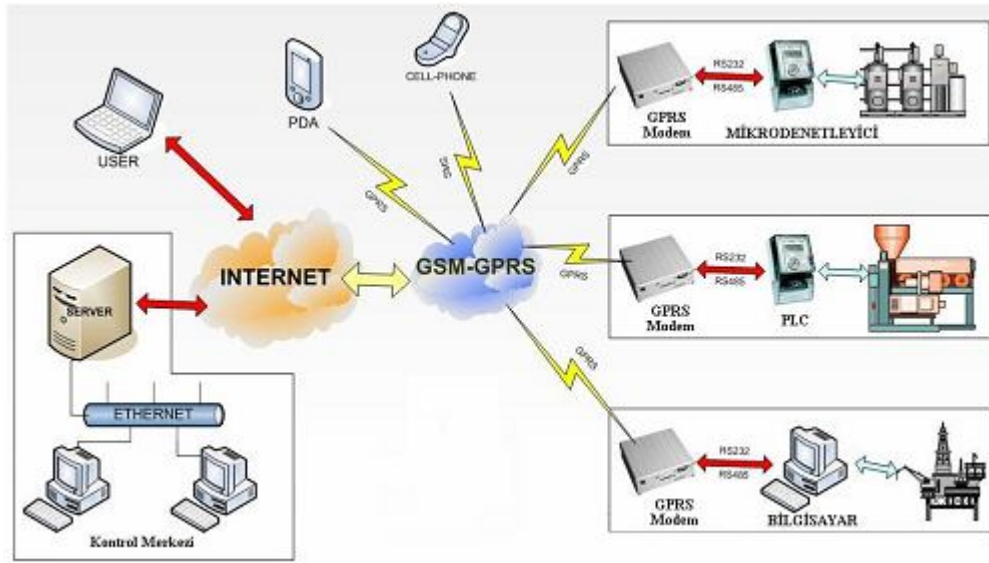
Şekil 4.1. GPRS mimarisi

4.2. GPRS Kullanım Alanları ve GPRS ile Sistem Denetimi

GPRS için mümkün olan uygulamalar bir diz üstü bilgisayardaki haberleşme imkânlarından düşük iletim hızlı özel uygulamalara kadar yayılabilir. Bazı PC uygulamaları GSM veri servisleri ile kullanılmakta iken GPRS ile çok daha ekonomik hale gelmiş durumdadır. Mobil PC Ofisi insanın nerede olursa olsun sanki ofisinde imiş gibi çalışmasına olanak sağlar. GPRS'in en önemli uygulamaları arasında e-posta alım ve iletimi, dosya transferi ve internetle www dolaşımı vardır. E-posta mesajlaşmasında GPRS'in avantajı ücretlendirmenin iletilen veri miktarına bağlı olarak yapılmasından dolayı bağlantının tüm zaman boyunca açık tutulabilmesidir. Dosya transferinde, küçük dosyalar çağırma kurma süresi olmadığından dolayı hızlıca iletilir. Web taramasında yine ücretlendirmenin aktif olarak iletilen ve alınan veriye göre yapılmasının sağladığı avantaj söz konusudur. Bütün bu uygulamalar LAN'lar için tasarlanmıştır ancak mobil uygulamaları da hızla artmaktadır.

GPRS küçük veri miktarlarının sık olmayan iletimini gerçekleştiren uygulamalar için büyük bir market oluşturmuş durumdadır. Web tabanlı kontrol uygulamalarının

önemli bir bölümü robot kontrolleri üzerinedir [19-21]. Bu tip haberleşme imkânlarından yararlanacak pek çok elektriksel cihaz vardır. GPRS vericisi cihaza periyodik istatistiksel hata bildirimleri, hırsız alarmlarını haber vermek üzere yerleştirilebilir. Sistem erişim zamanı ve veri hızı yeterince hızlı bir işlem sağlamak için yüksek olmalıdır. Aşağıda GPRS ile gerçekleştirilebilecek uygulamaların bir sunumu verilmiştir.



Şekil 4.2. GPRS ile sistem denetim uygulamaları [14]

Fotoğraf, resim, statik web sayfaları, prezentasyonlar gibi hareketsiz görüntüler sabit telefon şebekelerinde olduğu gibi mobil telefon şebekeleri üzerinden de alınıp gönderilebilir. Bu işlem; GPRS radyo cihazına bağlanmış bir sayısal kameradan bir internet sitesine görüntüleri göndermek suretiyle gerçekleştirilecektir.

Paket anahtarlamalı radyo hizmetleri teknolojisi, kullanıcıya yüksek erişim hızının yanı sıra, bağlantı süresine göre değil gerçekleştirilen veri alışverişi miktarı üzerinden tarifelendirilen ucuz iletişim olanağı sağlamakta ve böylece sürekli bağlantı durumunda gerçek zamanlı kontrol olanağı sunmaktadır.

4.3. GPRS ve Mobil Tabanlı Sistem Denetimi

Mobil tabanlı denetim sisteminde istemci olarak bilgisayar kullanılabildiği gibi cep telefonları da kullanılabilmektedir. Cep telefonundaki uygulama programı; paket anahtarlamalı radyo hizmetleri protokolü kullanarak internet üzerinde bulunan Web sayfasına bağlanır. Mobil tabanlı denetim sistemi ile yerel bir bilgisayardan veya internete bağlı bir bilgisayardan bağımsız olarak, uzak noktalardan veya yerel noktalardan sahadaki sürecin kolayca görüntülenmesi ve denetlenmesi sağlanabilir [14, 16]. Aşağıda denetim sistemlerinde kullanılmakta olan PDA (Personal Digital Assistant - Kişisel Sayısal Yardımcı) telefon örnekleri gösterilmektedir.

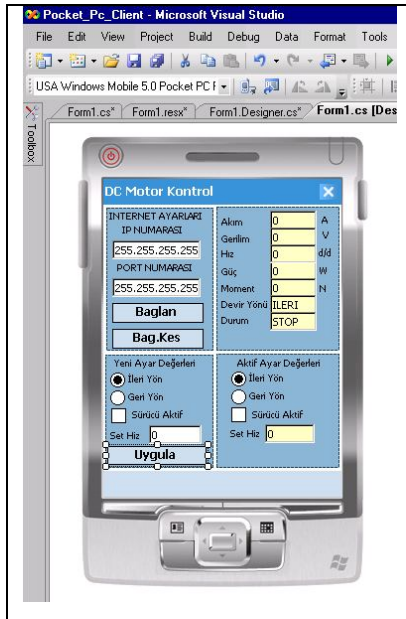


Şekil 4.3. Mobil tabanlı denetimlerde kullanılan PDA cep telefonları ve PDA cep telefonları için geliştirilmiş örnek bir uygulama

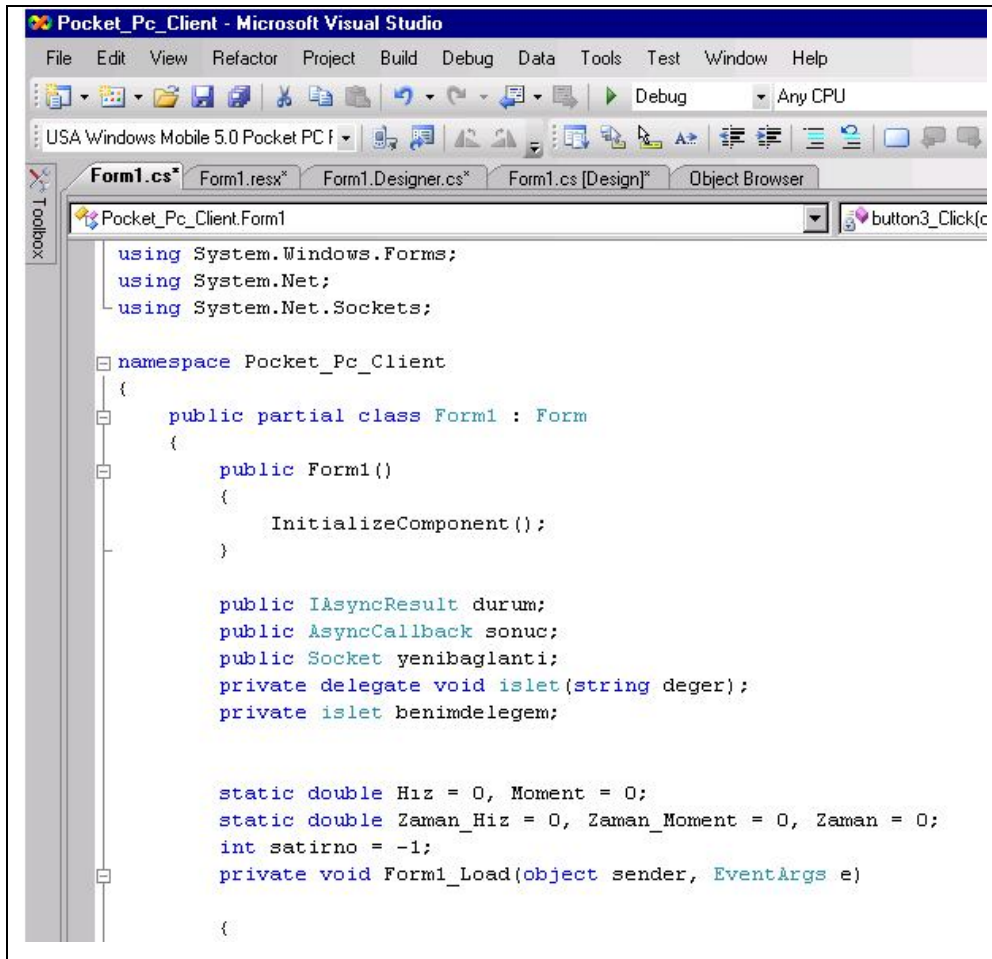
Yazılım tekniklerinin etkili bir şekilde kullanımı ile farklı platformlarda gelişmiş kontrol yazılımları üretilebilir. PDA uygulamaları geliştirmede tercih edilen en etkili platformlar şunlardır:

- Microsoft Visual Studio Platformu: Bu platform PDA yazılımları geliştirmede kullanılan en etkili platformdur. Örneğin Visual Studio 2005 içerisinde yer alan Smart Device (Akıllı Aygıt) uygulamaları altında bulunan Pocket PC 2003, Smartphone 2003 ve Windows CE 5.0 yazılım uygulamaları aracılığı ile gelişmiş kontrol uygulamaları üretmek mümkündür.
- Java Platformu: Java 2 Platformunda bulunan Micro Edition (J2ME: Java 2 Micro Edition) kullanıcılara mobil telefon gibi araçların içerisinde sunulur [22]. Java 2 Micro Edition(J2ME); PDA'lar, cep telefonları ve diğer elektronik ve gömülü cihazlar gibi sınırlı donanım kaynaklarına sahip makineler için Sun firmasınınca üretilen Java versiyonudur.

Geliştirilen uygulamada Visual Studio 2005 platformu tercih edilmiştir. Aşağıdaki şekillerde görüldüğü gibi bu tip platformlar yardımı ile GPRS kullanılarak farklı cihaz ve donanımlar için uygulamalar geliştirmek mümkündür.



Şekil 4.4. Visual Studio 2005 ile geliştirilmiş bir PDA uygulaması



Şekil 4.5. Visual Studio 2005 Smart Device PDA uygulaması yazılım geliştirme arayüzü

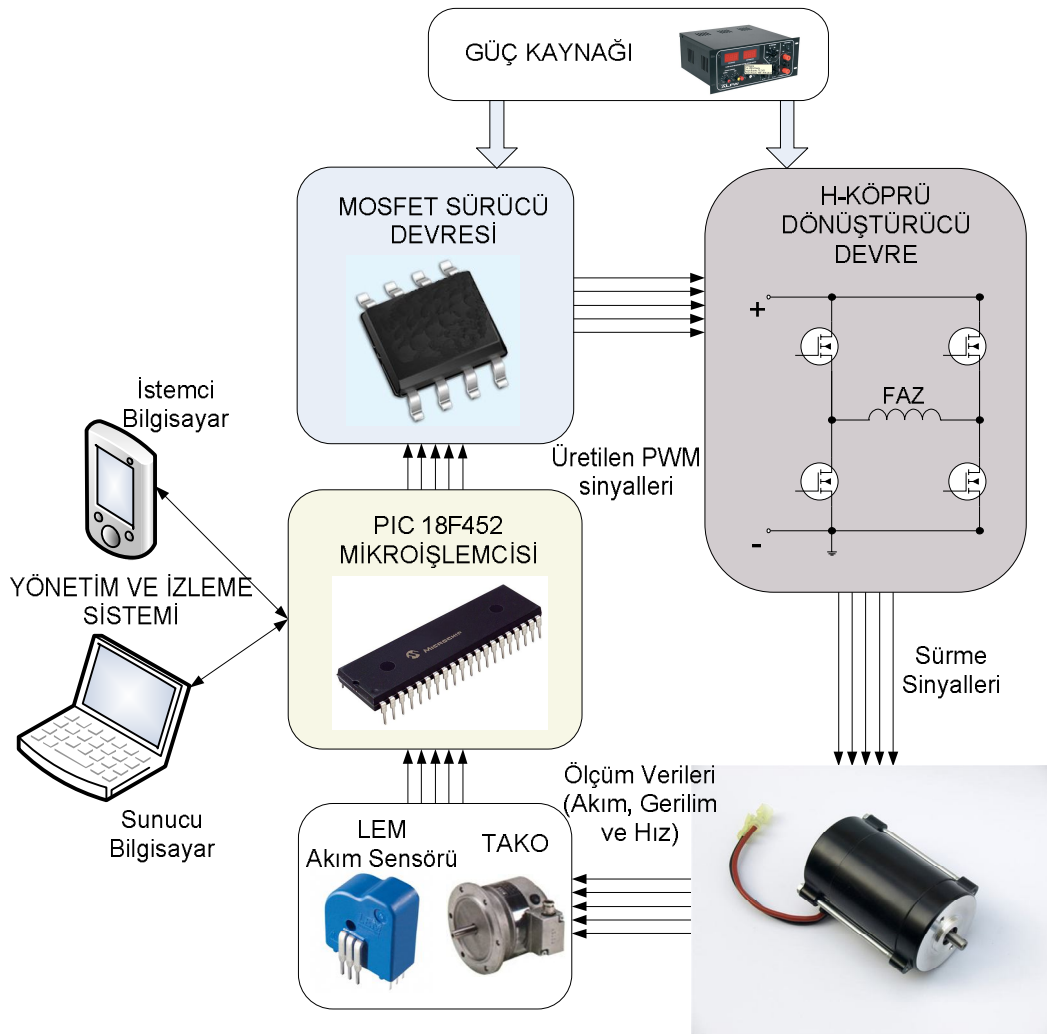
5. SİSTEM TASARIMI

DC motorunun internet tabanlı SCADA sistemi aracılığı ile gerçek zamanlı kontrolünü amaçlayan sistem ve tasarımı iki ana grup altında işlenecektir:

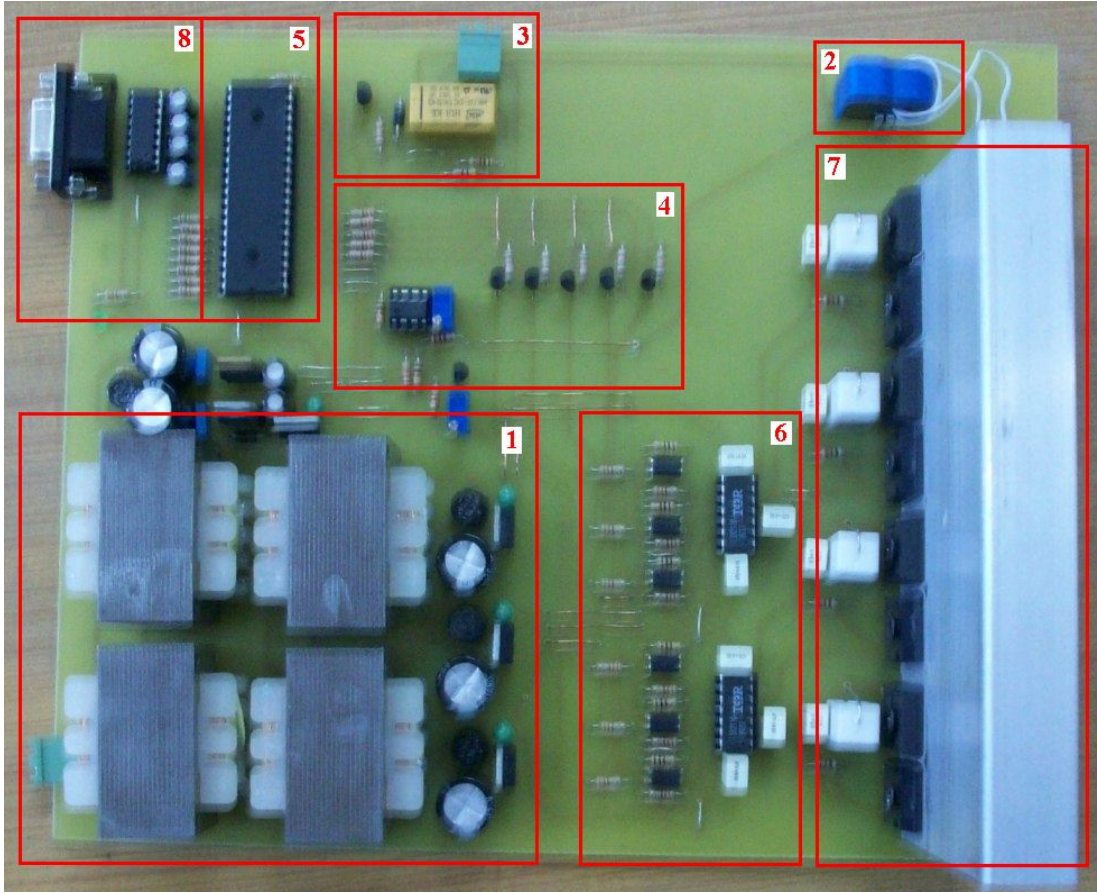
- Donanım tasarımı
- Yazılım tasarımı

5.1. Donanım Tasarımı

Sistemin donanımsal olarak işlevinin açık ve anlaşılır bir şekilde görülebilmesi için akış diyagramı ve donanım blok diyagramı birlikte çizilmiştir.



