

**GENEL AMAÇLI VERİ ALIŞ-VERİŞ KARTI TASARIMI VE
UYGULAMASI**

Erhan UYTUN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ 2006
ANKARA**

Erhan UYTUN tarafından hazırlanan GENEL AMAÇLI VERİ ALIŞ-VERİŞ KARTI TASARIMI VE UYGULAMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç.Dr. Yılmaz SAVAŞ
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof.Dr. İnan GÜLER

Üye : Prof.Dr. İsmail COŞKUN

Üye : Prof.Dr. Ömer Faruk BAY

Üye : Yrd. Doç.Dr. Yılmaz SAVAŞ

Üye : Yrd. Doç.Dr. Mustafa BURUNKAYA

Tarih : 28/08/2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

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

Erhan UYTUN

**GENEL AMAÇLI VERİ ALIŞ-VERİŞ KARTI TASARIMI VE
UYGULAMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Erhan UYTUN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz 2006**

ÖZET

Bu tez çalışması ülkemizde de hızla gelişmekte olan biyomedikal-klinik mühendisliği ve endüstriyel otomasyon teknolojisi alanındaki araştırma ve eğitim çalışmalarına çeşitli düzeylerde katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Son birkaç yılda endüstriyel bilgisayar giriş/çıkış arabirim ürünleri daha fazla güvenilir ve kullanılır hale gelmiştir. Bu arabirimler; görüntüleme, kontrol, veri toplama, otomatik test gibi endüstriyel kontrol ve laboratuvar uygulamalarında yaygın biçimde kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen veri toplama ve kontrol sisteminde yük hücresi sinyalleri işlenmiş kullanılabilir büyüklük haline getirilmiştir. Mil kodlayıcıyı kullanarak her türlü konum bilgisi üretilmiştir. Ayrıca dörder adet dijital giriş ve çıkış bilgileri kontrol edilebilir hale gelmiştir. İşlenen ve üretilen veriler seri olarak standart Modbus protokolü ile desteklenmiş bilgisayar ile haberleştirilmiştir. Bu sistem sayesinde kuvvet/kütle açısal/doğrusal konum değişimi ve dijital giriş çıkışın ihtiyaç duyulacağı biyomedikal, endüstriyel üretim, otomotiv, depolama ve takip, bina otomasyonu vb. alanlarda çok çeşitli uygulamalar ucuza ve güvenilir şekilde yapılabilir.

Bilim Kodu :705.3.014
Anahtar Kelimeler : Veri toplama ve kontrol, RTU, Yük hücresi, Mil kodlayıcı
Sayfa Adedi : 135
Tez Yöneticisi :Yrd. Doç. Dr. Yılmaz SAVAŞ

**DESIGN AND APPLICATION OF A GENERAL PURPOSE DATA
ACQUISITION CARD**

(M.Sc. Thesis)

Erhan UYTUN

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

July 2006

ABSTRACT

This thesis is focused on rapidly developing biomedical-clinics engineering and industrial automation technological research and education and is expected to profit the fields in various ways. During the last years, industrial computer input/output interface products have become much more secure and user friendly. These products are mostly used in imaging, timely checking, information gathering, and automatic testing of industrial control and laboratory implementations. With the data acquisition and control system developed load cell signals processed and amplified to usable levels. Any kind of position information generated using a rotary encoder. Apart from this, this system is capable of controlling four digital input output transactions simultaneously. Compiled and generated data's are sent to computers which support Modbus protocol through a serial port. This system can be used by industries requiring power/mass, angular/linear change and digital input output necessities for performing different implementations at a lower cost and secured way in the fields of biomedical, industrial production, automotive, warehousing and building automation.