Şekil 5.1. Donanım blok ve sistem akış diyagramı



Resim 5.1. Sistemde kullanılan donanımların genel görünümü

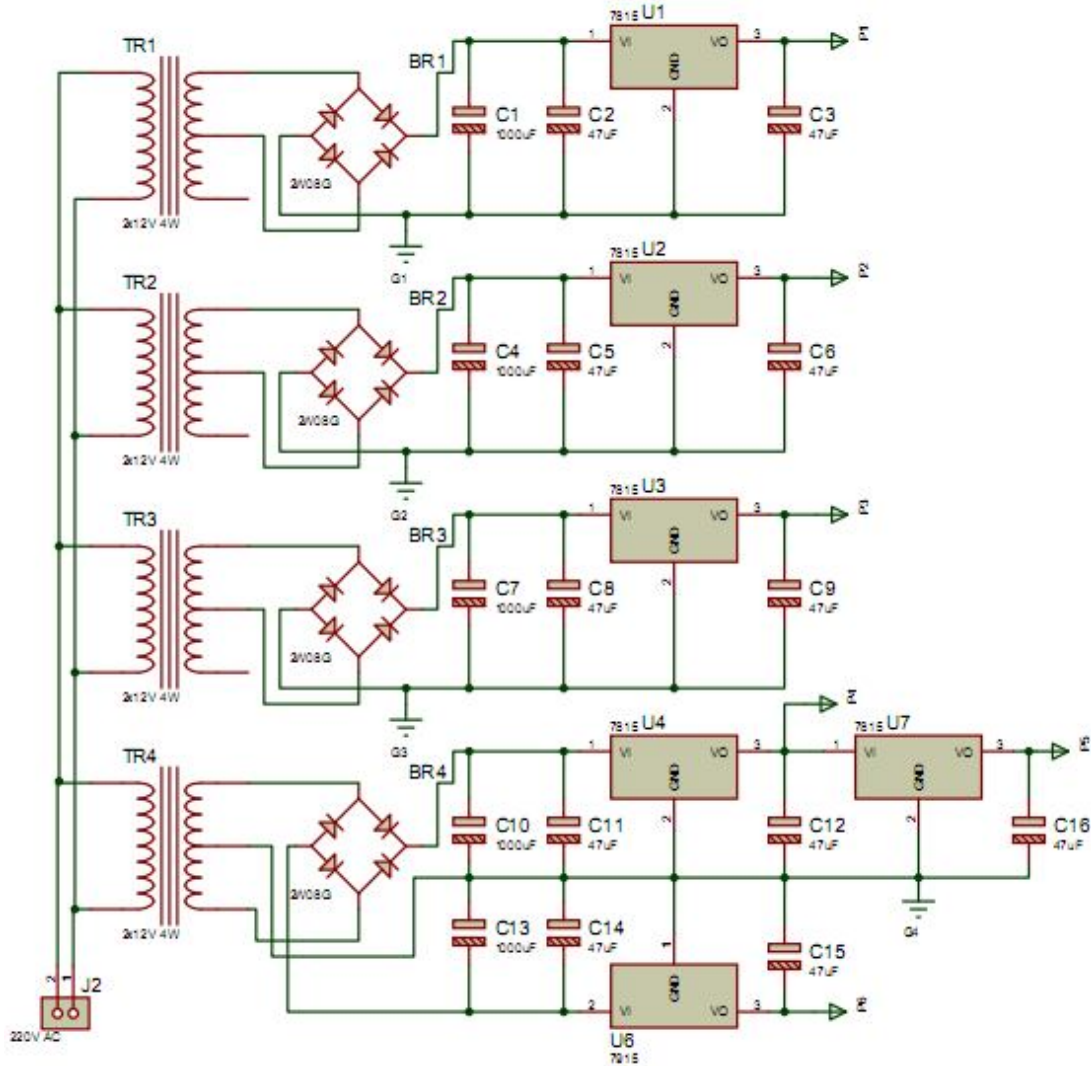
Şekil 5.1’de verilen genel blok diyagramına göre DC motorunun internet tabanlı kontrolünde kullanılan temel donanımları şu şekilde sıralamak mümkündür. Sürücü devreye ait blok EK 1’de verilmiştir.

- ❖ Besleme devresi (220 /12 V ,4W transformator , 7815 ,7915 ve 7805 gerilim regülatörü)
- ❖ Ölçüm devresi
- ❖ Programlama ve kontrol devresi (PIC18F452 ile gerçekleştirilmiştir)
- ❖ Yönetim ve izleme (monitoring) sistemi
- ❖ MOSFET sürücü devresi (IR2110 mosfet sürücü entegreleri ile gerçekleştirilmiştir)
- ❖ H-köprü kontrol devresi (IRFP460 tipi 500V, 20A’lık MOSFET ile gerçekleştirilmiştir)
- ❖ RS232 iletişim protokolü

5.1.1. Besleme devresi

Motor ve sürücü devrelerin beslemeleri farklı kanallardan yapılmaktadır. Kullanılan motorların beslemesi için 220 V-10A'lık Delorenzo firmasına ait bir güç kaynağı kullanılmıştır. Bu güç kaynağının tasarımı yapılmadığı için yapısı hakkında detaylı bilgi verilmeyecektir.

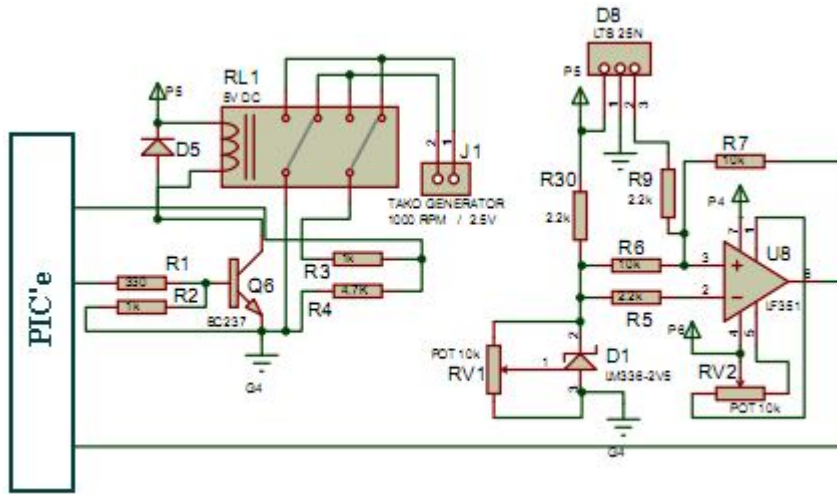
Motor sürücü devre tasarımında kullanılan ekipmanların beslemesi genelde 5V-15V aralığındadır. Tüm bu ekipmanların beslemesi aşağıdaki şekilde ve Resim 5.1'de 1 nolu blokta görüldüğü gibi tasarlanan 4 katlı bir besleme devresi sayesinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.2. +5V-15V besleme devresi

5.1.2. Ölçüm devreleri

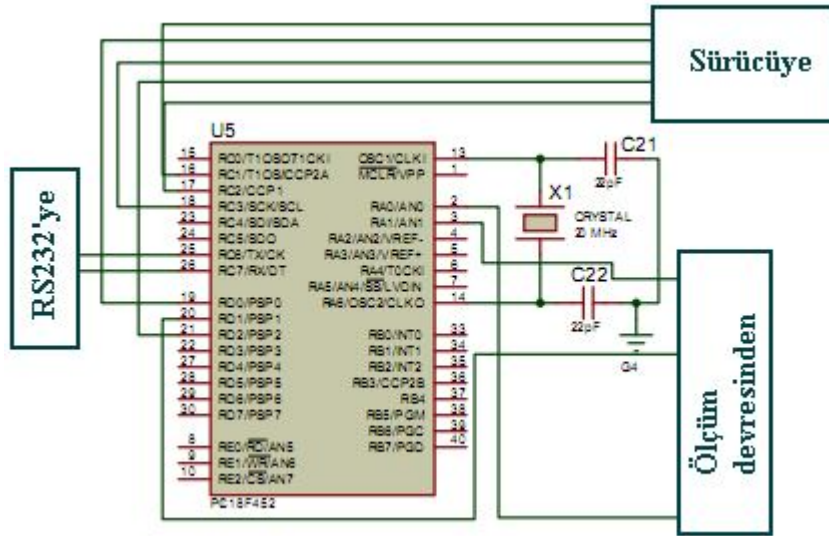
Ölçüm devreleri olarak nitelendirilen devreler; LEM akım sensörü ile motor miline bağlı ve motor hızına bağlı olarak 1000 d/dk'a karşılık 2.5 V gerilim üreten Takogeneratör sinyallerini algılayan ve Resim 5.1'de 2-3 ve 4 nolu bloklardan oluşan devrelerdir. LEM akım sensörü hakkında detaylı bilgi EK 2'de bulunmaktadır. 4 nolu blokta gösterilen devre akım sensörü ve tako uçlarında üretilen gerilimin aralığını ve seviyesini ayarlamak amacıyla oluşturulmuş bir amplifikatör devresidir. Tasarlanan devrenin şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.3. Ölçüm devreleri

5.1.3. Programlama ve kontrol devresi

PIC18F452 mikroişlemci yardımı ile tasarlanmış ve Resim 5.1'de 5 nolu blok ile gösterilen devredir. Mikroişlemci katı kontrol sisteminin en önemli ögesidir. PIC18F452 mikroişlemcisi hakkında genişletilmiş bilgi EK 3'de verilmiştir. Sistemin çalışması esnasında elde edilen akım, güç, hız gibi değişkenlerin RS232 portu aracılığı ile bilgisayarlar tarafından izlenebilmesi, MOSFET sürücülerin bilgisayardan gönderilen komutlar aracılığı ile IRFP460 tipi mosfetleri sürme şekilleri gibi birçok fonksiyon programlanan mikroişlemci aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Aşağıda tasarlanan devrenin çizimi verilmiştir.

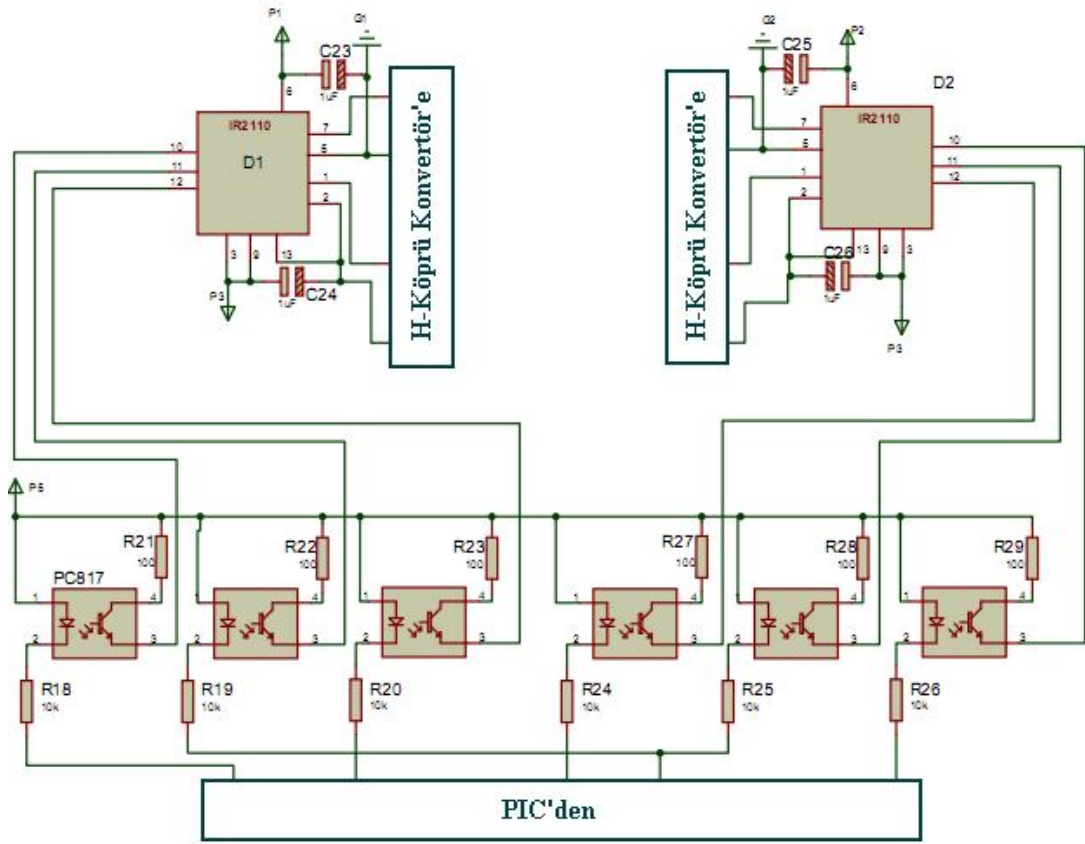


Şekil 5.4. PIC18F452 ile tasarlanan programlama ve kontrol devresi

Motor kontrol sisteminde kullanılan mikroişlemci kodlarına da EK 4'den ulaşılabilmektedir.

5.1.4. MOSFET sürücü devresi

Optik transistörler ve IR2110 tipi MOSFET sürücüleri aracılığı ile gerçekleştirilmiş, PIC18F452 mikroişlemcisinden gelen DGM sürme sinyallerini işleyerek bağlı bulundukları IRFP460 tipi MOSFET'leri ilettime geçiren ve Resim 5.1'de 6 nolu blok ile ifade edilen devredir. IR2110 sürücü entegrelerin uygulamada tercih edilmesinin temel sebepleri; az yer kaplamaları, hem alçak taraf (low-side) hem de yüksek taraf (high-side) MOSFET'leri sürebilmeleri ile 500 V'a kadar olan uygulamalarda rahatça kullanılabilmeleridir. IR2110 tipi MOSFET sürücüleri hakkında genişletilmiş bilgi EK 5'te bulunmaktadır. IR2110 ile gerçekleştirilen sürücü devresi aşağıda gösterilmektedir.

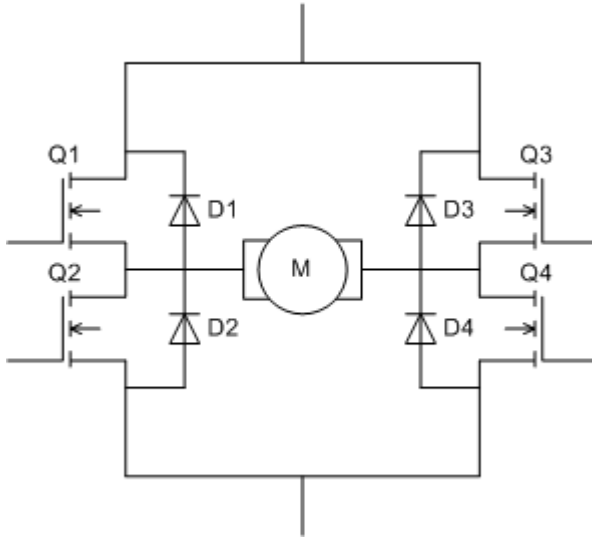


Şekil 5.5. MOSFET sürücü devre bloğu (MOSFET'leri ilettime geçiren IR2110 sürücülere ve DGM sinyallerinin durumu gösterilmiştir)

5.1.5. H-Köprü MOSFET konvertör devresi

IRFP460 tipi 500V, 20A'lık MOSFET ile gerçekleştirilmiş ve Resim 5.1'de 7 nolu blok ile gösterilen devredir. Doğru akım motorlarının dönüş yönünü değiştirmek için motor besleme voltajını ters çevirmek gerekmektedir. Devrede bulunan bir mikro denetleyicinin motorun dönüş yönünü kontrol etmesini isteniyorsa H-Köprü (H-Bridge) motor sürücü devresini kullanmak gerekmektedir.

IRFP250 tipi MOSFET'ler hakkında genişletilmiş bilgi EK 6'de bulunmaktadır. Aşağıdaki şekilde motor kontrol sistemlerinde kullanılan klasik bir H-köprü konvertör devresi görülmektedir.



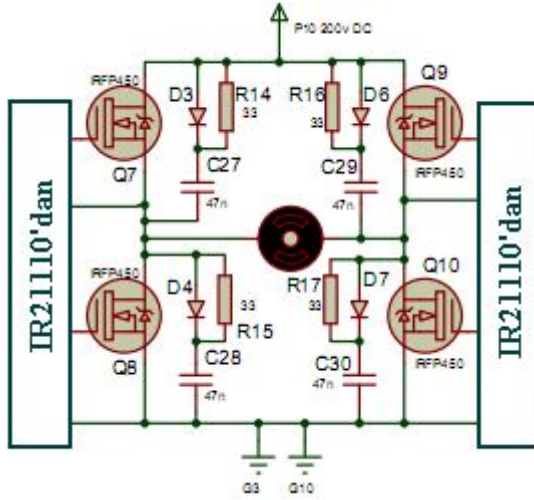
Şekil 5.6. Klasik H-köprü konvertör devresi

Q1 ve Q4 MOSFET’leri ilettime geçtiğinde motor akımı soldan sağa doğru, Q2 ve Q3 MOSFET’leri ilettime geçtiğinde ise motor akımı sağdan sola doğru akacaktır ve motor bir önceki dönüş yönünün tersine dönecektir. Q1 ile Q4 MOSFET’lerinin bir koldan (DGM1) ve Q2 ile Q3 MOSFET’lerinin de diğer bir koldan (DGM2) beslendiği düşünülürse devrenin doğruluk tablosunu ya da motor çalışma durumlarını aşağıdaki gibi oluşturmak mümkün olacaktır:

Çizelge 5.1. Motor çalışma doğruluk tablosu

DGM1	DGM2	Motor
1	0	İleri
0	1	Geri
0	0	Durağan
1	1	Fren

Aşağıdaki şekilde geliştirilen uygulamada; motorun sağa ve sola dönüşünü kontrol eden H-köprü konvertör devresinin çizimi verilmiştir.



Şekil 5.7. H-köprü konvertör devresi

5.1.6. RS232 iletişim protokolü

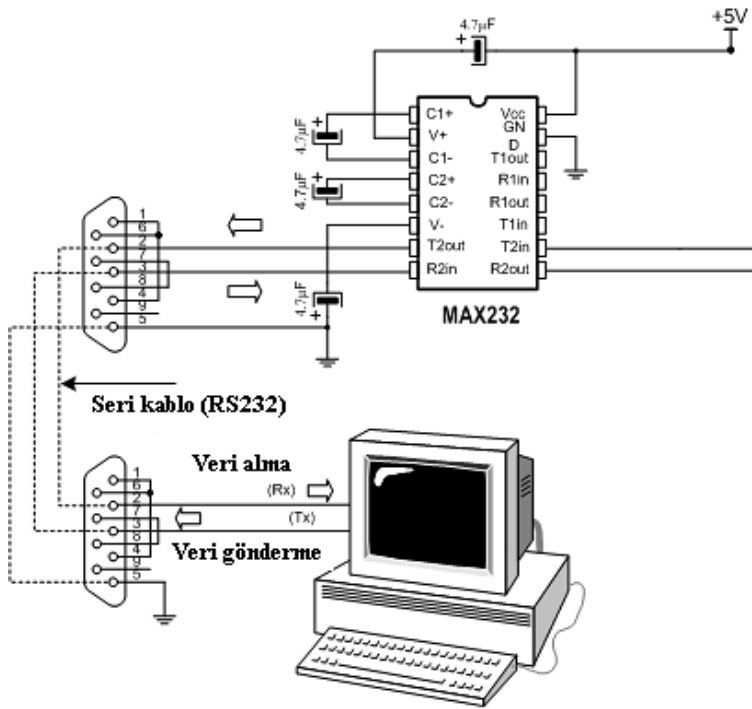
Bu uygulamada diğer bir önemli donanım sunucu bilgisayar ile haberleşmeyi sağlayan ve verilerin çevrimiçi ve gerçek zamanlı olarak izlenmesine olanak sağlayan RS-232 seri iletişim protokolüdür. Kısaca bu protokolün yapısından ve işleyiş şeklinden bahsetmekte yarar vardır.

RS-232 standardı en çok bahsedilen ve veri haberleşme cihazlarının uyumluluğunu sağlamak amacıyla Electronic Industries Association (EIA) tarafından ortaya çıkarılmış standarttır. İlk olarak 1962 yılında ortaya çıkmıştır ve onun üçüncü versiyonu 1969 yılında RS-232C olarak adlandırılmıştır. RS-232 C ile kullanılan en yaygın konektör tipi DB25'dir. Fakat modern bilgisayarlarda 25 uca gerek kalmadığı için IBM DB-9 (9 uçlu) seri port konektörünü geliştirmiştir [23].

Seri link adını verdiğimiz iletişim protokolü; verici veya sürücü (kullanılan sistemde bilgisayar) belirli bir anda “1” bit olmak üzere bilgileri sırayla yollar. Özellikle üçten fazla bağlantının bulunduğu ve “ağ” adını alan sistemlerde çoğunlukla verici ve alıcılar aynı hattan iletişim sağlarlar [24]. Üzerinde çalışılan sistemde seri veri akışı çift yönlü olarak gerçekleştirilmektedir. Bilgisayarlar aracılığı ile sıraya konulan veriler RS-232 portu sayesinde PIC18F452 mikroişlemcisine ve motor

uçlarından elde edilen akım gerilim ve hız bilgileri de aynı şekilde RS-232 portu aracılığı ile izleme (monitoring) amaçlı bilgisayara gönderilmektedir.

Resim 5.1’de 8 nolu blok ile gösterilen RS-232 iletişim protokolü ve veri alma-vermede kullanılan devre elemanları aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 5.8. Seri kablo aracılığı ile bilgisayar-mikroişlemci arasındaki veri alış-verişi

5.2. Yazılım Tasarımı

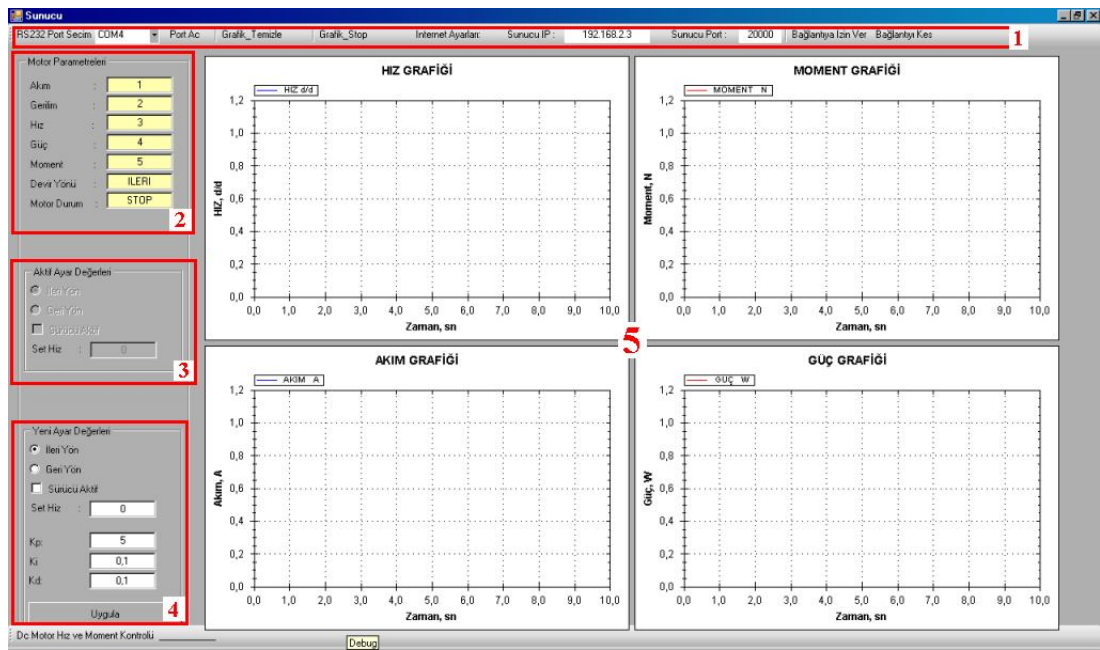
Sistemin çalışması esnasında elde edilen verilerin izlenebilmesi (monitoring) ve gerek duyulduğunda mikroişlemciye veri gönderme işlemlerinin yapılabilmesi amacıyla Visual Studio 2005 [25] paket programı aracılığı 3 farklı arayüz yazılımı gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen yazılımları aşağıdaki şekilde gruplandırmak mümkündür.

- Sunucu (server) yazılımı
- İstemci (client) yazılımı
- Cep telefonu (PDA) istemci yazılımı

Visual Studio 2005 platformu çeşitli arayüzler geliştirmenin yanı sıra özellikle PDA yazılımları geliştirmede kullanılan en etkili platformdur. Örneğin Visual Studio 2005 içerisinde yer alan Smart Device (Akıllı Aygıt) uygulamaları altında bulunan Pocket PC 2003, Smartphone 2003 ve Windows CE 5.0 yazılım uygulamaları aracılığı ile gelişmiş kontrol uygulamaları üretmek mümkündür. Geliştirilen PDA yazılımında Windows CE 5.0 yazılım uygulaması kullanılmıştır.

5.2.1. Sunucu (Server) yazılımı

Sistemin ana kontrol ara yüzüdür. Visual Studio içerisinde yer alan Visual C++ uygulaması aracılığı ile geliştirilmiştir.



Şekil 5.9. Sunucu yazılımı

Sunucu yazılımı 5 ana pencereden oluşmaktadır.

1. Bağlantı ve ayar çubuğu: Bu alan sistem bağlantı ve port ayarlarının yapıldığı kısımdır. Sunucu bilgisayarın seri port aracılığı ile sürücü sistemine hangi COM port noktasından bağlandığı (COM1....., COM5) belirtilmelidir. Bağlantının doğru yapıp yapılmadığı motor parametreleri alanında bulunan değerlerin değişiminden kolaylıkla anlaşılabılır. Bu alanda özellikle “Sunucu IP” ve

“Bağlantıya izin ver” komutlarının önemi büyüktür. Dışarıdan sisteme bağlantı yapmak isteyen kullanıcıların sunucunun IP numarasını bilmeleri ve sunucu tarafından bağlantı izninin verilmesi gerekmektedir.

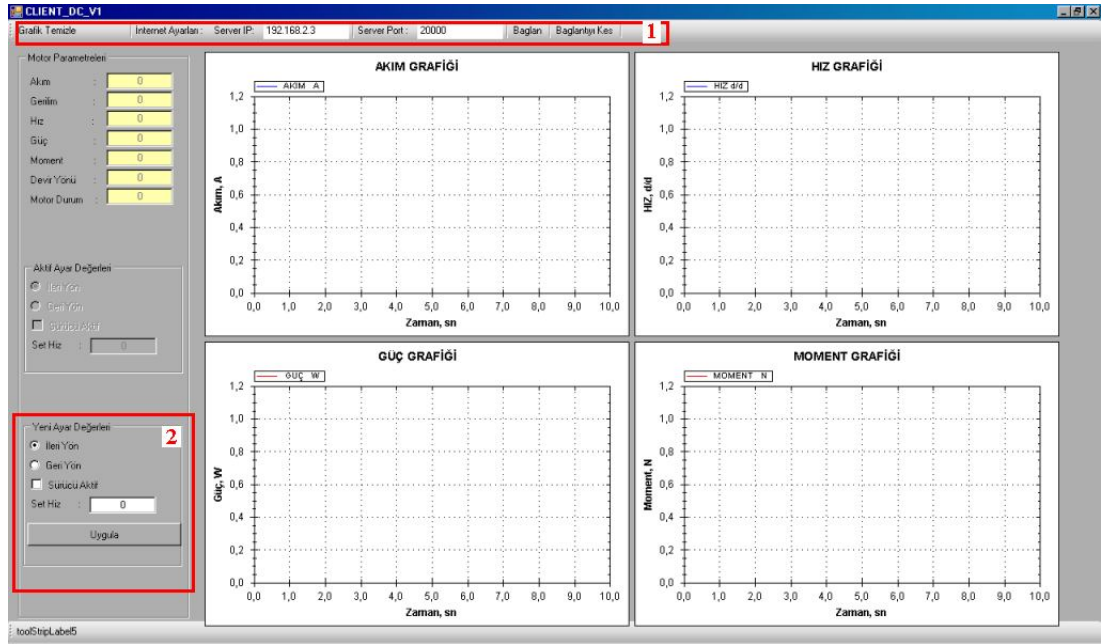
2. Motor Parametreleri: Motorun akım, gerilim, güç, hız, moment, devir yönü, motor durumu gibi parametrelerinin görüntülediği kısımdır. Bu veriler bu alandan izlenebildiği gibi ana izleme pencerelerinden de görüntülenebilir.
3. Aktif Ayar Değerleri: Bir alt pencere (yeni ayar değerleri) aracılığı ile ayarlanan motor çalışma değerlerinin görüntülediği kısımdır. Motora dönme komutunun hangi yönde verildiği ve hız değerinin ayarlandığı değer ile sürücü devrenin aktif olup olmadığını gösteren işaret bu kısımdan kontrol edilebilir.
4. Yeni Ayar Değeri: Denetimin yapıldığı kısımdır. Motorun dönme yönü ayarı, hız değerinin ayarlanması ve motorun PID ayarlamaları bu alanda yapılmaktadır.
5. İzleme (Monitoring) pencereleri: Motora ait akım, hız, moment ve güç değerlerinin zamana bağlı olarak çevrimiçi izlenebildiği alandır.

Bahsi geçen pencerelerin işlevleri Bölüm 6’da detaylı olarak açıklanacaktır.

5.2.2. İstemci (Client) yazılımı

Sisteme dışarıdan bağlantı yapmak isteyen istemcilerin kullandığı ve sunucu yazılımında olduğu gibi Visual Studio 2005 platformu kullanılarak geliştirilmiş ara yüzüdür.

Bu ara yüz de 5 ana pencereden oluşmaktadır fakat pencerelerin içeriği ve işlevleri kontrol kısıtlamalarından dolayı sunucu ara yüzüne göre daha azdır. Aşağıdaki şekilde geliştirilen ara yüz görülmektedir. Pencere benzerliklerinden dolayı istemci ara yüz uygulaması açıklamasında sadece iki pencerenin açıklaması üzerinde durulacaktır.



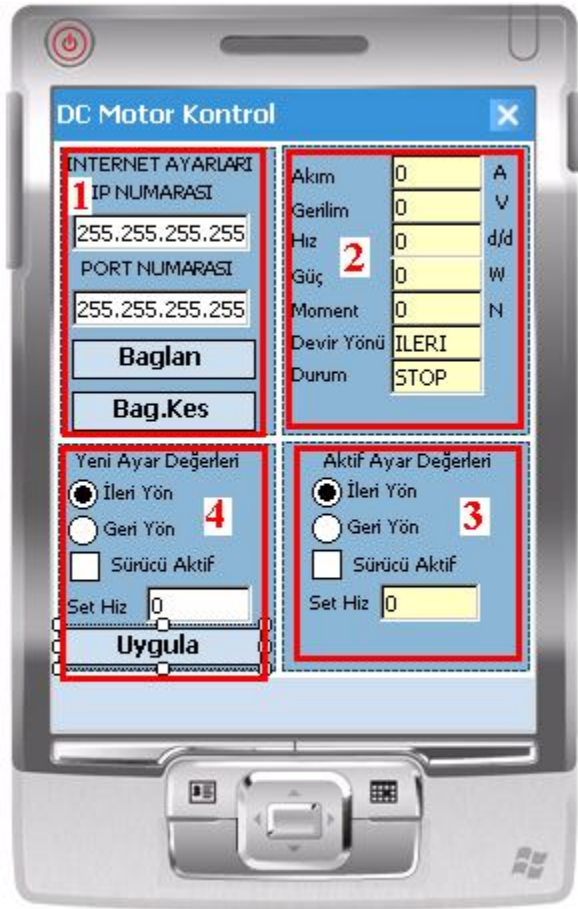
Şekil 5.10. İstemci (client) yazılım ara yüzü

1. Bağlantı Çubuğu: Bu alan yardımı ile bağlantısı yapılacak olan sunucu bilgisayarın IP numarası ile sunucu portunun girilmesi gerçekleştirilmektedir. Dikkat edilirse sunucu yazılımı ara yüzünde kullanılmakta olan “Bağlantıya İzin Ver” ve “Port Aç” komutları; kontrol kısıtlamalarından ve temel ayarların sunucu bilgisayar üzerinden yapılma gerekliliğinden dolayı bu ara yüzde bulunmamaktadır.
2. Yeni Ayar Değerleri: Aynı şekilde sunucu bilgisayar aracılığı ile ayarlanabilen PID parametreleri giriş penceresi bu ara yüz penceresinde bulunmamaktadır. Bu pencere aracılığı ile sadece hız değerinin girilebildiği ve motorun dönüş yönünün ayarlandığı açıkça görülmektedir.

5.2.3. Cep telefonu (PDA) istemci yazılımı

Bilindiği gibi GPRS teknolojisini kullanabilmek için mobil şebeke ve servis sağlayıcı altyapısına GPRS donanım ve yazılımların entegre edilmesi ve GPRS uyumlu mobil telefonlar gerekmektedir.

Cep telefonundaki uygulama programı; paket anahtarlama radyo hizmetleri protokolü kullanarak internet üzerinde bulunan Web sayfasına ya da IP numarası bilinen sunucu bir bilgisayara bağlanır. Uygulamamızda Visual Studio 2005 Platformu aracılığı ile Windows CE 5.0 yazılım uygulamaları için geliştirilmiş bir ara yüz kontrol uygulaması bulunmaktadır.



Şekil 5.11. Windows CE 5.0 yazılım uygulamaları için geliştirilmiş PDA uygulaması

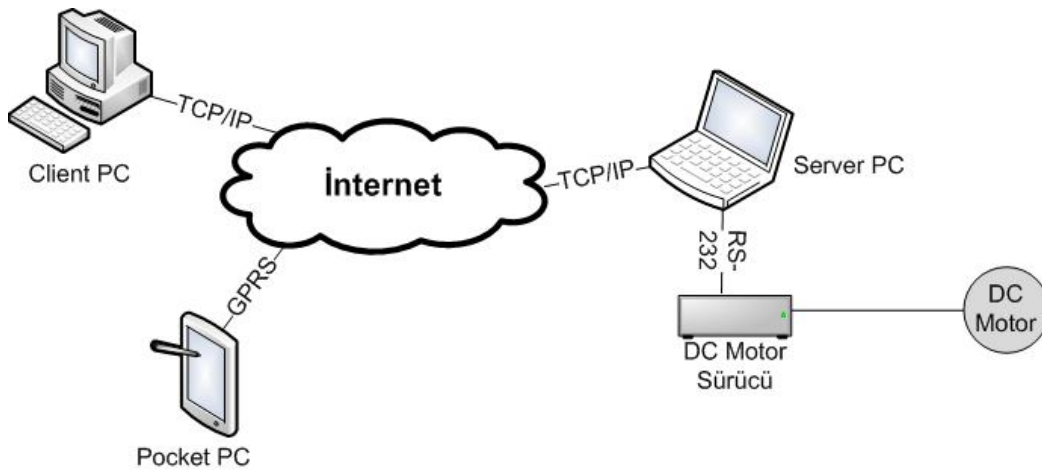
Yukarda resmi verilen uygulama yazılımı bilgisayar üzerinden yapılan istemci kontrol ara yüzüne benzer şekildedir. Ara yüz yazılımı 4 ana pencereden oluşmaktadır:

1. Bağlantı Penceresi: IP numarası bilinen sunucu bilgisayara GPRS aracılığı ile bağlantının yapılabilmesini sağlayan penceredir. IP numarası ve port numarasının yazılması ve “Bağlan” komut butonuna basılması ile motor parametrelerinin ekranda görüntülenmesi sağlanacaktır.

2. Parametre Penceresi: Sunucu ve istemci yazılım ara yüzlerinde olduğu gibi motorun akım, gerilim, güç, hız, moment, devir yönü, motor durumu gibi parametrelerinin görüntülediği kısımdır.
3. Aktif Ayar Değerleri: Sunucu ve istemci yazılım ara yüzlerinde olduğu gibi Sunucu ve istemci bilgisayarlar aracılığı ile ayarlanan motor çalışma değerlerinin görüntülediği kısımdır. Motora dönme komutunun hangi yönde verildiği ve hız değerinin ayarlandığı değer ile sürücü devrenin aktif olup olmadığını gösteren işaret bu kısımdan kontrol edilebilir.
4. Yeni Ayar Değeri: Denetimin yapıldığı kısımdır. Motorun dönme yönü ayarı, hız değerinin ayarlanması bu pencereden yapılmaktadır. Fakat yazılım bir istemci yazılımı olduğu için kontrol kısıtlamalarından dolayı pencerede PID kontrol ayarı yapılamamaktadır.

5.2.4. Yazılımlar arası haberleşme veri yapısı

Sistem de bulunan üç adet PC yazılımı kendi aralarında ve motor sürücüsü ile veri alış verişi yapmaktadırlar. Bu veri alışverişinde sunucu PC kendi ekranından girilen ya da diğer istemcilerden girilen verileri alır ve sürücü işlemcisine RS-232 protokolü ile yazar. Daha sonra sunucu PC, sürücü devreden motor durumuna ait verileri alarak kendi ekranında gösterir ve aynı zamanda da diğer istemci PC'lere yollar. Şekil 5.12 de sistemin genel veri haberleşme yapısı görülmektedir.



Şekil 5.12. Sistemin veri haberleşme yapısı

Sunucu PC ile sürücü devre arasındaki haberleşme de ASCII karakterler kullanılmıştır. Sunucu PC yolladığı her veri paketinin önüne bir byte adres verisi eklemektedir. Böylece, sürücü gelen verilerin nasıl değerlendirileceğini bu adres bilgisinden elde etmektedir. Sunucu PC sürücü devresine şekil 5.13'deki bilgileri aşağıdaki sıra ile 96.12 kbps. hızla yollamaktadır.

Adres Byte
Kontrol Byte (Start-Stop-Yön)
Adres Byte
Hız Bilgisi Byte 1
Hız Bilgisi Byte 2
Hız Bilgisi Byte 3
Hız Bilgisi Byte 4
Adres Byte
Kp Bilgisi Byte1 (PID)
Kp Bilgisi Byte 2 (PID)
Kp Bilgisi Byte 3 (PID)
Kp Bilgisi Byte 4 (PID)
Adres Byte
Ki Bilgisi Byte 1 (PID)
Ki Bilgisi Byte 2 (PID)
Ki Bilgisi Byte 3 (PID)
Ki Bilgisi Byte 4 (PID)
Adres Byte
Kd Bilgisi Byte 1 (PID)
Kd Bilgisi Byte 2 (PID)
Kd Bilgisi Byte 3 (PID)
Kd Bilgisi Byte 4 (PID)

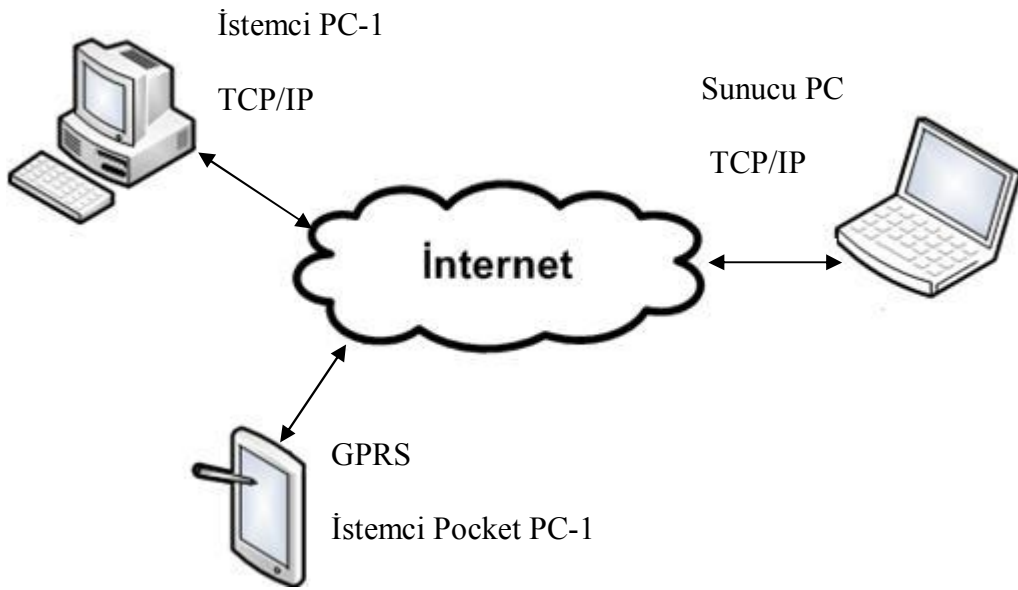
Şekil 5.13. Sunucu PC'den motor sürücüsüne yollanan veri paketi.