Science Code :705.3.014
Key Words :Veri toplama ve kontrol, RTU, Yük hücresi, Mil kodlayıcı
Page Number : 135
Adviser : Yrd. Doç. Dr. Yılmaz SAVAŞ

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, Hocam Yrd.Doc.Dr. Yılmaz SAVAS’a, projeme büyük ölçüde katkıları olan, destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli arkadaşlarım Teknik öğretmen Adem ER’e “Bravo elektronik”, öğretmen Tarkan AYDIN’a “Balgat Endüstri Meslek Lisesi”, öğretmen Yüksel GÜL’e “Balgat Endüstri Meslek Lisesi”, çalışmalarım sırasında beni yalnız bırakmayan Eşime ve Çocuklarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİ LİSTESİ	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. ÖLÇME VE KONTROL SİSTEMLERİNE GENEL BİR BAKIŞ.....	4
2.1. Transdüserler	4
2.1.1. Tanımlar	4
2.1.2. Terimler.....	4
2.1.3. Yük hücresi (loadcell) transdüserler.....	15
2.1.4. Optik mil kodlayıcılar (Optical shaft encoder)	24
2.2. SCADA	29
2.2.1. Günümüzde scada sistemleri.....	30
2.2.2. SCADA sisteminin genel yapısı.....	33
2.2.3. Uzak terminal birimleri (RTU)	34
2.2.4. Ana terminal birimi (MTU)	38

Sayfa

2.2.5. SCADA iletişim sistemleri	38
3. GENEL AMAÇLI VERİ ALIŞ-VERİŞ KARTI TASARIMI VE UYGULAMASI.....	47
3.1. Blok Şema.....	47
3.1.1. Güç kaynağı (PSU).....	48
3.1.2. Mikro denetleyici (MCU)	50
3.1.3. Yük hücresi yükselteci ve ADC modülü	52
3.1.4. Mil kodlayıcı (Shaft Encoder) giriş modülü	54
3.1.5. Dijital giriş modülü.....	55
3.1.6. Dijital Çıkış Modülü	56
3.1.7. Örnek arayüz yazılımı (Visual Basic)	58
3.2. Akış Şemaları	61
3.2.1. PC ara yüz programı	61
3.2.2. Mikro denetleyici programı	64
3.3. Performans Analizleri	71
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	73
KAYNAKLAR	75
EKLER	77
EK-1 Veri sayfalarına ait internet sayfaları	78
EK-2 ATMEGA-8 veri sayfası	81
EK-3 AD7730BN veri sayfası.....	88
EK-4 PC 817 veri sayfası.....	97
EK-5 Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı	101
ÖZGEÇMİŞ	120

ÇİZELGELERİ LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Kuvvet ölçüm sisteminin doğruluk çizelgesi.....	7
Çizelge 2.2. Örnek Yük hücresinin için tekrarlanabilirlik deneyi sonuçları.....	10
Çizelge 2.3. Histerezis analizi	13
Çizelge 2.4. Kapasitelerine göre yük hücresi türleri.....	21
Çizelge 2.5. Endüstriyel haberleşme protokollerinin karşılaştırılması	43
Çizelge 3.1. ATMEGA-8 mikro denetleyicisinin belirgin özellikleri.....	50
Çizelge 3.2. Mil kodlayıcının Modbus adres tablosu	54
Çizelge 3.3. Girişlerin Modbus adres tablosu	55
Çizelge 3.4. Çıkışların Modbus adres tablosu.....	56
Çizelge 3.5. Elektriksel karakteristikler.....	71
Çizelge 3.6. Giriş çıkış arabirimi teknik özellikleri.....	71
Çizelge 3.7. Dijital çıkış modülünün kontak özellikleri	72
Çizelge 3.8. Yük hücresi girişi özellikleri.....	72
Çizelge 3.9. Mil kodlayıcı girişi özellikleri	72