Benzer şekilde sürücü devre de sunucu PC'ye motor durumuna ilişkin verileri şekil 5.14'de verilen sıra ile yollamaktadır.

Adres Byte
Akım Bilgisi Byte 1
Akım Bilgisi Byte 2
Akım Bilgisi Byte 3
Akım Bilgisi Byte 4
Adres Byte
Gerilim Bilgisi Byte 1
Gerilim Bilgisi Byte 2
Gerilim Bilgisi Byte 3
Gerilim Bilgisi Byte 4
Adres Byte
Hız Bilgisi Byte 1
Hız Bilgisi Byte 2
Hız Bilgisi Byte 3
Hız Bilgisi Byte 4
Adres Byte
Motor Yön Bilgisi
Adres Byte
Motor Start-Stop
Adres Byte
Haberleşme Sonlandırma Byte 1
Haberleşme Sonlandırma Byte 2
Haberleşme Sonlandırma Byte 3
Haberleşme Sonlandırma Byte 4

Şekil 5.14. Motor sürücüsünden sunucu PC'ye yollanan veri paketi

Yukarıda bahsedilen haberleşme yapısı sunucu PC ile sürücü devre arasında yapılan RS-232 haberleşmesine ait yapıyı anlatmakta idi. Benzer şekilde sunucu PC ile istemci PC'ler arasında da TCP/IP haberleşmesi yapılmaktadır. Bu haberleşme yönteminde de sunucu PC'nin IP ve port numarası diğer istemci PC'ler tarafından bilinmek zorundadır. İstemci PC'ler sunucu PC'nin IP ve port numarasını kullanarak internet ya da intranet üzerinden sunucu PC'ye bağlanırlar. PC'ler arası haberleşme sisteminde verilerin izlemiş olduğu yollar şekil 5.15'de görülmektedir.



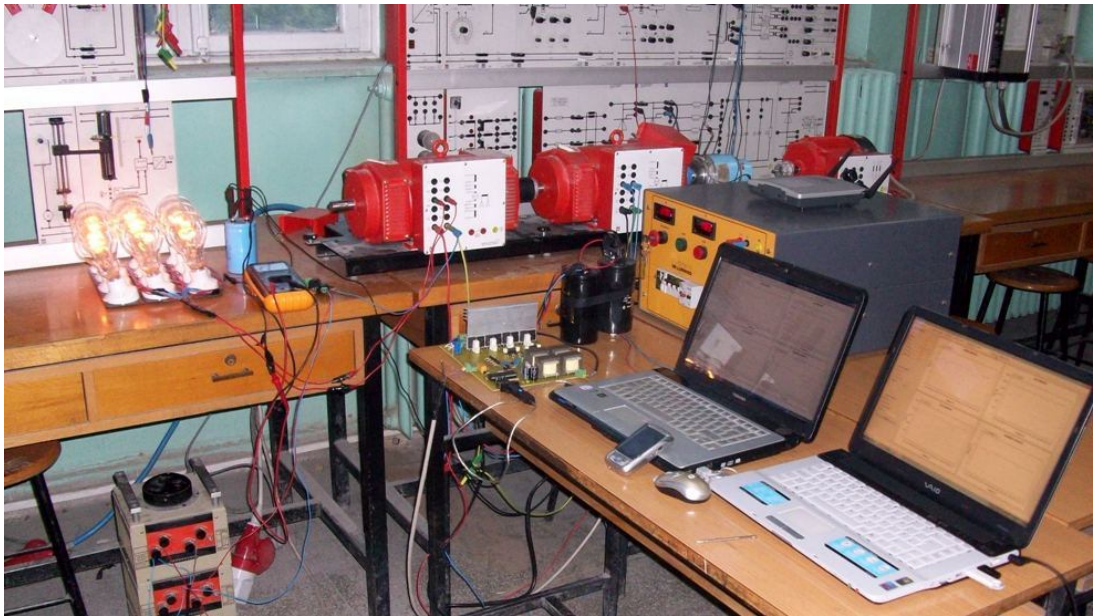
Şekil 5.15. PC'ler arası veri haberleşme yapısı

6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

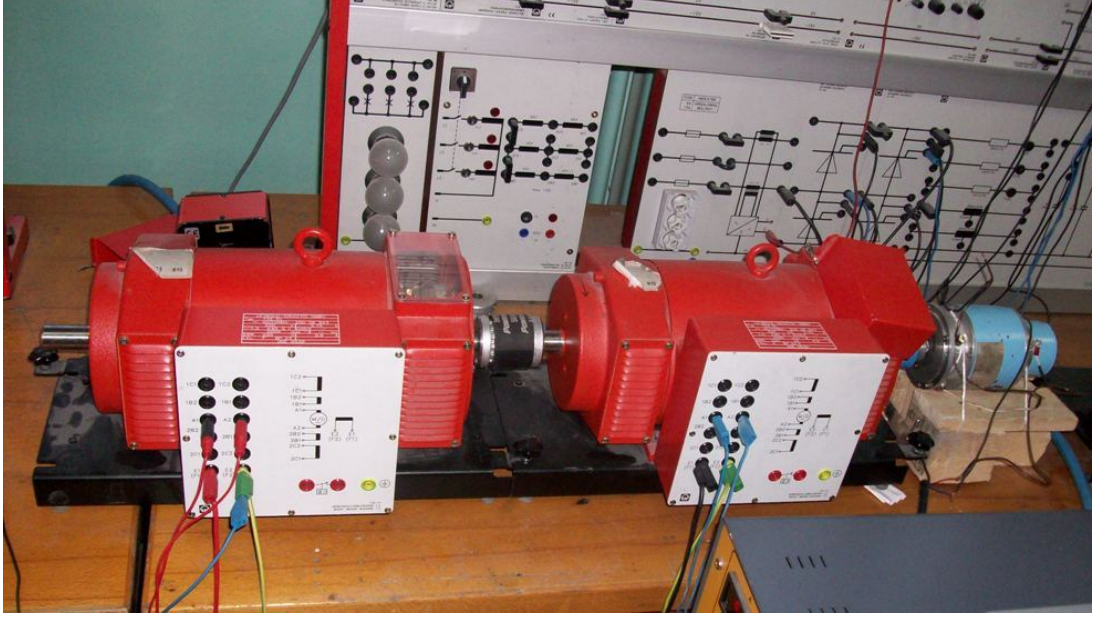
Çalışmada yapılan deneyler birkaç aşamadan meydana gelmektedir. Yapılan deneyler, elde edilen sonuçlar ve sonuçlar arasındaki farklılıklardan bahsetmeden önce deney düzeneğini gözden geçirmekte fayda vardır. Deneylerde; bir önceki bölümde bahsedilen sürücü devre ve yazılımı yönetmede kullanılan sunucu ve istemci bilgisayarlar hariç birkaç harici donanım da kullanılmıştır. Bu donanımlar;

- ❖ İki adet 200 V, 5,75 A değerlerine sahip 1 kW'lık LM marka şönt sargılı DC motoru (motorlardan biri generatör amaçlı kullanılmıştır),
- Bir adet Takogeneratör (1000 d/dk'a karşılık 2,5 V vermektedir),
- ❖ Bir adet 220 V, 10 A değerlerine sahip DE LORENZO DL1013 T2 marka harici güç kaynağı,
- ❖ Bir adet CISCO marka kablosuz modem,
- ❖ Seri bağlı lambalardan oluşturulmuş 1 kW'lık güce sahip yük,
- ❖ Akım ve gerilim ölçümleri için kullanılan iki adet ölçü aleti.

Aşağıda resimlerde deney düzeneği ve deney düzeneğinde kullanılan donanımlar görülmektedir.



Resim 6.1. Deney düzeneğinin (SCADA sisteminin) genel görünümü



Resim 6.2. Deneyde kullanılan 1 kW’lık LM marka D.A motorları ve takogeneratör



Resim 6.3. Deneylerde sunucu olarak kullanılan dizüstü bilgisayar, istemci dizüstü bilgisayar ile istemci PDA cep telefonu



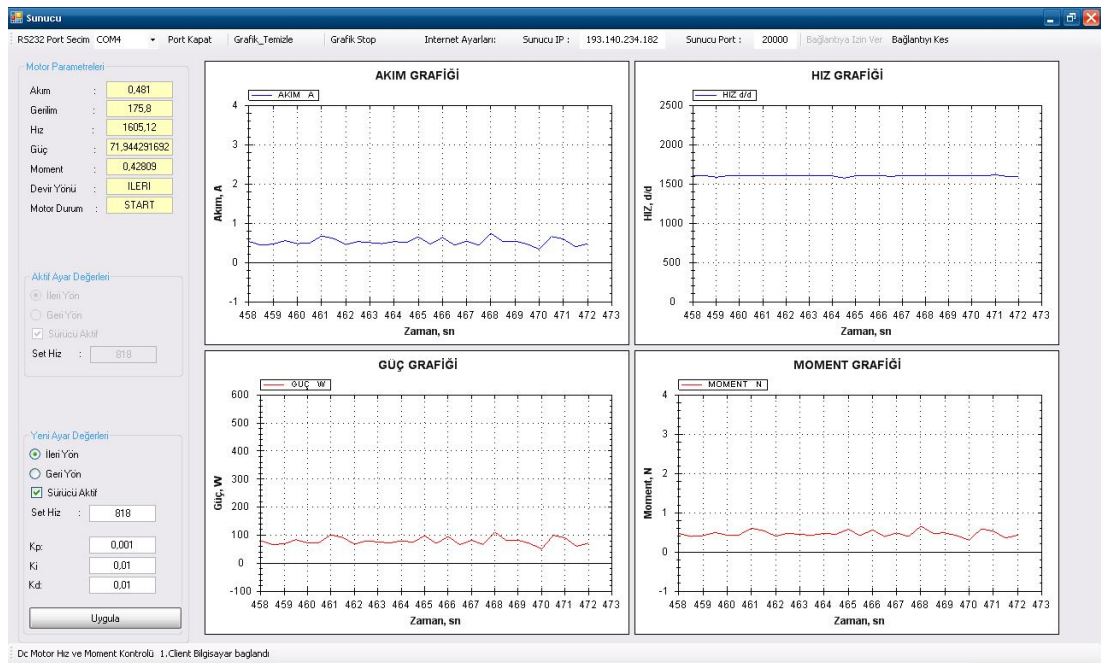
Resim 6.4. Deneylerde yük olarak kullanılan 1 kW'lık seri lamba düzeneği ve ölçü aletleri

Tasarlanan SCADA sistemin etkinliğini ve uygulanabilirliğini kanıtlamak amacıyla yapılan deneyler üç adımdan meydana gelmektedir:

- ❖ İlk deneyde; DGM oranı sabit tutulup (%80) motor anma yüküne ($I=5$ A) kadar yüklenmiş, motorun sunucu ve istemci tarafında elde edilen akım, güç, hız ve moment grafikleri elde edilmiştir.
- ❖ İkinci deneyde; motor yükü sabit tutulup (100 W yükte) DGM oranı %25-%100 aralığında değiştirilmiş ve motorun sunucu ve istemci tarafında elde edilen akım, güç, hız ve moment grafikleri elde edilmiştir.
- ❖ Son deneyde ise motorun PID kontrolü gerçekleştirilmiş ve istemci tarafında elde edilen akım, güç, hız ve moment değişimleri elde edilmiştir.

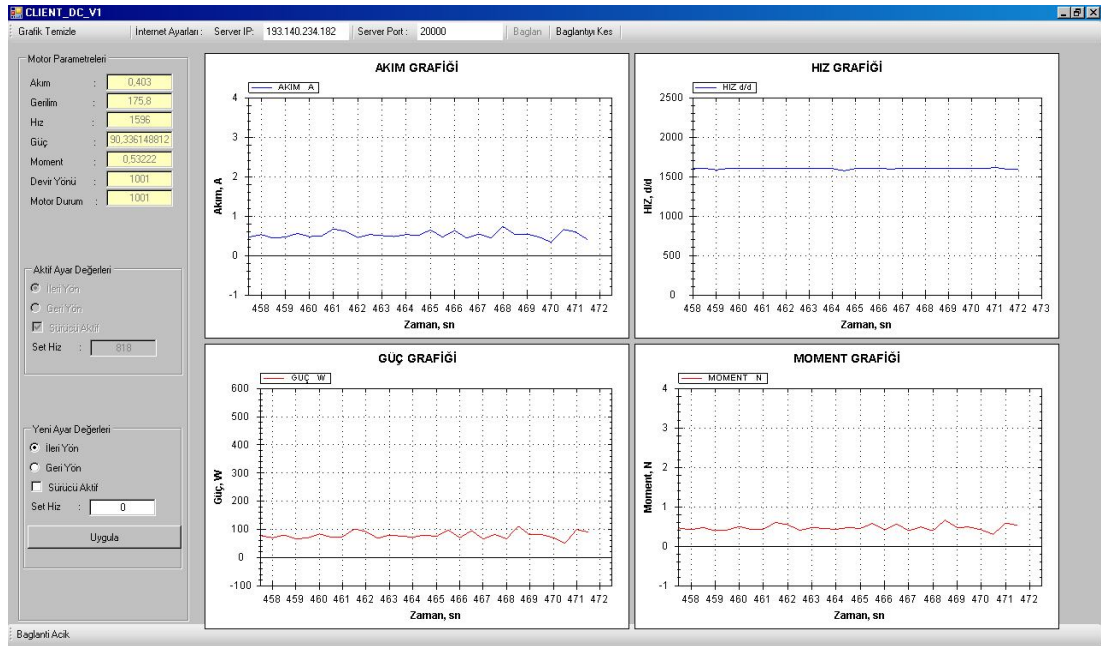
6.1. Sabit DGM Oranında (%80) Gerçekleştirilen Deneyler

Yazılan arayüzde; DGM oranının %100 yani “1” olması demek sayısal olarak “1024” değerine denk gelmektedir. DGM oranın %80 olarak seçilmesi; sunucu arayüzünde “Set Hız” alanına 818 sayısının yazılması anlamını taşımaktadır. Gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra motor uçlarına bağlanan 1 kW’lık seri lambalardan oluşan yük kademeli olarak artırılarak motorun çektiği akıma bağlı olarak elde edilen moment ve hız değerleri kaydedilmiştir.



Şekil 6.1. DGM %80 iken motorun yüksüz olduğu durumda sunucu tarafında elde edilen çalışma grafikleri

Yukarıdaki şekilde sunucu tarafında elde edilen grafik değerleri verilmiştir. İstemci tarafında aynı değerlerin gözlenebilmesi için Bölüm 5’te bahsedildiği gibi öncelikle sunucu bilgisayar kullanıcısının “Bağlantıya İzin Ver” tuşuna basması ve istemci bilgisayara sahip kullanıcının arayüzü çalıştırdıktan sonra sunucu bilgisayarda gözükken IP numarasını ayar çubuğuna girip bağlan tuşuna basması gerekmektedir. İstemci bilgisayar sistemle haberleşmeye başladığında ekrandaki grafikler kaymaya ve “Motor Parametreleri” alanındaki değerler değişmeye başlayacaktır.



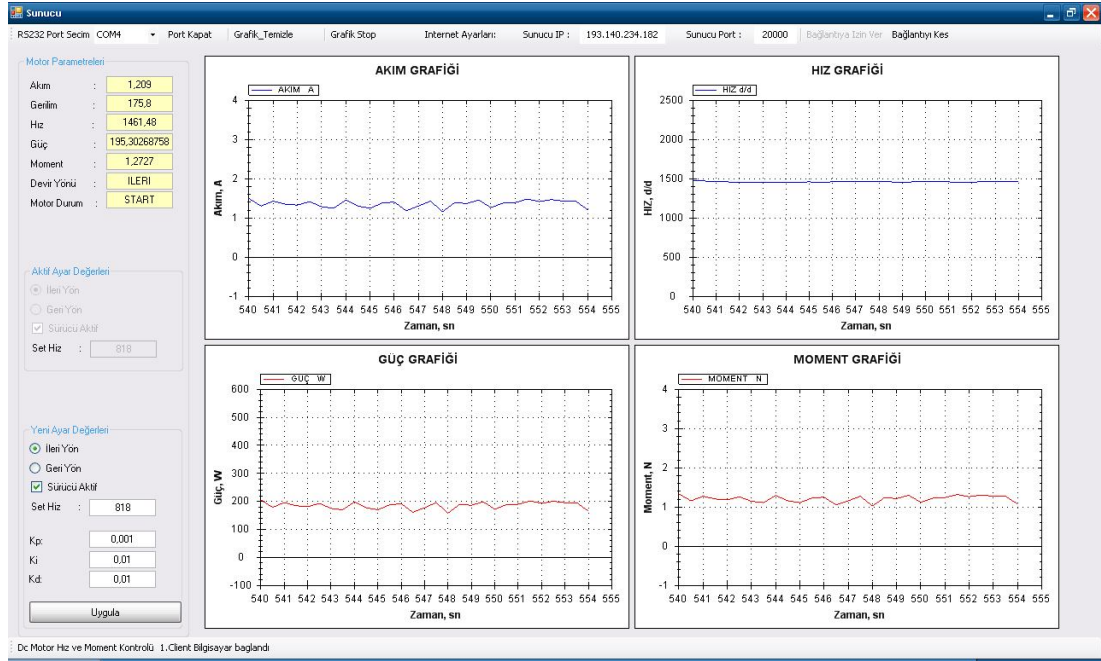
Şekil 6.2. DGM %80 iken motorun yüksüz olduğu durumda istemci tarafında elde edilen çalışma grafikleri

Grafikler dikkatlice incelendiğinde sunucu tarafında görüntülenenen değerler ile istemci istemci tarafında görüntülenenen değerlerde farklılık görülmektedir. Bu değerlerin farkı; çok az da olsa haberleşme kaybı ve ekran görüntüleri alınırken ortaya çıkan senkronizasyon farkıdır. Çizelge 6.1’de deney adımlarına bağlı olarak sabit DGM’de motorun yüklenme tablosu görülmektedir.