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Ölçme ve kontrol sisteminin blok diyagramı.....	4
Şekil 2.2. Tipik bir transdüserin frekans cevap eğrisi.....	5
Şekil 2.3. Doğruluk analiz grafiği.....	8
Şekil 2.4. Örnek yük hücreleri için tekrarlanabilirlik analizleri.	10
Şekil 2.5. Thermocouple çeşitlerinin sıcaklık ölçüm aralığı.....	11
Şekil 2.6. Son nokta linearity analizi	12
Şekil 2.7. Histerezis analizi	14
Şekil 2.8. İletken telin kuvvetle uzunluk ve çapının değişmesi	16
Şekil 2.9. Gerilme ölçerler.....	17
Şekil 2.10. Yük hücresi içyapısı (4 uçlu düzenleme)	19
Şekil 2.11. Yük hücresi içyapısı (6 uçlu düzenleme)	19
Şekil 2.12. Mutlak mil kodlayıcının prensip yapısı ve örnek disk yapısı.....	24
Şekil 2.13. Artımlı bir mil kodlayıcısının açık kutu hali	25
Şekil 2.14. Incremental (Artımlı) mil kodlayıcının çıkış palsleri	26
Şekil 2.15. Temassız doğrusal mil kodlayıcı'nın yapısı ve sinyal şekli	28
Şekil 2.16. SCADA sisteminin genel görünümü ve iletişim hatları.....	34
Şekil 2.17. RTU'nun blok şeması.....	35
Şekil 2.18. Ağ (Mesh) topolojisi.....	39
Şekil 2.19. yıldız ağ topolojisi Hat (Bus) Topolojisi	40
Şekil 2.20. Hat (bus) Topolojisi.....	40

Şekil	Sayfa
Şekil 2.21. Halka topolojisi	41
Şekil 2.22. Ağaç topolojisi	42
Şekil 2.23. Endüstriyel iletişim protokollerinin çalışma seviyeleri.....	42
Şekil 3.1. Veri Toplama ve Kontrol Kartını oluşturan blok şema.....	48
Şekil 3.2. Normal kullanım standart güç kaynağı.....	48
Şekil 3.3. Medikal amaçlı galvanik yalıtımlı güç kaynağı.....	49
Şekil 3.4. Tam yalıtımlı gürültü bağışıklığı yüksek güç kaynağı.....	49
Şekil 3.5. Devrede kullanılan güç kaynağı, regüle ve filtre devresi.....	49
Şekil 3.6. ATMEGA–8 Mikro denetleyicisinin blok şeması	51
Şekil 3.7. Mikro denetleyici modülünün açık şeması	52
Şekil 3.8. Winlog'un protokol listesinin bir bölümü	52
Şekil 3.9. AD7730 yogasının Whetstone köprüsüne bağlı işlevsel blok şeması.....	53
Şekil 3.10. Yük hücresi yükselteçli ADC modülü.....	54
Şekil 3.11. Mil kodlayıcı sinyal uygunlaştırma ve MCU arabirimi devresi	55
Şekil 3.12. Örnek giriş sensör bağlantısı.....	55
Şekil 3.13. Dijital giriş modülü MCU arabirim devresi.....	56
Şekil 3.14. Dijital çıkış modülü MCU arabirim devresi	57
Şekil 3.15. Genel amaçlı veri toplama ve kontrol sistemi kalibrasyon ve test ara yüzü.....	58
Şekil 3.16. Seri haberleşme açık ölçüm yapıyor.	59
Şekil 3.17. Seri haberleşme port ayarları menüsü	59

Şekil	Sayfa
Şekil 3.18. Kalibrasyon ayarları	60
Şekil 3.19. Modbus kaydedicileri	60
Şekil 3.20. Ana ekrandaki periyodik timer.....	61
Şekil 3.21. ModBus işlemleri akışı.....	62
Şekil 3.22. Röle kumanda akışı	63
Şekil 3.23. Mikro denetleyici programı ana döngü akışı	64
Şekil 3.24. ADC'nin değerlendirilmesi akışı	65
Şekil 3.25. ModBus slave işlemleri	68
Şekil 3.26. INT 0 akışı.....	69
Şekil 3.27. INT 1 akışı.....	69
Şekil 3.28. Periyodik kesme akışı.....	70
Şekil 3.29. Giriş modülü tutma gerilimi (32 V sonrası bozulma)	71

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Çeşitli malzeme üzerine yapıştırılmış gerilme ölçerler	17
Resim 2.2. Eğilme tipi yük hücresi	21
Resim 2.3. Kesme tipi yük hücresi	22
Resim 2.4. S tipi yük hücresi	22
Resim 2.5. Platform tipi yük hücresi.....	23
Resim 2.6. Basma tipi yük hücresi.....	23
Resim 2.7. Kablo gerilim sensörü yük hücresi.....	23
Resim 2.8. Merdane gerilim sensörü yük hücreleri	24
Resim 2.9. Incremental (Artımlı) mil kodlayıcı	25
Resim 2.10. Absolute (mutlak) mil kodlayıcı	26
Resim 2.11. İpli (halat) mil kodlayıcı	27
Resim 2.12. Doğrusal mil kodlayıcı (Manyetik alan sensörlü).....	27