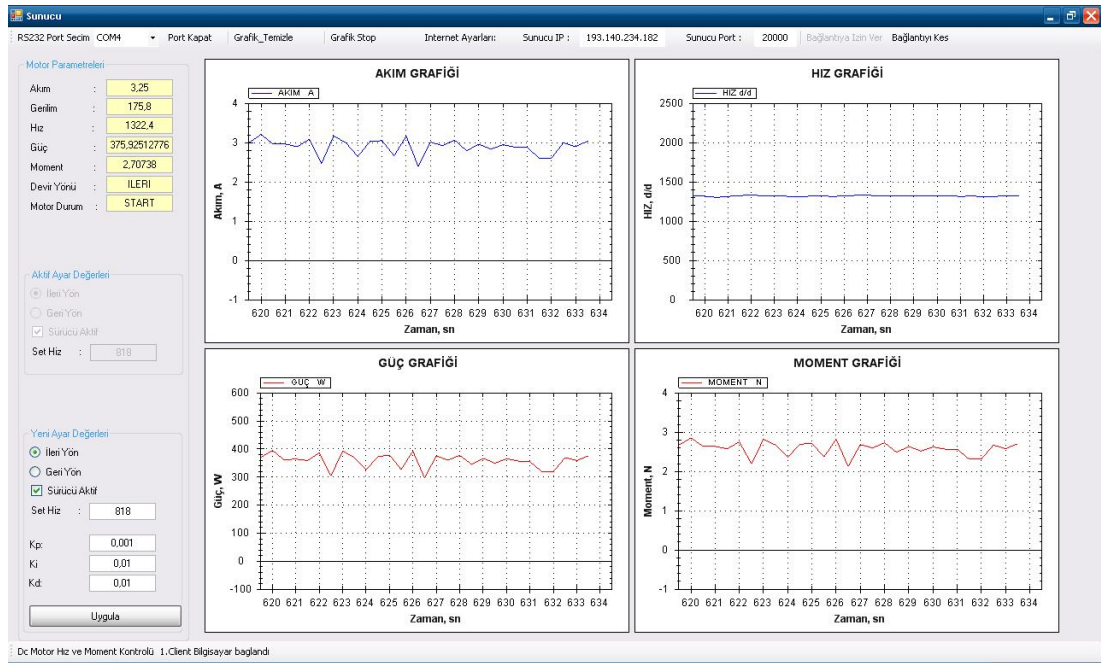
Çizelge 6.1. Sabit DGM’de motorun çalışma değerleri

Adım	DGM oranı	Akım (A)	Gerilim (V)	Hız (d/dk)	Moment (Nm)
1	%80 (818)	0,4	175,8	1596	0,53
2	%80 (818)	1,43	175,8	1461	1,27
3	%80 (818)	3	175,8	1322	2,58
4	%80 (818)	4,14	175,8	1254	3,73
5	%80 (818)	5,3	175,8	1235	4,59

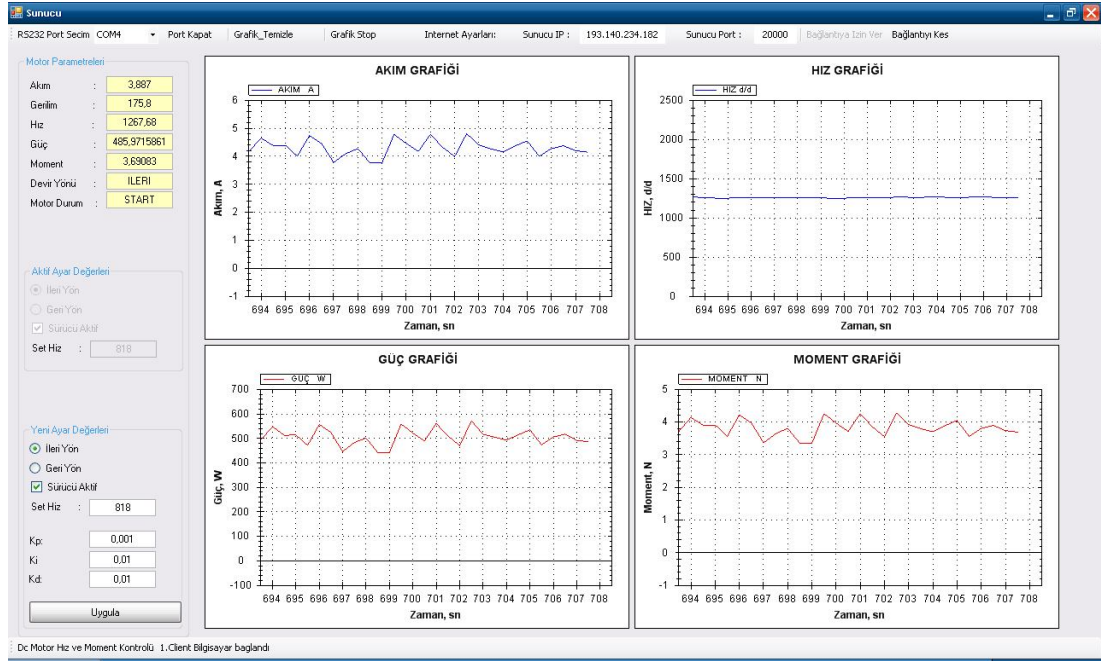
Sabit DGM’de; motorun yüklendikçe doğal olarak devreden çektiği akımın ve momentin artmakta olduğu buna karşın hızının düştüğü gözlemlenmektedir. Aşağıda farklı yük durumlarında sunucu tarafında elde edilen grafikler görülmektedir. İstemci tarafında elde edilen grafikleri EK-6’da bulmak mümkün olacaktır.



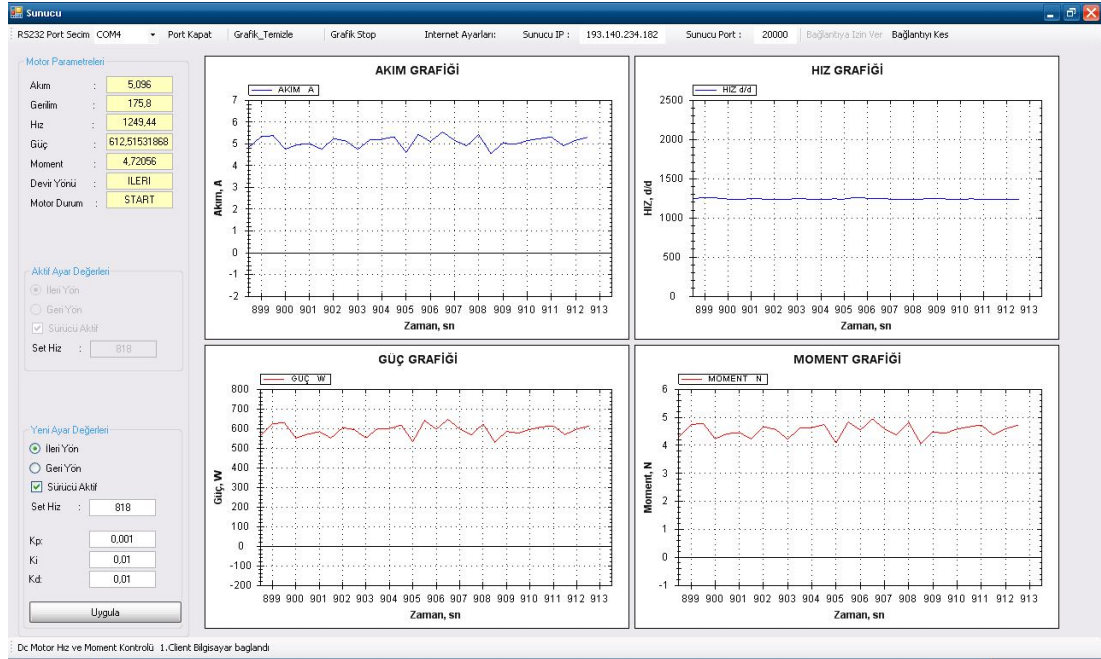
Şekil 6.3. DGM %80 iken motorun %25 yüklü olduğu durumda sunucu tarafında elde edilen çalışma grafikleri



Şekil 6.4. DGM %80 iken motorun %50 yüklü olduğu durumda sunucu tarafında elde edilen çalışma grafikleri



Şekil 6.5. DGM %80 iken motorun %75 yüklü olduğu durumda sunucu tarafında elde edilen çalışma grafikleri

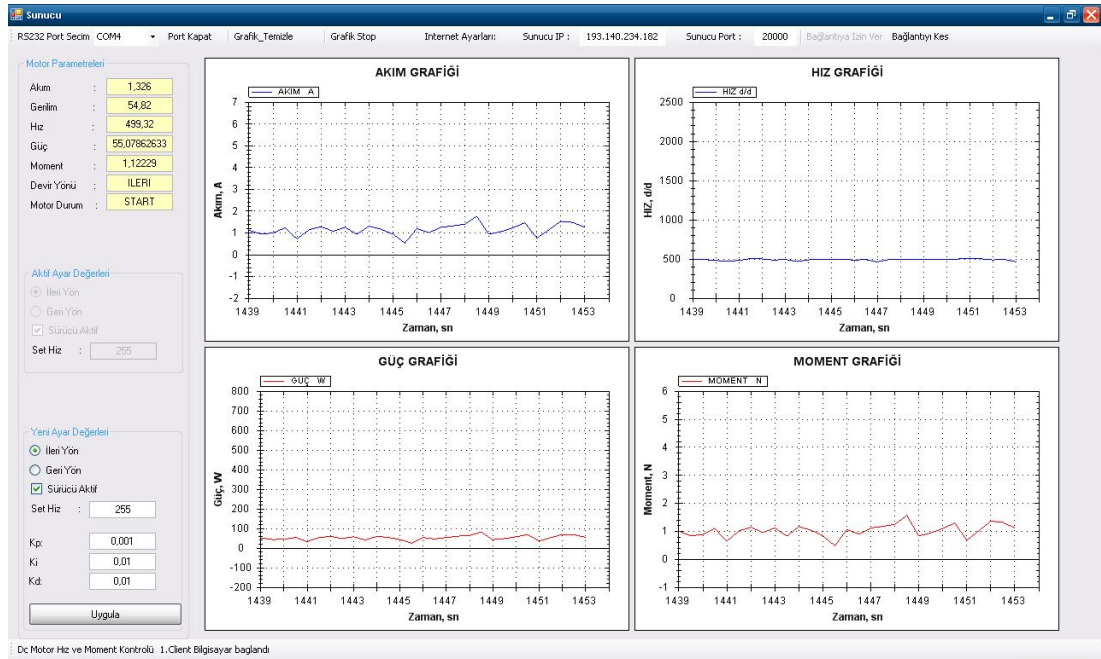


Şekil 6.6 DGM %80 iken motorun anma yükünde sunucu tarafında elde edilen çalışma grafikleri

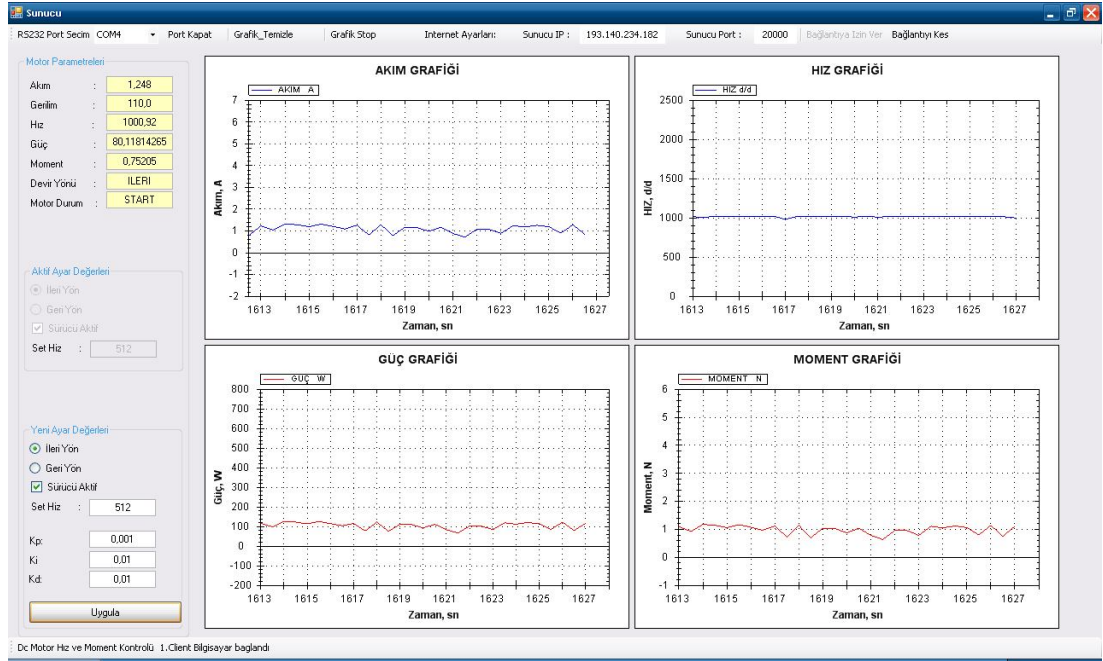
6.2. Sabit Yükte (100W) Değişken DGM Görev Saykılında Gerçekleştirilen Deneyler

Bu deneyde; motor uçlarına bağlanan 1 kW'lık seri lambalardan oluşan yükün değeri 100 W'ta sabit tutulmuş, DGM görev saykılı %25 ile %100 aralığında değiştirilerek motorun çektiği akım, moment ve hız değerleri elde edilmiştir.

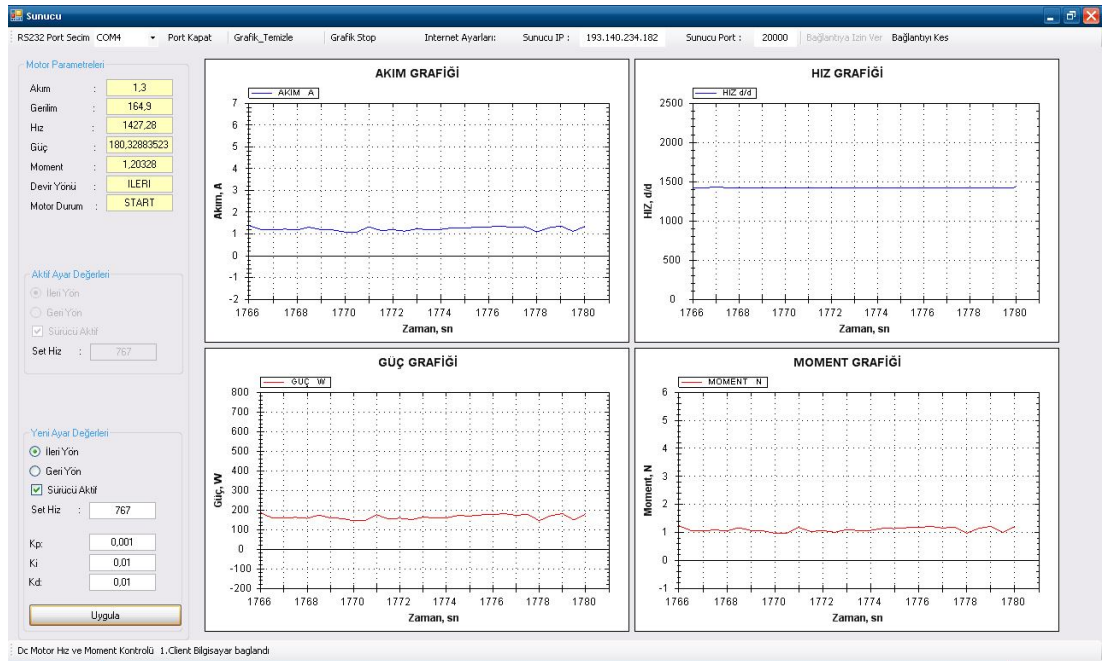
Bu deney; gerçekleştirilen uygulamanın yani arayüz ve sürücü devre haberleşmesinin etkinliğinin ölçülebileceği en önemli deneydir. Çünkü arayüz yardımı ile değiştirilen DGM frekansı ve buna bağlı olarak sürücü devrenin tepkisi ve motordan elde edilen akım, hız ve moment gibi değişkenlerin hepsinin bir arada görüntülenmesi bu deney sayesinde izlenebilmektedir. Bu deneyde sunucu tarafında elde edilen çalışma grafikleri aşağıda gösterilmektedir. PDA cep bilgisayarında elde edilen ekran görüntüleri EK-7'de bulunabilir.



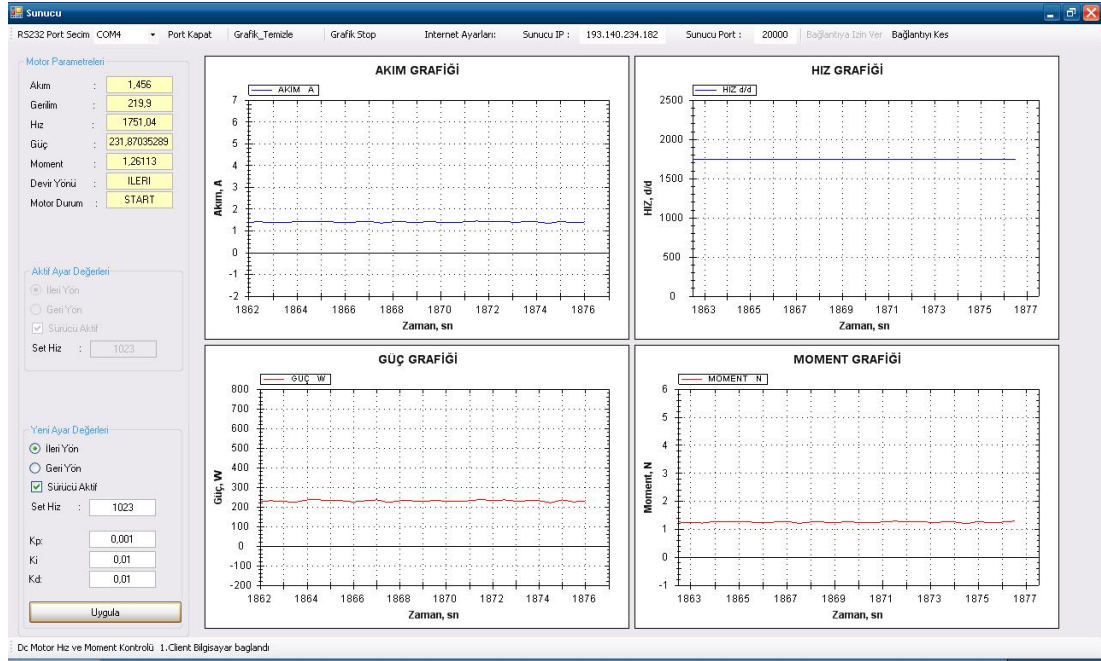
Şekil 6.7. Sabit yükte (100W), %25 DGM'de elde edilen grafikler



Şekil 6.8. Sabit yükte (100W), %50 DGM’de elde edilen grafikler



Şekil 6.9. Sabit yükte (100W), %75 DGM’de elde edilen grafikler



Şekil 6.10. Sabit yükte (100W), %100 DGM’de elde edilen grafikler

Aşağıdaki çizelgede deney adımlarına bağlı olarak sabit yükte (100W) farklı DGM görev sayıklı durumlarında motorun çalışma değerleri görülmektedir.

Çizelge 6.2. Sabit yükte farklı DGM oranları için motorun çalışma değerleri

Adım	DGM oranı	Akım (A)	Gerilim (V)	Hız (d/dk)	Moment (Nm)
1	%25 (256)	1,32	55	500	1,12
2	%50 (512)	1,24	110	1000	0,75
3	%75 (767)	1,3	165	1427	1,20
4	%100 (1024)	1,45	219	1751	1,26

Çizelge incelendiğinde aynı yük durumlarında DGM değerinin değiştikçe motor geriliminin ve hızının oldukça değiştiği, akım ve moment değerinin yük değişmediği için hemen de sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bu deney; arayüz ve dolayısı ile sürücü tarafından değiştirilen DGM görev sayıklının motor giriş gerilimini değiştirerek motor hızını etkili bir şekilde nasıl değiştirildiğini göstermektedir.

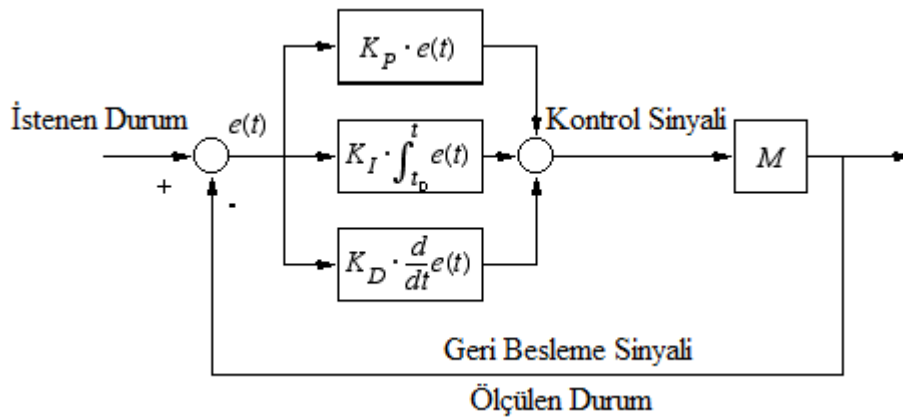
6.3. PID (Oransal-İntegral-Türev) Kontrol ile Yapılan Deneyler

PID kontrol ile yapılan deneyler ve sonuçlarından bahsetmeden önce PID kontrol ve bu uygulamada tercih edilen PID değerlerinin nasıl hesaplandığı ile ilgili bilgi vermekte yarar vardır.

6.3.1. PID (oransal-integral-türev) kontrol

DC motor hız kontrolü uyartım gerilimi ya da endüvi gerilimi değiştirilerek yapılır. Gerilim değiştirme işlemi ayarlı bir güç kaynağı ya da uygulamamızda bahsettiğimiz ve gösterdiğimiz gibi PWM tekniğiyle yapılabilir. Yukarıdaki iki yöntemde de motorun hızı istenen seviyeye getirilebilir fakat motor yüklendikçe ya da üzerindeki yük kalkınca motorun hızı ayarlanan değerden uzaklaşacaktır. Buna ek olarak bir DC makinenin hızı 0–2000 devir aralığında değiştirmek istenildiğinde işlemin ne kadar zamanda olacağı bilinmemektedir. İşte bu ve benzeri durumları istenilen seviyede tutmak için geliştirilmiş yöntemlerden birisi PID denetimidir. PID kontrol; günümüzde çok kullanılan bir kontrol yöntemidir [26].

PID denetimi kapalı-döngü denetim sisteminin girişine bir basamak fonksiyonu uygulanması halinde sistem cevabının yeni kalıcı durum değerine en kısa zamanda ve kararlı bir şekilde erişmesini sağlayan denetim organıdır [27]. PID tipi denetim sisteminin blok diyagramı aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.



Şekil 6.11. PID kontrol blok diyagramı

PID sisteminin transfer fonksiyonunu da aşağıdaki gibi ifade etmek mümkündür.

$$G(s) = \frac{E_d(s)}{E_i(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i(s)} + T_d(s) \right) \quad (6.1)$$

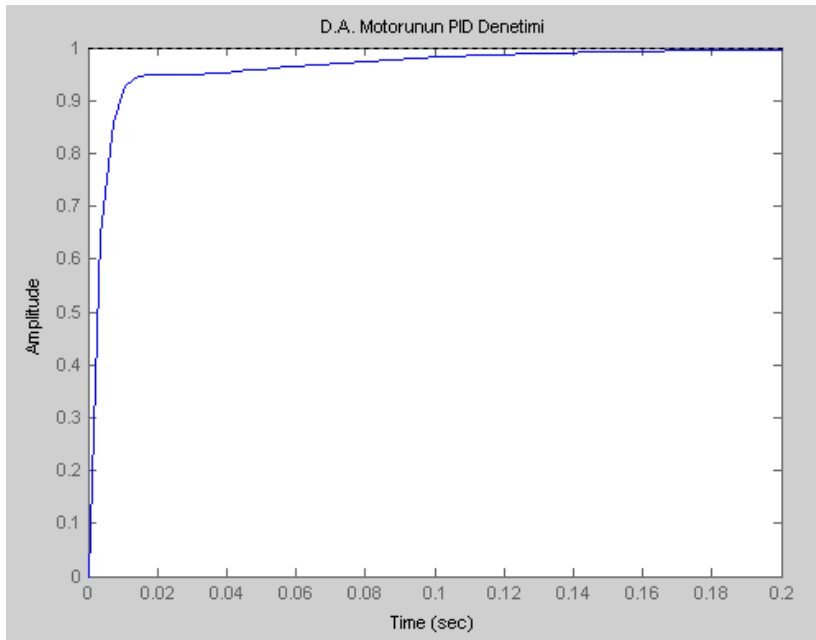
$$T_i(s) = K_p / K_i \quad (6.2)$$

$$T_d(s) = K_d / K_p \quad (6.3)$$

Burada P (Oransal) tipi denetim; denetlenen sistemin çıkışında herhangi bir nedenden dolayı oluşan hatayı gidermek için girişe uygulanan sinyale oransal olarak etki eder ve çıkışın istenen seviyeye gelmesini sağlar. Oransal etkide kalıcı durum hataları gözlenir, çıkış salınımlıdır. I (İntegral) denetim; oransal etkide ortaya çıkan kalıcı durum hatalarını bastırır. Sistem girişine birim basamak tepkisi uygulandığında ilk olarak oransal etki devreye girer. Hatayı tam olarak yok etmek içinde integral etki devreye girerek çıkışı istenen seviyeye getirir. Yani kalıcı durumu düzeltir. D (Türev) etki; sistemde oluşan hatanın değişimine tepki gösterir. Hatanın kalıcı durumunda bir etkisi yoktur. Türev etkinin işlevi sistemde hata oluşmaya başlaması anında devreye girerek çok hızlı bir şekilde hatayı bastırmaya çalışmaktır. Bu nedenle türev etkinin en büyük üstünlüğü sistemde oluşacak olan hatayı önceden sezip hatanın büyümeden bastırılmasını sağlamaktır.

6.3.2. PID parametrelerinin hesaplanması

Sistem denetiminin istenilen şekilde yapılabilmesi için yukarda bahsi geçen P-I-D parametrelerinin hesaplanması gerekmektedir. Çalışmamızda tercih ettiğimiz P-I-D parametrelerinin hesaplanması için MATLAB programı kullanılmıştır. Parametreler doğru seçildiğinde sistemin tepkisinin Şekil 6.12'deki gibi olması beklenir.



Şekil 6.12. İstenilen zaman tepkisi

Böyle bir tepkiyi elde etmek için öncelikle motor parametrelerine ihtiyaç vardır:

Çizelge 6.3. Motor parametreleri ve kaynak kodu

R_a (Ω)	L_a (H)	B (Nms)	J (kgm^2)	K (Vs/rad)
2,8	0,029	0,1	0,01	0,86

```
J=0.01;
b=0.1;
K=0.86;
R=2.8;
L=0.029;
num=K;
den=[ (J*L)  ((J*R)+(L*b))  ((b*R)+K^2) ];

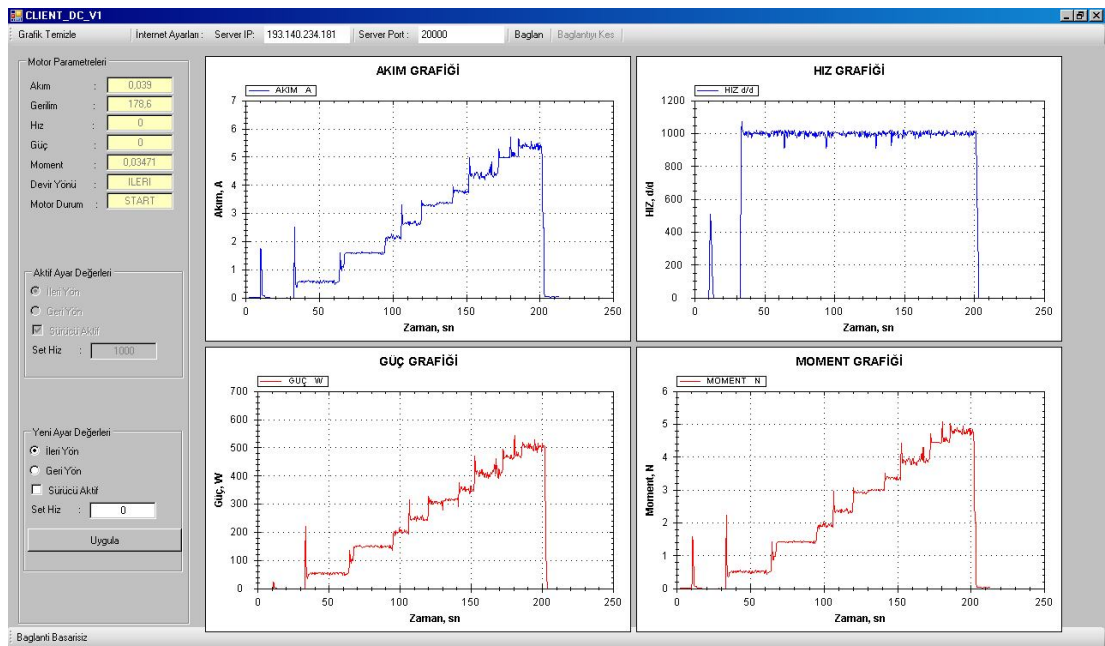
Kp=10;
Ki=150;
Kd=0.1;
numc=[Kd, Kp, Ki];
denc=[1 0];
numa=conv(num,numc);
dena=conv(den,denc);
[numac,denac]=cloop(numa,dena);
step(numac,denac)
title('D.A. Motorunun PID Denetimi')
```

Elde edilen motor parametreleri yukarda verilen kodlarla birlikte MATLAB’da hazırlanan bir m-dosyası içersine yazılıp çalıştırıldığında Şekil 6.12’de verilen eğri edilmiş ve denenerek bulunan parametrelerin doğruluğu onaylanmıştır.

6.3.3. PIC18F452 aracılığı ile PID kontrolünün gerçekleştirilmesi

PIC18F452 mikroişlemcisi; PC ile seri haberleşerek PC’den DC motorun devir yönünü ve hızını okur. Takogeneratörden de DC motorun gerçek hızını okuyarak bu verilere göre yine mikroişlemci içersine gömülmüş olan PID algoritmasını çalıştırır ve sonucu PWM kanalından DC motora gerilim olarak uygular ve aynı zamanda da takogeneratörden okumuş olduğu gerçek hız bilgisini PC’ye yollayarak PC de sonucun grafik olarak gösterilmesini sağlar. Aslında burada yapılan tamamen motor hızını istenilen seviyede tutmak için yazılmış olan PID algoritmasının motor giriş gerilimini yükseltmesidir.

Gerçekleştirilen uygulamada istemci dizüstü bilgisayar tarafında elde edilen grafikler aşağıda verilmiştir.



Şekil 6.13. Motorun istemci tarafında elde edilen PID’li çalışma grafikleri

Şekilden de anlaşılacağı gibi PID algoritması uygulanan motorun belirli aralıklarla yüklendiğinde (akımın artışından kolaylıkla anlaşılabilir), hızın 1000 d/dk'da sabit kalmaya çalıştığı görülmüştür. Bu durum da tasarlanan arayüz ve sürücü devre etkileşiminin gayet iyi ve seçilen P-I-D parametrelerinin makul parametreler olduğunu göstermektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, teknolojinin günümüz uygulamalarına getirdiği yenilikler dikkate alınarak etkileşimli küçük bir SCADA uygulaması geliştirilmiş ve uzaktan kontrolün günlük hayatımıza getirdiği kolaylıklar deneylerle ispatlanmaya çalışılmıştır. Elde edilen grafiksel sonuçlar sistemin güvenilirliğini ve etkinliğini açıkça ortaya koymaktadır.

Sanayi ve günlük yaşamımızın bir parçası haline gelmiş DC motorun kontrolü sunucu bir diz üstü bilgisayar, istemci bir diz üstü bilgisayar ve paket anahtarlama radyo hizmetleri sistemi kullanan PDA cep bilgisayarı ve internet tabanlı C# dilinde yazılmış olan SCADA sistemi ile sağlanmıştır. Motorun hız ve moment kontrolü herhangi bir ek donanıma gerek kalmadan gerçek zamanlı olarak gerçekleştirmiştir. Paket anahtarlama radyo hizmetleri maliyetinin giderek azalması ve bununla birlikte kablosuz sistemlerde ortaya çıkan hızlı ve güvenli kontrol seçenekleri bu sistemlerin tercih edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Oluşturulan sistemi benzer nitelikteki denetim sistemlerden ayıran en büyük özellik; sistemin istenen bir yerden izlenmesi sorununa ekonomik, kablosuz ve yüksek güvenilirlikli bir çözüm getirmesidir. Yapılan çalışma ileriye dönük internet tabanlı gelişmiş kontrol uygulamalarında ve SCADA sistemlerindeki her türlü çalışmalarda uygulamalı bir referans olarak kullanılabilecek olmasının yanında sistemin tanıtımı ve karşılaştırılması için kaynak olabilecek şekilde düzenlenmiştir.

Gelecekte bu konu ile ilgili yapılacak çalışmalar için sistemin birden fazla donanımı kapsayacak ve kontrol edebilecek şekilde tasarlanması düşünülebilir. Aktarılan bu fikir tüm bir fabrika otomasyonuna kadar dayandırılabilir. Ayrıca sistem; mühendislik ve teknik eğitim ve öğretim kurumlarında okutulan laboratuvar derslerinde hem DC motorlarının kontrolü hem de uzaktan iletişim algoritmalarına destek verebilecek yapıdadır.

KAYNAKLAR

1. Çalış, H., Çakır, A., "İnternet üzerinden ev otomasyonu", **Otomasyon**, 142: 43-46 (2004).
2. Nayeem Hasan, S.M., "Hybrid Electric Vehicle Powertrain: Online Parameter Estimation of an Induction Motor Drive and Torque Control of a PM BLDC Starter-Generator", Doctorate Thesis, **The Graduate Faculty of University of Akron**, USA, 55-74 (2008).
3. Bal, G., "Doğru Akım Makinaları ve Sürücüler", **Seçkin Yayıncılık**, Ankara, 20-100 (2001).
4. Chapman, S.J., "Electric Machinery Fundamentals", **McGraw-Hill International Editions**, New York, 562-568 (1999).
5. Akmeşe, D., "Güneş Panelinden Beslenen bir DA Motorunun Çalıştırılması", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 42-47 (2006).
6. Aydoğmuş, Ö., "PIC Mikrodenetleyici ile DC Motorun Hız Kontrolü", Yüksek Lisans Tezi, **Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Elazığ, 2-4 (2006).
7. Bin, Q., Hoay, Beng, G., Yilu L., Eng Kiat, C., "Internet-Based SCADA Display System", **IEEE Computer Applications in Power**, ISSN 0895-0156 : 14-19 (2002).
8. Ozdemir, E., Karacor, M., "Mobile phone based SCADA for industrial automation", **ISA Transactions**, 45(1): 67-75 (2006).
9. Ong, Y.S., Gooi, H.B., Lee, S.F., "Java-based applications for accessing power system data via Intranet, extranet and Internet", **Int. J. Electr. Power Energy Syst.**, 23: 273–284 (2001).
10. Nagai, N., Kaga, T., "An open distributed computer system architecture for power network control", **Proceedings of the International Conference Power Systems and Engineering**, 61–64 (1994).
11. Warcuse, J., Menz, B., Payne, J.R., "Servers in SCADA applications", **IEEE Trans. Ind. Appl.**, 9 (2): 1295–1334 (1997).
12. Wallance, D., "How to put SCADA on the Internet", **Control Engineering**, 50 (9), 16–21 (2003).

13. Şahin, H., “Elektronik Sayaçlarda Kullanılmak Üzere uzaktan GPRS Modül ile Elektronik Elektrik Sayacı Okuma Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 9-13 (2007).
14. Derici, S., “GPRS ile Sistem Denetimi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 16-19 (2007).
15. Demir, M., “Elektrik Sayaçlarının GPRS ile Uzaktan Okunması”, Yüksek Lisans Tezi, **Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Afyon, 56-61 (2006).
16. İnternet: İTÜ, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Kablosuz İletişim Teknikleri, GPRS, <http://www.bidb.itu.edu.tr/?d=374>. (2010).
17. Acarkan, B., Kılıç, O., Küçüksarı, S., Zorlu, S., “Elektrik Tesislerinde SCADA Sistemleri İçin TCP/IP Tabanlı Uç Birim Sistemleri”, **TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Denizli Şubesi, III. Otomasyon Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, Denizli, 119 (2005).
18. Chih-Hung, W., Shun-Chien, C., Yu-Wei, H., “Design of a wireless ARM-based automatic meter reading and control system”, **Power Engineering Society General Meeting**, 1: 957 – 962 (2004).
19. Hazry, D., Sugisaka, M., Yuji, T., “Human-Robot Interface over the Web Based Intelligent System”, **American Journal of Applied Sciences**, 3 (1):, 1634-1639 (2006).
20. Erdemir, G., Kuzucuoğlu, A.E., “Web Tabanlı Robotik Eğitimi”, **1st International Vocational and Technical Education Technologies Congress**, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 749-757 (2005).
21. Melek, A., “İnternet Üzerinden Robot Kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, 10-40 (2001).
22. Knudsen, J., “Building MIDlets”, **Wireless Java Developing with J2ME**, Second Edition, Apress, New York, 48-62 (2003).
23. Axelson, J., “Serial Port Complete: Programming & Circuits for RS-232 & RS-485 Links & Networks”, **Lakeview Research**, , Madison, USA, 9-11(2001).
24. Uygun, D., “Hibrit Adım Motorunun Sayısal Kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, 10-50 (2006).
25. Demirli, N., İnan, Y., “Visual C++. Net 2005”, **Palme Yayınları**, Türkiye, 50-500 (2007).

26. Baek, S. M., Kuc, T. Y., “An adaptive PID learning control of DC motor”, *IEEE International*, 3: 2877-2882 (1997).
27. Huang, J. M., “University Automatic Control”, *University City Books Enterprise Inc*, Kaohsiung Taiwan, 10-50 (2004).

EKLER

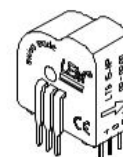
EK-2 LEM akım sensörü



Current Transducer LTS 15-NP

 $I_{PN} = 5 - 7.5 - 15 \text{ A}$

For the electronic measurement of currents : DC, AC, pulsed, mixed, with a galvanic isolation between the primary circuit (high power) and the secondary circuit (electronic circuit).



Electrical data

I_{PN}	Primary nominal r.m.s. current	15	At
I_P	Primary current, measuring range	$0 \dots \pm 45$	At
V_{OUT}	Analog output voltage @ I_P	$2.5 \pm (0.625 \cdot I_P / I_{PN})$	V
	$I_P = 0$	$2.5^{(1)}$	V
N_S	Number of secondary turns ($\pm 0.1\%$)	2000	
R_L	Load resistance	≥ 2	k Ω
R_M	Internal measuring resistance ($\pm 0.5\%$)	83.33	Ω
TCR_M	Thermal drift of R_M	< 50	ppm/K
V_C	Supply voltage ($\pm 5\%$)	5	V
I_C	Current consumption @ $V_C = 5 \text{ V}$	$23 + I_P^2 / (V_{OUT} / R_L)$	mA
V_C	R.m.s. voltage for AC isolation test, 50/60 Hz, 1 mn	3	kV
V_o	R.m.s. voltage for partial discharge extinction @ 10 pC	> 1.5	kV
V_w	Impulse withstand voltage 1.2/50 μ s	> 8	kV

Features

- Closed loop (compensated) multi-range current transducer using the Hall effect
- Unipolar voltage supply
- Compact design for PCB mounting
- Insulated plastic case recognized according to UL 94-V0
- Incorporated measuring resistance
- Extended measuring range.

Advantages

- Excellent accuracy
- Very good linearity
- Very low temperature drift
- Optimized response time
- Wide frequency bandwidth
- No insertion losses
- High immunity to external interference
- Current overload capability.

Applications

- AC variable speed drives and servo motor drives
- Static converters for DC motor drives
- Battery supplied applications
- Uninterruptible Power Supplies (UPS)
- Switched Mode Power Supplies (SMPS)
- Power supplies for welding applications.