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
Hz	Frekans birimi, hertz
MHz	Frekans birimi, megahertz
Ω	Direnç birimi, ohm
MΩ	Direnç birimi, megaohm
μs	Zaman birimi, mikrosaniye
ms	Zaman birimi, milisaniye
mW	Güç birimi, miliwatt
nm	Uzunluk birimi, nanometre
V_{p-p}	Gerilim birimi, nanovolt (tepeden tepeye)
V	Gerilim birimi, volt
%A	Doğruluk
S	Duyarlık
Psig	Basınç birimi
Kg	Kütle Birimi
ρ	Malzemenin öz direncidir
L	İletkenin boyu
A	İletkenin kesit alanıdır.

Kısaltmalar	Açıklama
ADC	Analog dijital dönüştürücü
A/D	Analog dijital çevrim
AIGND	Analog giriş toprak
DA&C	Veri toplama ve kontrol

Kısaltmalar	Açıklama
D/A	Dijitalden analoga çevrim
I/O	Giriş/çıkış
MUX	Multiplexer
PC	Kişisel bilgisayar
PCI	Çevresel birim birbirine bağlama
PID	Orantı, integral, türev etki ve denetim organı
RTD	Direnç ısı detektörü
PLC	Programmable Logic Controller
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
RTU	Remote Terminal unit
MTU	Master Terminal unit
HMI	Human Machine Interface
PC	Personal Computer
CPU	Central Processing Unit
MPU	Master Processing Unit
I/O	Input / Output
OG	Orta Gerilim
AG	Alçak Gerilim
AC	Alternative Current
DC	Direct Current
LOADCELL	Yük hücresi
CCW	Saat yönünün tersi
CW	Saat yönü
(f.s.d.)	Tam Gösterge değeri
FSO	En büyük ölçülecek değer
Rsp	Cevap verirlilik (Responsiveness)
Rpt	Tekrarlanabilirlik
Sp	Açıklık
Rsl	Çözünürlük
Isp	Giriş sinyal açıklığı

1. GİRİŞ

Sanayileşmenin küresel gelişimi sürecinde bilginin ve teknolojinin kolay ulaşılabilirliği gelişen ağ teknolojilerinin sayesinde dünyayı bir köy haline getirmiş ve iletişimin gelişimi ile bilginin paylaşımı kolaylaşmıştır. Bununla beraber bilgi kolay ulaşılabilen fakat oldukça pahalı bir meta halini almıştır. İşletmelerin araştırma-geliştirme (ARGE)bölümlerine ayırdıkları bütçeler genel bütçelerinin önemli bir kısmını oluşturur hale gelmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde genel hastalık haline gelen taklit, hatalı üretimler, bilimsel olamayan ARGE' siz üretim metotları geliştirmeye kaynak ayırmama ve ARGE' yi işletmelere gereksiz yük olarak görme üretim de kaliteyi düşürmektedir. Kalitesiz üretimler hatlı tasarımlar ucuz maliyet hesabını destekler yönde görünüyorsa bile seri üretimde pazara sunulan ürün kullanılabilirliği tartışılır derecede kötü kalitesiz hale gelmiş olur. Bu durum ülke endüstrisini ithalata zorlayıp dışa bağımlılığı arttırmaktadır. Oysa biraz çaba ile kaliteyi yakalamak hatta ucuza mal etmek mümkün olacaktır.

Ülkemiz için durum farklı değildir. Büyük endüstriyel kuruluşlar yerli tasarım yerine patentli üretim yapmayı tercih etmektedirler. Daha küçük ölçekli işletmeler ise tasarım yerine taklidi tercih etmektedirler.

Üniversitelerle iş birliği bu işin çözüm yolu olarak görünmektedir. Çözüme ulaşmanın yolu ise üniversitelerin endüstriyel gelişimde ağırlıklarını ortaya koymaları ile mümkün olacaktır. Bunun için üniversitelerde çalışılan projelerin endüstrinin ihtiyacı olan kaliteyi artırıcı üretimi kolay, güvenli ve ucuz olması gerekmektedir[1].

Süreç denetimi yapmak için öncelikle fiziksel niceliklerin ölçülmesi gerekir. Bu nicelikler enerjinin etkisi ile ortaya çıkan değişimlerdir. Ortaya çıkan etkiler birincil veya ikincil olarak ölçülerek çeşitli sonuçlar çıkarılmaktadır. Kütleli değişim, yer değiştirme (konumsal değişim), ve uzunluk (mesafe) birçok etkileşimin sonucu olarak ortaya çıkar. Çıkan sonuçtan çeşitli veriler elde edilebilir. Sadece Kütle ve

uzunluk (konum) ölçümü yapılarak biyomedikal, endüstriyel veya ticari uygulamalarda süreç denetimi yapılabilir. Ölçüm işleminde kullanılmak üzere çok çeşitli transdüserler geliştirilmiştir. Bu transdüserleri süreç denetiminde kullanmak üzerede çok çeşitli uygulama devreleri yapılmıştır. Bu devreler oldukça pahalı ve genellikle de sisteme özeldir. Sadece belirli bir süreç için kullanılmaktadır. Örneğin ticari olarak kullanılan bir kamyon kantarının sistemini hiçbir değişiklik yapmadan biyomedikal olarak işeme metre (uroflowmetry) olarak kullanılmaz. Uroflowmetry için kullanılan sistem yeni doğan kilo takibinde veya bir diyetisyenlik alanında boy kilo takibinde kullanılamaz.

Bu tez çalışmasında kaliteli, güvenli endüstriyel ve medikal çalışma ortamlarına uygun, sisteme genel çözümler sunabilen, düşük maliyetli bir sistem tasarlanmaya çalışılacaktır. Yapılacak elektronik sistem ile aynı anda kütle, uzunluk (konum), ölçülebilecektir. Ölçümün sonuçları cihaz göstergesine ya da herhangi bir Standart Mod-Bus haberleşmesi yapabilen sisteme aktarılacaktır. Sistemde 8 bit dijital giriş çıkış mevcut olacaktır. Haberleşme protokolünün Mod-Bus olması sistemin bilinen tüm PLC'ler ile Bilinen tüm HMI yazılımları ile Bilinen tüm SCADA yazılımları ile ve VisualBasic, CBuilder, C# gibi yazılımlara ait hazır komponentlerle haberleşebilme özgürlüğü sağlayacak ve ekstra bir yazılım gerektirmeyecektir.

Sisteme genel çözümler üretici firma bağımlılığını ortadan kaldırmaktadır. Örneğin bu tezde yapılan elektronik parça bozulduğu takdirde herhangi bir firmanın benzer ürünleriyle değiştirilip kolaylıkla adapte edilebilir. Buda kullanıcıya işletmede kolaylık sağlayacaktır.

Teşhis ve tedavi amacı ile;

- Bazı fizyolojik parametrelerin ölçümü
- Belirli formlarda, belirli zaman dilimleri için çeşitli yöntemlerle gösterimi
- Yapısal ve işlevsel görüntüleme
- Doğrudan belirli bir biçimdeki enerjinin aktarımı ile bazı vücut fonksiyonlarını başlatma, sürdürme veya denetleme

İşlevlerinden birini veya birkaçını yerine getiren cihazlar, biyomedikal cihaz olarak adlandırılır[2].

İnsanlarda ürolojik sistemde oluşan hastalıkların tespiti için çeşitli testler yapılmaktadır. Bu testler arasında en ucuz ve öncelikli yapılan uroflow testidir. Bu testten bayanlarda idrar kaçırma sorunun tespitinde faydalanılır[3].

İnsanlarda Üretra darlığının saptanması ve tedavi sonrası değerlendirmeleri ise yine bu türden testlerle yapılmıştır[4].