Accuracy - Dynamic performance data

X	Accuracy @ I_{PN} , $T_A = 25^\circ\text{C}$	± 0.2	%
	Accuracy with R_M @ I_{PN} , $T_A = 25^\circ\text{C}$	± 0.7	%
ε_L	Linearity	< 0.1	%
TCV_{OUT}	Thermal drift of V_{OUT} @ $I_P = 0$	$-10^\circ\text{C} \dots +85^\circ\text{C}$	Typ 100, Max 150 ppm/K
TCE_g	Thermal drift of the gain	$-10^\circ\text{C} \dots +85^\circ\text{C}$	Typ 50, Max 100 ppm/K
V_{OH}	Residual voltage @ $I_P = 0$, after an overload of	$3 \times I_{PN}$	± 0.5 mV
		$5 \times I_{PN}$	± 2.0 mV
		$10 \times I_{PN}$	± 2.0 mV
t_z	Reaction time @ 10 % of I_{PN}	< 50	ns
t_r	Response time @ 90 % of I_{PN}	< 400	ns
di/dt	di/dt accurately followed	> 35	A/ μ s
f	Frequency bandwidth (0 .. -0.5 dB)	DC .. 100	kHz
	(-0.5 .. 1 dB)	DC .. 200	kHz

General data

T_A	Ambient operating temperature	$-10 \dots +85$	$^\circ\text{C}$
T_S	Ambient storage temperature	$-25 \dots +100$	$^\circ\text{C}$
	Insulating material group	III a	
m	Mass	10	g
	Standards	EN 50178	
		EN 60950	

Notes : ¹ Absolute value @ $T_A = 25^\circ\text{C}$, $2.475 < V_{OUT} < 2.525$

² Please see the operation principle on the other side

³ Only due to TCR_M

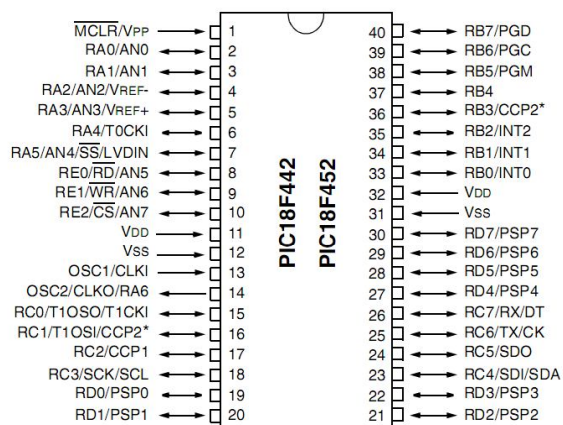
Copyright protected.

001208/4

PIC18FXX2

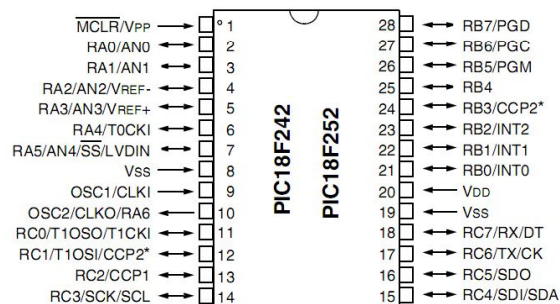
Pin Diagrams (Cont.'d)

DIP



Note: Pin compatible with 40-pin PIC16C7X devices.

DIP, SOIC



* RB3 is the alternate pin for the CCP2 pin multiplexing.

EK-3 (Devam) PIC18F452 mikroişlemci kataloğu

PIC18FXX2

1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information for the following devices:

- PIC18F242 • PIC18F442
- PIC18F252 • PIC18F452

These devices come in 28-pin and 40/44-pin packages. The 28-pin devices do not have a Parallel Slave Port (PSP) implemented and the number of Analog-to-Digital (A/D) converter input channels is reduced to 5. An overview of features is shown in Table 1-1.

The following two figures are device block diagrams sorted by pin count: 28-pin for Figure 1-1 and 40/44-pin for Figure 1-2. The 28-pin and 40/44-pin pinouts are listed in Table 1-2 and Table 1-3, respectively.

TABLE 1-1: DEVICE FEATURES

Features	PIC18F242	PIC18F252	PIC18F442	PIC18F452
Operating Frequency	DC - 40 MHz	DC - 40 MHz	DC - 40 MHz	DC - 40 MHz
Program Memory (Bytes)	16K	32K	16K	32K
Program Memory (Instructions)	8192	16384	8192	16384
Data Memory (Bytes)	768	1536	768	1536
Data EEPROM Memory (Bytes)	256	256	256	256
Interrupt Sources	17	17	18	18
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C, D, E
Timers	4	4	4	4
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, Addressable USART	MSSP, Addressable USART	MSSP, Addressable USART	MSSP, Addressable USART
Parallel Communications	—	—	PSP	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	5 input channels	8 input channels	8 input channels
RESETS (and Delays)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST)
Programmable Low Voltage Detect	Yes	Yes	Yes	Yes
Programmable Brown-out Reset	Yes	Yes	Yes	Yes
Instruction Set	75 Instructions	75 Instructions	75 Instructions	75 Instructions
Packages	28-pin DIP 28-pin SOIC	28-pin DIP 28-pin SOIC	40-pin DIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP	40-pin DIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP

EK-4 Motor sürücü PIC kaynak kodu

```

#include<pic18.h>
#include<stdio.h>
#include<delay.c>
#include<stdlib.h>
#include<serial.c>
__CONFIG(1, HS);
__CONFIG(2, PWRTDIS & WDTRDIS & BORDIS );
__CONFIG(4, LVPDIS);
unsigned int
    Seri_Data_Recive, Seri_Data, Seri_Data_Mask=48, Data_No;
unsigned int
    Kontrol, MotorYonu=1, MotorHizi, MotorHizi_Sayac, MotorHizi_Set=1,
Reset;
unsigned int
    Send_Akim, Send_Gerilim, Send_Hiz, Send_Yon, Send_Kontrol, Send_End
, Temp_Hiz, Hiz_Send_Temp;
float
    PWM_PID, Kp=1, Ki=1, Kd=1, Tako_Hiz, Integral_Value;
unsigned int    Kp_Temp, Kd_Temp, Ki_Temp;
signed int      Int_PWM_PID, PWM;
signed int      e, e_onceki, i;
signed int      AdcTemp1, AdcTemp2, AdcTemp3, Haberlesma_Sayac;
int             Akim_Total, Akim_Out, Temp_Akim;
int             Hiz_Total, Hiz_Ort, Akm_Tmp1, Akm_Tmp2, SenAkim;
static int      DelayCounter1, DelayCounter2,
Onceki_Yon, PortD_Mem, PC_Yon, PC_Enable, Kontrol_Temp,
Yon_Memory, kontrol_Temp, Yon_ChanceCall;
char            Motor_Direction;

void Communication_Error(void)
{
    unsigned char s;
    if(OERR)
    {
        TXEN  =0;
        TXEN  =1;
        CREN  =0;
        CREN  =1;
    }
    if(FERR)
    {
        s      =RCREG;
        TXEN  =0;
        TXEN  =1;
    }
}

void Forward_PWM_Calculation()
{
    if (Motor_Direction==3)
    {
        CCPR2L      =0;
        CCP2CON      =12;
    }
}

```

EK-4 (Devam) Motor sürücü PIC kaynak kodu

```

        e=MotorHizi_Set-Tako_Hiz;
        PWM_PID      = PWM_PID + ((Kp*e)+(Ki*e)+(Kd*(e-
e_onceki)));
        if(PWM_PID >2332)      PWM_PID      =2332;
        if(PWM_PID <=0)      PWM_PID      =0;
        PWM            =(int)      (PWM_PID*0.438);
        e_onceki      =e;
        CCPR1L          =(PWM>>2);
        CCP1CON          =( (PWM&3)<<4) |12;
    }
    else
    {
        CCPR1L          =0;
        CCP1CON          =12;
    }
}
void Reverse_PWM_Calculation()
{
    if (Motor_Direction==4)
    {
        CCPR1L          =0;
        CCP1CON          =12;
        e=MotorHizi_Set-Tako_Hiz;
        PWM_PID      =PWM_PID + ((Kp*e)+(Ki*e)+(Kd*(e-e_onceki)));
        if(PWM_PID >2332)      PWM_PID      =2332;
        if(PWM_PID <=0)      PWM_PID      =0;
        PWM            =(int)      (PWM_PID*0.438);
        e_onceki      =e;
        CCPR2L          =(PWM>>2);
        CCP2CON          =( (PWM&3)<<4) |12;
    }
    else
    {
        CCPR2L          =0;
        CCP2CON          =12;
    }
}
void PC_Haberlesme()
{
    PC_Yon              =(PORTD & 2)>>1;
    PC_Enable            =(PORTD & 8)>>3;

    Send_Akim            =SenAkim            + 1000;
    Send_Gerilim         =PWM                + 1000;
    Send_Hiz             =Hiz_Ort            + 1000;
    Send_Yon             =PC_Yon             + 1000;
    Send_Kontrol         =PC_Enable          + 1000;
    Send_End              =9999;
    Haberlesma_Sayac++;
    if (Haberlesma_Sayac>=50 & Haberlesma_Sayac<100 )
    {
        printf("A%d",Send_Akim);
        Haberlesma_Sayac=100;
    }
}

```

EK-4 (Devam) Motor sürücü PIC kaynak kodu

```

    }
    else if (Haberlesma_Sayac>=150 & Haberlesma_Sayac<200 )
    {
        printf("B%d",Send_Gerilim);
        Haberlesma_Sayac=200;
    }
    else if (Haberlesma_Sayac>=250 & Haberlesma_Sayac<300 )
    {
        printf("C%d",Send_Hiz);
        Haberlesma_Sayac=300;
    }
    else if (Haberlesma_Sayac>=350 & Haberlesma_Sayac<400 )
    {
        printf("F%d",Send_Yon);
        Haberlesma_Sayac=400;
    }
    else if (Haberlesma_Sayac>=450 & Haberlesma_Sayac<500)
    {
        printf("G%d",Send_Kontrol);
        Haberlesma_Sayac=500;
    }
    else if (Haberlesma_Sayac>=550 & Haberlesma_Sayac<600 )
    {
        printf("G%d",Send_Kontrol);
        Haberlesma_Sayac=0;
    }
}

void Adc_Calculation()
{
    Akm_Tmp1    =0;
    Akm_Tmp2    =0;
    SenAkim      =0;
    ADCON0=1;
    DelayUs(100);
    ADCON0=5;
    while((ADCON0 & 4)!=0);

    Akm_Tmp1=ADRESH;
    Akm_Tmp1=Akm_Tmp1<<2;

    Akm_Tmp2=ADRESL;
    Akm_Tmp2=Akm_Tmp2>>6;

    SenAkim=Akm_Tmp2+Akm_Tmp1;

    ADCON0=9;
    DelayUs(100);
    ADCON0=13;
    while((ADCON0 & 4)!=0);
    AdcTemp1=ADRESH<<2;
    AdcTemp2=AdcTemp1+(ADRESL>>6);
    Hiz_Send_Temp=AdcTemp2;
}

```

EK-4 (Devam) Motor sürücü PIC kaynak kodu

```

        Tako_Hiz= Hiz_Send_Temp * 2.28;

        Hiz_Ort=Hiz_Total/6;
        Hiz_Total=Hiz_Total-Hiz_Ort+Hiz_Send_Temp;

    }

void Change_Direction()
{
    if (Kontrol ==1 && Yon_ChanceCall==1)
    {
        if (Yon_Memory != 1)
        {
            Yon_Memory      =1;
            PWM_PID          =0;
            CCPR1L           =0;
            CCP1CON          =12;
            CCPR2L           =0;
            CCP2CON          =12;
            Motor_Direction  =0;
            DelayMs          (250);
            PORTD            =8;          // Ileri Yon
Pasif

            Kontrol          =5;
        }
        else
        {
            PORTD            =8;          // Ileri Yon
Pasif

            Motor_Direction  =0;
            Yon_Memory      =1;
            Kontrol          =5;
        }
    }
    else if (Kontrol ==2 && Yon_ChanceCall==1)
    {
        if (Yon_Memory != 2)
        {
            Yon_Memory      =2;
            PWM_PID          =0;
            CCPR1L           =0;
            CCP1CON          =12;
            CCPR2L           =0;
            CCP2CON          =12;
            Motor_Direction  =0;
            DelayMs          (250);
            PORTD            =10;        // Geri Yon
Pasif

            Kontrol          =5;
        }
        else
        {
            Motor_Direction  =0;

```

EK-4 (Devam) Motor sürücü PIC kaynak kodu

```

        Yon_Memory      =2;
        PORTD           =10;          // Geri Yon
Pasif
        Kontrol        =5;
    }
}
else if( Kontrol == 3 && Yon_ChanceCall==1) // Ileri
{
    if (Yon_Memory != 3)
    {
        PWM_PID          =0;
        CCPR1L           =0;
        CCP1CON           =12;
        CCPR2L           =0;
        CCP2CON           =12;

        Motor_Direction  =0;
        DelayMs           (250);

        PORTD            =0;
        DelayMs           (250);
        PORTD            =1;
        Motor_Direction  =3;
        Yon_Memory       =3;

        Kontrol          =5;
    }
    else
    {
        PORTD            =1;
        Motor_Direction  =3;
        Yon_Memory       =3;

        Kontrol          =5;
    }
}

else if ( Kontrol == 4 && Yon_ChanceCall==1) // Geri
{
    if (Yon_Memory != 4)
    {
        PWM_PID          =0;
        CCPR1L           =0;
        CCP1CON           =12;
        CCPR2L           =0;
        CCP2CON           =12;
        Motor_Direction  =0;
        DelayMs           (250);
        PORTD            =2;
        DelayMs           (250);

        PORTD            =6;
        Motor_Direction  =4;
        Yon_Memory       =4;
    }
}

```

EK-4 (Devam) Motor sürücü PIC kaynak kodu

```

        Kontrol =5;
    }
    else
    {
        PORTD =6;
        Motor_Direction =4;
        Yon_Memory =4;
        Kontrol =5;
    }
}

else if (Kontrol==5)
{
    DelayCounter1 =0;
    DelayCounter2 =0;
    Yon_ChanceCall =0;
}
}

void interrupt SeriDataReceive(void)
{
    GIE=0;
    while(!RCIF) Communication_Error();
    Seri_Data_Recive = RCREG;
    Seri_Data = Seri_Data_Recive-Seri_Data_Mask;

    if (Seri_Data==10) Data_No=1; //KONTROL
    if (Seri_Data==12) Data_No=3; //MOTOR HIZ
    if (Seri_Data==13) Data_No=4; //Kp
    if (Seri_Data==14) Data_No=5; //Ki
    if (Seri_Data==15) Data_No=6; //Kd

    if (Data_No==1 & Seri_Data != 10)
    {
        kontrol_Temp =Seri_Data;

        MotorHizi_Sayac =0;
    }

    if (Data_No==3 & Seri_Data != 12)
    {
        MotorHizi_Sayac++;
        if(MotorHizi_Sayac==1) MotorHizi = Seri_Data * 1000;
        if(MotorHizi_Sayac==2) MotorHizi = MotorHizi + Seri_Data
* 100;

        if(MotorHizi_Sayac==3) MotorHizi = MotorHizi + Seri_Data
* 10;

        if(MotorHizi_Sayac==4)
        {
            MotorHizi = MotorHizi + Seri_Data;

            MotorHizi_Sayac = 0;

```

EK-4 (Devam) Motor sürücü PIC kaynak kodu

```

    }
}

if (Data_No==4 & Seri_Data != 13)
{
    MotorHizi_Sayac++;
    if(MotorHizi_Sayac==1) Kp_Temp = Seri_Data * 1000;
    if(MotorHizi_Sayac==2) Kp_Temp = Kp_Temp + Seri_Data *
100;
    if(MotorHizi_Sayac==3) Kp_Temp = Kp_Temp + Seri_Data *
10;
    if(MotorHizi_Sayac==4)
    {
        Kp_Temp          = Kp_Temp + Seri_Data;
        Kp                = Kp_Temp*0.001;
        MotorHizi_Sayac  = 0;
    }
}

if (Data_No==5 & Seri_Data != 14)
{
    MotorHizi_Sayac++;
    if(MotorHizi_Sayac==1) Ki_Temp = Seri_Data * 1000;
    if(MotorHizi_Sayac==2) Ki_Temp = Ki_Temp + Seri_Data *
100;
    if(MotorHizi_Sayac==3) Ki_Temp = Ki_Temp + Seri_Data *
10;
    if(MotorHizi_Sayac==4)
    {
        Ki_Temp          = Ki_Temp + Seri_Data;
        Ki                = Ki_Temp*0.001;
        MotorHizi_Sayac  = 0;
    }
}

if (Data_No==6 & Seri_Data != 15)
{
    MotorHizi_Sayac++;
    if(MotorHizi_Sayac==1) Kd_Temp = Seri_Data * 1000;
    if(MotorHizi_Sayac==2) Kd_Temp = Kd_Temp + Seri_Data *
100;
    if(MotorHizi_Sayac==3) Kd_Temp = Kd_Temp + Seri_Data *
10;
    if(MotorHizi_Sayac==4)
    {
        Kd_Temp          = Kd_Temp + Seri_Data;
        Kd                = Kd_Temp*0.001;

        Kontrol          =kontrol_Temp;
        MotorHizi_Set     = MotorHizi;
        Yon_ChanceCall    =1;
        MotorHizi_Sayac   =0;
    }
}

```

EK-4 (Devam) Motor sürücü PIC kaynak kodu

```

        RCIF  =0;
        GIE    =1;
    }
    main(void)
    {
        TRISA  =3;
        TRISB  =0;
        TRISD  =0;
        TRISE  =0;
        TRISC  =128;
        ADCON1  =0;
        CCP2CON =12;
        CCP1CON =12;

        //-----
        T2CON=5;
        PR2=255; //PWM 4.8KHz

        /*      T2CON=6; // 1.2 KHz
                PR2=255;
        */

        //-----

        PEIE  =1;
        RCIE  =1;
        SPBRG =12; // 12=> BaudRate 96.12 Kbaud---> 129=> 9.6 Kbaud
        BRGH  =1;
        SYNC  =0;
        SPEN  =1;
        CREN  =1;
        TX9    =0;
        RX9    =0;
        TXEN  =0;
        TXEN  =1;
        RCIF  =1;
        GIE    =1;
        ei();
        for(;;)
        {
            Adc_Calculation      ();
            Change_Direction     ();
            Forward_PWM_Calculation();
            Reverse_PWM_Calculation();
            PC_Haberlesme();
        }
        PORTB=Motor_Direction;

        PORTE=Yon_ChanceCall;
    }
}

```

EK-5 IR2110 MOSFET sürücü entegresi

International
IR Rectifier

Data Sheet No. PD60147 Rev.T

IR2110(S)/IR2113(S) & (PbF)**HIGH AND LOW SIDE DRIVER****Features**

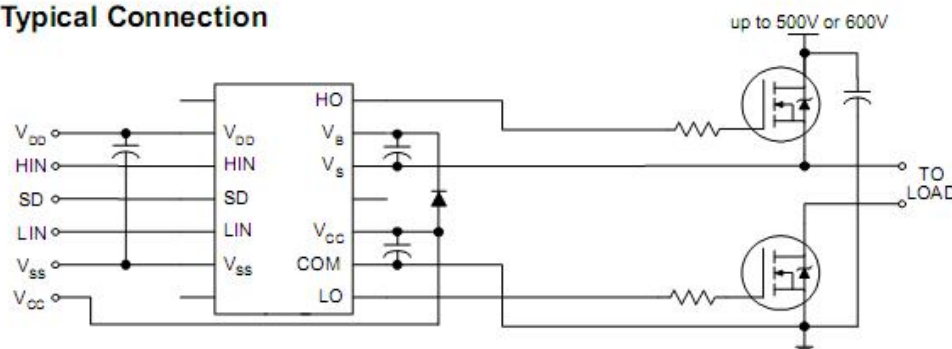
- Floating channel designed for bootstrap operation
Fully operational to +500V or +600V
Tolerant to negative transient voltage
dV/dt immune
- Gate drive supply range from 10 to 20V
- Undervoltage lockout for both channels
- 3.3V logic compatible
Separate logic supply range from 3.3V to 20V
Logic and power ground $\pm 5V$ offset
- CMOS Schmitt-triggered inputs with pull-down
- Cycle by cycle edge-triggered shutdown logic
- Matched propagation delay for both channels
- Outputs in phase with inputs
- Also available LEAD-FREE

Product Summary

V_{OFFSET} (IR2110)	500V max.
(IR2113)	600V max.
$I_{\text{O+/-}}$	2A / 2A
V_{OUT}	10 - 20V
$t_{\text{on/off}}$ (typ.)	120 & 94 ns
Delay Matching (IR2110)	10 ns max.
(IR2113)	20ns max.