İnsanlarda doğumdan itibaren boy kilo gelişimi önemli bir takip verisidir. Bu verilerin ışığında sağlıklı yaşamdan sapma olup olmadığı ne tür risklerin bulunduğu tespit edilebilir. Örneğin kalp damar rahatsızlıklarının boy kilo arasındaki ilişkileri araştırılmaktadır. Bu veriler doğrultusunda risk grupları belirlenebilmektedir. Erişkin çağda aşırı kilo alımının, kardiyovasküler risk faktörlerinin en önemlilerinden biri olduğu öngörülmektedir. Bu tip öngörüler için sağlıklı ölçüm yöntemleri geliştirilmelidir[5].

Ham maddenin mamul haline gelmesi işlevine süreç (process) denir. Süreçlerin denetlenebilmeleri için ölçüm değişkenlerine ihtiyaç vardır. Ölçüm değişkeni elde etmede kullanılan sistemin ilk ögesi algılayıcı (sensör), dönüştürücü (transdüser), verici (transmitter) diye başlayan enstrümantasyon yükselteci sinyal iyileştirme değerlendirme ünitesi diye biten bir bütündür. Süreçler özden geçirildiğinde kuvvet ölçümü ve boy (konum) ölçümünün gerekliliği ortaya çıkacaktır. Örneğin inşaat sektörünün değişmezi beton hazırlamada kum çimento ve diğer katkıların oranları tartılarak ayarlanır ve karıştırıcılara konur.

Görüldüğü gibi kuvvet ve ebat (konum) ölçümü günlük hayatta oldukça fazla uygulama alanına sahiptir. Bu tezde yapılan RTU (Remote Terminal Unit) ile 100'e yakın uygulama sadece PC yazılımı ile yapılabilir. Herhangi bir donanım değişikliği gerektirmez.

2. ÖLÇME VE KONTROL SİSTEMLERİNE GENEL BİR BAKIŞ



Şekil 2.1. Ölçme ve kontrol sisteminin blok diyagramı [6].

Ölçme ve kontrol sistemleri genel olarak ifade eden blok diyagramı Şekil 2.1.'de görülmektedir. Buradan yola çıkarak ölçme ve kontrol sistemlerini kısmen inceleyeceğiz. Blok diyagramda izlenen sıralamayı takip edelim.

2.1. Transdüserler

2.1.1. Tanımlar

Bir transdüser elektriksel olmayan fiziksel parametreleri elektrik sinyaline dönüştüren alettir (enstrümandır). Burada sinyal ölçülen parametreye karşılık gelir. Transdüserler çok değişik formlara sahiptirler ve çok sayıda fiziksel niceliği dönüştürebilirler. Hatta aynı parametreyi ölçerken farklı ölçü aletlerinde transdüserlerin farklı tipleri kullanılabilir[7].

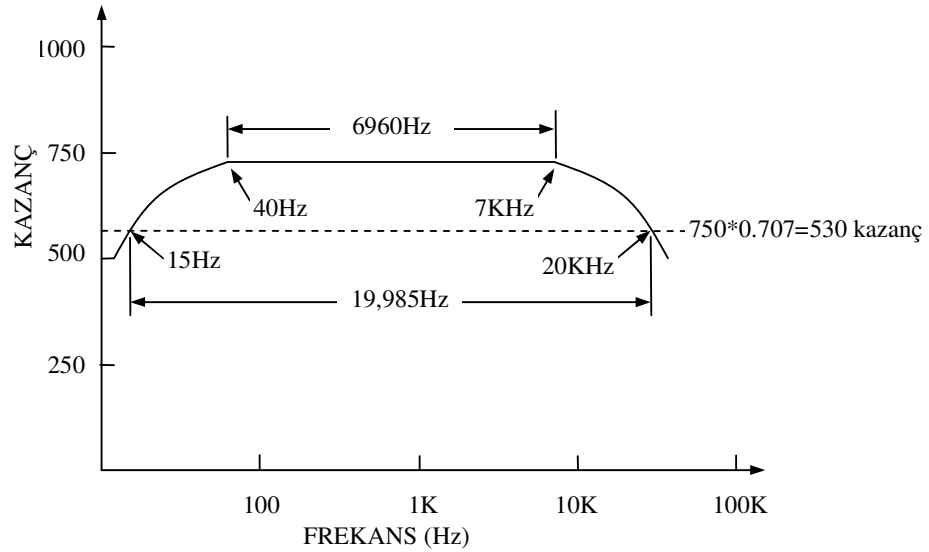
Sensör; algılayıcı duyarga gibi Türkçe karşılıklar ile de kullanılmaktadır. Temel olarak fiziksel nicelikleri algılayan hisseden olarak bilinir. Çoğu zaman bir transdüserin içerisinde ayrık veya tümleşik olarak bulunur. Hissettiği fiziksel niceliği analog olarak ifade eder. Bu zaman zaman algıladığı türden olabilir[7].

2.1.2. Terimler

Transdüser terminolojisi çeşitli terimlerden oluşur. Bu sayede transdüser seçimi yapılabilir. Terminolojide hem seçicilik yönünde terimler hem de hata kaynakları verilecektir.

Frekans cevabı ve bant genişliği

Frekans cevabı transdüserin giriş değişimlerine verdiği cevap yeterliliği diye tanımlanabilir. Giriş değişkeni sinusoidal bir değişken ya da bir konum sensörünün çıkışı kare dalga olabilir. Bir motorun devri ölçülmek istendiğinde kullanılacak Mil kodlayıcının en az mil devrinden daha hızlı olması gerekir. Aksi takdirde ölçüm taşmaya neden olacak ve sonuçlanmayacaktır[7].



Şekil 2.2. Tipik bir transdüserin frekans cevap eğrisi [9]

Şekil 2.2.'de tipik bir transdüserin frekans cevap eğrisi görülmektedir. Giriş değişkeni bir sinusoidal sinyal olan transdüserin bant genişliği kazanç değişimi ve frekans cevabı değerleri bu karakteristik eğrilerden anlaşılmaktadır[7].

Duyarlılık (Sensitivity)

Giriş değişkenine karşılık çıkış değişkeninin değişim miktarına duyarlılık denir. Transdüserin duyarlılığı ölçüm anında verilen değişime gösterdiği çıkış tepkisi üretimidir[7].

Matematiksel olarak;

$$S = \frac{O_v}{I_v} \quad (2.1)$$

Burada;

S: Duyarlık

O_v : Çıkıştaki sinyal değişim miktarı

I_v : Giriş değişkenindeki sinyal değişimi

Örneğin; Bir elektronik termometre 55 F'den 56.7 F ye değişim okuyor, çıktı skalasındaki 2.6 bölümlük değişim sonucu olarak ölçülen sıcaklıktaki gerçek değişim 3.1 F dir. Cihazın duyarlılığı nedir?

Çözüm: 1 denklemini kullanarak;

$$S = \frac{2.6 \text{ div}}{3.1 F} \quad S = 0.829 \text{ div/F}$$

olarak bulunur.

Doğruluk (Accuracy)

Bir sensorun veya transdüserin doğruluk değeri ölçülen değerin gerçek değere oranıyla hesaplanır. 'Hata' pek çok şekilde ifade edilebilir. Bunlardan en yaygını değer dikkate alınmaksızın $\pm 0.2 \text{ mm}$, $\pm 0.2^\circ \text{C}$ şeklindeki ifadelerdir. Yüzde olarak ise bir işlem değişkeninin gerçek değerinin bir yüzdesi veya ölçme aletinin tam gösterge değerinin (f.s.d.) yüzdesi olarak tanımlanır. Bu da , $\pm 0,2$ f.s.d. olarak gösterilir. [7]

Formülle,

$$\%A = \frac{M_v - T_v}{T_v} * 100 \quad (2.2)$$

Burada;

$\%A$: Doğruluk

M_v : Ölçülen değer

T_v : Gerçek değer

$$\%f.s.d. = \frac{FSO}{MaxS_v} * M \quad (2.3)$$

Burada;

$\%f.s.d$: Tam (skala) gösterge (full scale)