Packages14-Lead PDIP
IR2110/IR211316-Lead SOIC
IR2110S/IR2113S**Description**

The IR2110/IR2113 are high voltage, high speed power MOSFET and IGBT drivers with independent high and low side referenced output channels. Proprietary HVIC and latch immune CMOS technologies enable ruggedized monolithic construction. Logic inputs are compatible with standard CMOS or LSTTL output, down to 3.3V logic. The output drivers feature a high pulse current buffer stage designed for minimum driver cross-conduction. Propagation delays are matched to simplify use in high frequency applications. The floating channel can be used to drive an N-channel power MOSFET or IGBT in the high side configuration which operates up to 500 or 600 volts.

Typical Connection

(Refer to Lead Assignments for correct pin configuration). This/These diagram(s) show electrical connections only. Please refer to our Application Notes and DesignTips for proper circuit board layout.

EK-5 (Devam) IR2110 MOSFET sürücü entegresi

IR2110(S)/IR2113(S) & (PbF)

International
IR Rectifier

Absolute Maximum Ratings

Absolute maximum ratings indicate sustained limits beyond which damage to the device may occur. All voltage parameters are absolute voltages referenced to COM. The thermal resistance and power dissipation ratings are measured under board mounted and still air conditions. Additional information is shown in Figures 28 through 35.

Symbol	Definition	Min.	Max.	Units
V_B	High side floating supply voltage (IR2110)	-0.3	525	V
	(IR2113)	-0.3	625	
V_S	High side floating supply offset voltage	$V_B - 25$	$V_B + 0.3$	
V_{HO}	High side floating output voltage	$V_S - 0.3$	$V_B + 0.3$	
V_{CC}	Low side fixed supply voltage	-0.3	25	
V_{LO}	Low side output voltage	-0.3	$V_{CC} + 0.3$	
V_{DD}	Logic supply voltage	-0.3	$V_{SS} + 25$	
V_{SS}	Logic supply offset voltage	$V_{CC} - 25$	$V_{CC} + 0.3$	
V_{IN}	Logic input voltage (HIN, LIN & SD)	$V_{SS} - 0.3$	$V_{DD} + 0.3$	
dV_S/dt	Allowable offset supply voltage transient (figure 2)	—	50	V/ns
P_D	Package power dissipation @ $T_A \leq +25^\circ\text{C}$	—	1.6	W
	(14 lead DIP)	—	1.25	
	(16 lead SOIC)	—	1.25	
R_{THJA}	Thermal resistance, junction to ambient	—	75	$^\circ\text{C/W}$
	(14 lead DIP)	—	100	
	(16 lead SOIC)	—	100	
T_J	Junction temperature	—	150	$^\circ\text{C}$
T_S	Storage temperature	-55	150	
T_L	Lead temperature (soldering, 10 seconds)	—	300	

Recommended Operating Conditions

The input/output logic timing diagram is shown in figure 1. For proper operation the device should be used within the recommended conditions. The V_S and V_{SS} offset ratings are tested with all supplies biased at 15V differential. Typical ratings at other bias conditions are shown in figures 36 and 37.

Symbol	Definition	Min.	Max.	Units
V_B	High side floating supply absolute voltage	$V_S + 10$	$V_S + 20$	V
V_S	High side floating supply offset voltage (IR2110)	Note 1	500	
	(IR2113)	Note 1	600	
V_{HO}	High side floating output voltage	V_S	V_B	
V_{CC}	Low side fixed supply voltage	10	20	
V_{LO}	Low side output voltage	0	V_{CC}	
V_{DD}	Logic supply voltage	$V_{SS} + 3$	$V_{SS} + 20$	
V_{SS}	Logic supply offset voltage	-5 (Note 2)	5	
V_{IN}	Logic input voltage (HIN, LIN & SD)	V_{SS}	V_{DD}	
T_A	Ambient temperature	-40	125	$^\circ\text{C}$

Note 1: Logic operational for V_S of -4 to +500V. Logic state held for V_S of -4V to $-V_{BS}$. (Please refer to the Design Tip DT97-3 for more details).

Note 2: When $V_{DD} < 5V$, the minimum V_{SS} offset is limited to $-V_{DD}$.

EK-5 (Devam) IR2110 MOSFET sürücü entegresi

International
IR Rectifier

IR2110(S)/IR2113(S) & (PbF)

Dynamic Electrical Characteristics

V_{BIAS} (V_{CC} , V_{BS} , V_{DD}) = 15V, C_L = 1000 pF, T_A = 25°C and V_{SS} = COM unless otherwise specified. The dynamic electrical characteristics are measured using the test circuit shown in Figure 3.

Symbol	Definition	Figure	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
t_{on}	Turn-on propagation delay	7	—	120	150	ns	$V_S = 0V$
t_{off}	Turn-off propagation delay	8	—	94	125		$V_S = 500V/600V$
t_{sd}	Shutdown propagation delay	9	—	110	140		$V_S = 500V/600V$
t_r	Turn-on rise time	10	—	25	35		
t_f	Turn-off fall time	11	—	17	25		
MT	Delay matching, HS & LS turn-on/off	(IR2110) (IR2113)	—	—	—	10	
			—	—	—	20	

Static Electrical Characteristics

V_{BIAS} (V_{CC} , V_{BS} , V_{DD}) = 15V, T_A = 25°C and V_{SS} = COM unless otherwise specified. The V_{IH} , V_{TH} and I_{IN} parameters are referenced to V_{SS} and are applicable to all three logic input leads: HIN, LIN and SD. The V_O and I_O parameters are referenced to COM and are applicable to the respective output leads: HO or LO.

Symbol	Definition	Figure	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
V_{IH}	Logic "1" input voltage	12	9.5	—	—	V	
V_{IL}	Logic "0" input voltage	13	—	—	6.0		
V_{OH}	High level output voltage, $V_{BIAS} - V_O$	14	—	—	1.2		$I_O = 0A$
V_{OL}	Low level output voltage, V_O	15	—	—	0.1		$I_O = 0A$
I_{LK}	Offset supply leakage current	16	—	—	50	μA	$V_B = V_S = 500V/600V$
I_{QBS}	Quiescent V_{BS} supply current	17	—	125	230		$V_{IN} = 0V$ or V_{DD}
I_{QCC}	Quiescent V_{CC} supply current	18	—	180	340		$V_{IN} = 0V$ or V_{DD}
I_{QDD}	Quiescent V_{DD} supply current	19	—	15	30		$V_{IN} = 0V$ or V_{DD}
I_{IN+}	Logic "1" input bias current	20	—	20	40		$V_{IN} = V_{DD}$
I_{IN-}	Logic "0" input bias current	21	—	—	1.0		$V_{IN} = 0V$
V_{BSUV+}	V_{BS} supply undervoltage positive going threshold	22	7.5	8.6	9.7	V	
V_{BSUV-}	V_{BS} supply undervoltage negative going threshold	23	7.0	8.2	9.4		
V_{CCUV+}	V_{CC} supply undervoltage positive going threshold	24	7.4	8.5	9.6		
V_{CCUV-}	V_{CC} supply undervoltage negative going threshold	25	7.0	8.2	9.4		
I_{O+}	Output high short circuit pulsed current	26	2.0	2.5	—	A	$V_O = 0V$, $V_{IN} = V_{DD}$ $PW \leq 10 \mu s$
I_{O-}	Output low short circuit pulsed current	27	2.0	2.5	—		$V_O = 15V$, $V_{IN} = 0V$ $PW \leq 10 \mu s$

EK-6 IRFP460 Güç MOSFET’I kataloğu

FAIRCHILD
 SEMICONDUCTOR®
IRFP460**Data Sheet****January 2002**
**20A, 500V, 0.270 Ohm, N-Channel
Power MOSFET**

This N-Channel enhancement mode silicon gate power field effect transistor is an advanced power MOSFET designed, tested, and guaranteed to withstand a specified level of energy in the breakdown avalanche mode of operation. All of these power MOSFETs are designed for applications such as switching regulators, switching converters, motor drivers, relay drivers, and drivers for high power bipolar switching transistors requiring high speed and low gate drive power. These types can be operated directly from integrated circuits.

Formerly developmental type TA17465.

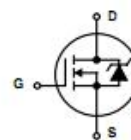
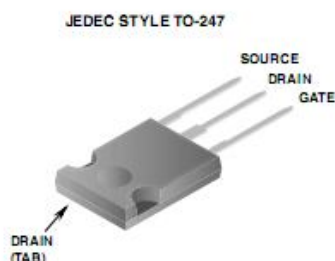
Ordering Information

PART NUMBER	PACKAGE	BRAND
IRFP460	TO-247	IRFP460

NOTE: When ordering, use the entire part number.

Features

- 20A, 500V
- $r_{DS(ON)} = 0.270\Omega$
- Single Pulse Avalanche Energy Rated
- SOA is Power Dissipation Limited
- Nanosecond Switching Speeds
- Linear Transfer Characteristics
- High Input Impedance
- Related Literature
 - TB334 "Guidelines for Soldering Surface Mount Components to PC Boards"

Symbol

Packaging
**IRFP460**
Source to Drain Diode Specifications

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Continuous Source to Drain Current	I_{SD}	Modified MOSFET Symbol Showing the Integral Reverse P-N Junction Rectifier	-	-	20	A
Pulse Source to Drain Current (Note 3)	I_{SDM}		-	-	80	A
Source to Drain Diode Voltage (Note 2)	V_{SD}	$T_J = 25^\circ\text{C}$, $I_{SD} = 21\text{A}$, $V_{GS} = 0\text{V}$ (Figure 13)	-	-	1.8	V
Reverse Recovery Time	t_{rr}	$T_J = 25^\circ\text{C}$, $I_{SD} = 21\text{A}$, $dI_{SD}/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$	280	580	1200	ns
Reverse Recovery Charge	Q_{RR}	$T_J = 25^\circ\text{C}$, $I_{SD} = 21\text{A}$, $dI_{SD}/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$	3.8	8.1	18	μC

NOTES:

2. Pulse test: pulse width $\leq 300\mu\text{s}$, duty cycle $\leq 2\%$.
3. Repetitive rating: pulse width limited by Max junction temperature. See Transient Thermal Impedance curve (Figure 3).
4. $V_{DD} = 50\text{V}$, starting $T_J = 25^\circ\text{C}$, $L = 4.3\text{mH}$, $R_{GS} = 25\Omega$, Peak $I_{AS} = 20\text{A}$.

EK-6 (Devam) IRFP460 Güç MOSFET’I kataloğu

IRFP460

Absolute Maximum Ratings $T_C = 25^\circ\text{C}$, Unless Otherwise Specified

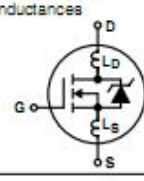
	IRFP460	UNITS
Drain to Source Voltage (Note 1)	V_{DS} 500	V
Drain to Gate Voltage ($R_{GS} = 20\text{k}\Omega$) (Note 1)	V_{DGR} 500	V
Continuous Drain Current	I_D 20	A
$T_C = 100^\circ\text{C}$	I_D 12	A
Pulsed Drain Current (Note 3)	I_{DM} 80	A
Gate to Source Voltage	V_{GS} ± 20	V
Maximum Power Dissipation	P_D 250	W
Linear Derating Factor	2.0	W/°C
Single Pulse Avalanche Energy Rating (Note 4)	E_{AS} 960	mJ
Operating and Storage Temperature	T_J, T_{STG} -55 to 150	°C
Maximum Temperature for Soldering		
Leads at 0.063in (1.6mm) from Case for 10s.	T_L 300	°C
Package Body for 10s, See Techbrief 334	T_{pkg} 260	°C

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

NOTE:

1. $T_J = 25^\circ\text{C}$ to $T_J = 125^\circ\text{C}$.

Electrical Specifications $T_C = 25^\circ\text{C}$, Unless Otherwise Specified

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Drain to Source Breakdown Voltage	BV_{DSS}	$I_D = 250\mu\text{A}$, $V_{GS} = 0\text{V}$ (Figure 10)	500	-	-	V
Gate Threshold Voltage	$V_{GS(TH)}$	$V_{GS} = V_{DS}$, $I_D = 250\mu\text{A}$	2	-	4	V
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	$V_{DS} = \text{Rated } BV_{DSS}$, $V_{GS} = 0\text{V}$	-	-	25	μA
		$V_{DS} = 0.8 \times \text{Rated } BV_{DSS}$, $V_{GS} = 0\text{V}$, $T_J = 125^\circ\text{C}$	-	-	250	μA
On-State Drain Current (Note 2)	$I_{D(ON)}$	$V_{DS} > I_{D(ON)} \times r_{DS(ON)MAX}$, $V_{GS} = 10\text{V}$	20	-	-	A
Gate to Source Leakage Current	I_{GSS}	$V_{GS} = \pm 20\text{V}$	-	-	± 100	nA
Drain to Source On Resistance (Note 2)	$r_{DS(ON)}$	$I_D = 11\text{A}$, $V_{GS} = 10\text{V}$ (Figures 8, 9)	-	0.24	0.27	Ω
Forward Transconductance (Note 2)	g_{fs}	$V_{DS} \geq 50\text{V}$, $I_{DS} > 11\text{A}$ (Figure 12)	13	19	-	S
Turn-On Delay Time	$t_{d(ON)}$	$V_{DD} = 250\text{V}$, $I_D = 21\text{A}$, $R_{GS} = 4.3\Omega$, $R_D = 12\Omega$, $V_{GS} = 10\text{V}$ MOSFET Switching Times are Essentially Independent of Operating Temperature	-	23	35	ns
Rise Time	t_r		-	81	120	ns
Turn-Off Delay Time	$t_{d(OFF)}$		-	85	130	ns
Fall Time	t_f		-	65	98	ns
Total Gate Charge (Gate to Source + Gate-Drain)	$Q_g(\text{TOT})$	$V_{GS} = 10\text{V}$, $I_D = 21\text{A}$, $V_{DS} = 0.8 \times \text{Rated } BV_{DSS}$, $I_{G(REF)} = 1.5\text{mA}$ (Figure 14). Gate Charge is Essentially Independent of Operating Temperature	-	120	190	nC
Gate to Source Charge	Q_{gs}		-	18	-	nC
Gate to Drain "Miller" Charge	Q_{gd}		-	62	-	nC
Input Capacitance	C_{ISS}	$V_{DS} = 25\text{V}$, $V_{GS} = 0\text{V}$, $f = 1\text{MHz}$ (Figure 10)	-	4100	-	pF
Output Capacitance	C_{OSS}		-	480	-	pF
Reverse Transfer Capacitance	C_{RSS}		-	84	-	pF
Internal Drain Inductance	L_D	Measured from the Drain Lead, 6mm (0.25in) from Package to Center of Die	-	5.0	-	nH
Internal Source Inductance	L_S	Measured from the Source Lead, 6mm (0.25in) from Header to Source Bonding Pad	-	13	-	nH
		Modified MOSFET Symbol Showing the Internal Device Inductances 				
Thermal Resistance Junction to Case	$R_{\theta JC}$		-	-	0.50	°C/W
Thermal Resistance Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	Free Air Operation	-	-	30	°C/W

EK-6 (Devam) IRFP460 Güç MOSFET’I kataloğu

Test Circuits and Waveforms

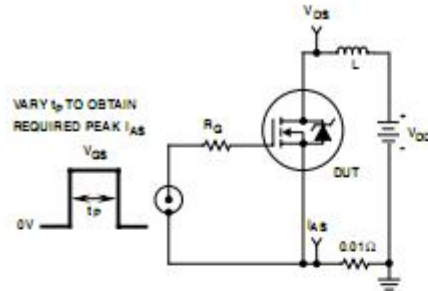


FIGURE 15. UNCLAMPED ENERGY TEST CIRCUIT

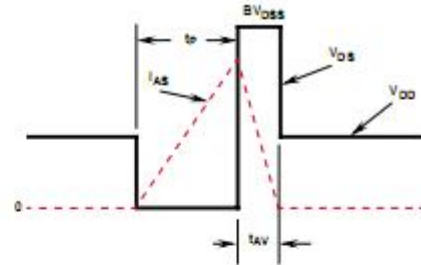


FIGURE 16. UNCLAMPED ENERGY WAVEFORMS

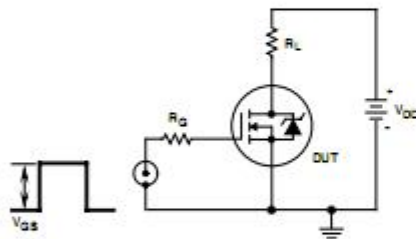


FIGURE 17. SWITCHING TIME TEST CIRCUIT

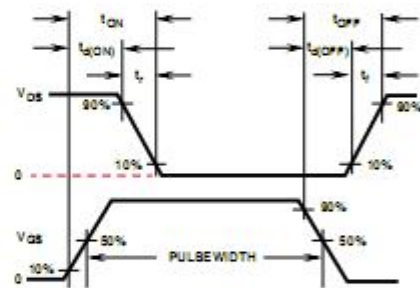


FIGURE 18. RESISTIVE SWITCHING WAVEFORMS

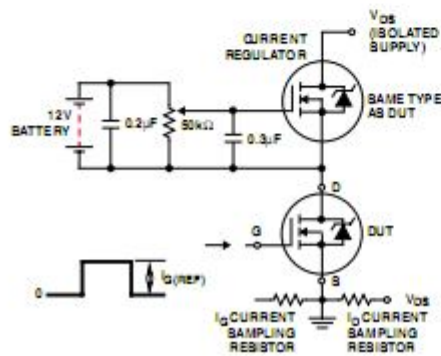


FIGURE 19. GATE CHARGE TEST CIRCUIT

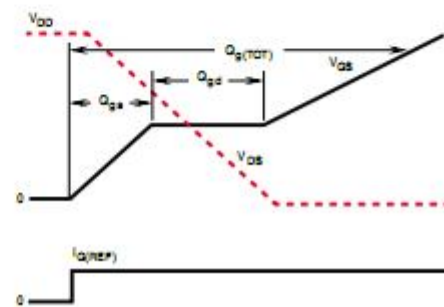


FIGURE 20. GATE CHARGE WAVEFORMS

EK-7 PDA cep telefonunda elde edilen ekran değerleri



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÜNGÖR, Yakup
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 21.03.1984 Ankara
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (312) 356 40 21
 Faks : 0 (312) 394 59 87
 e-mail : yakup_gungor_@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Elk. Eğitimi	2006
Lise	Yenimahalle Teknik Lisesi	2001

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006-....	Sistek Elektronik	Sistem Tasarım Müh.

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Tenis, Bilgisayar teknolojileri, Basketbol