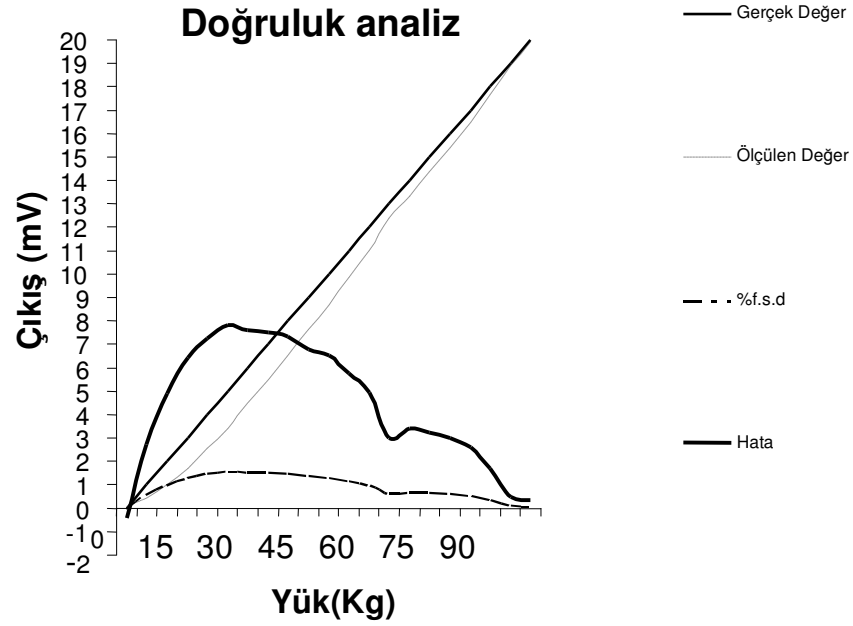
FSO : En büyük ölçülecek değer

M : Ölçüm

Örnek olarak bir Yük hücresi ile yapılmış kuvvet ölçüm sisteminin doğruluk analiz çizelgesi;

Çizelge 2.1. Kuvvet ölçüm sisteminin doğruluk çizelgesi [6]

Ölçülen Kütle	Gerçek çıkış değeri (mV)	Ölçülen çıkış değeri	Hata(mV)	$\%f.s.d.$
0	0	0.08	- 0.08	-0.40
5	1.00	0.45	0.55	2.75
10	2.00	1.02	0.98	4.90
15	3.00	1.71	1.29	6.45
20	4.00	2.55	1.45	7.25
25	5.00	3.43	1.57	7.85
30	6.00	4.48	1.52	7.60
35	7.00	5.50	1.50	7.50
40	8.00	6.53	1.47	7.35
45	9.00	7.64	1.36	6.80
50	10.00	8.70	1.30	6.50
55	11.00	9.85	1.15	5.75
60	12.00	11.01	0.99	4.95
65	13.00	12.40	0.60	3.00
70	14.00	13.32	0.68	3.40
75	15.00	14.35	0.65	3.25
80	16.00	15.40	0.60	3.00
85	17.00	16.48	0.52	2.60
90	18.00	17.66	0.34	1.70
95	19.00	18.90	0.10	0.50
100	20.00	19.93	0.07	0.35



Şekil 2.3. Doğruluk analiz grafiği [6]

Cevap verebilirlik (Responsiveness)

Bir transdüserin cevap verirliliği, istenilen çıkış değerini elde etmek için çevrilen değerin ölçülen değere oranıdır[7].

$$Rsp = \frac{Cmq}{Mq} * 100 \quad (2.4)$$

Burada;

Rsp: Cevap verebilirlik (Responsiveness)

Cmq: İstenilen çıkış değerini elde etmek için çevrilen

Mq: ölçülen değer

Örnek;

Bir basınç transdüseri bir borunun üzerinde 375 psig değeri okuyor. Çıkış okumasındaki bir birimlik değişim oluşturmak için ölçülen değerde 1,5 psig'lik bir değişime ihtiyaç var. Transdüserin cevap verirliliğini bulunuz.

$$Rsp = \frac{1,5}{375} * 100$$

$$Rsp = \%0,4$$

Tekrarlanabilirlik (Repeatability)

Bir transdüserin her ölçümde aynı ortam şartlarında birbirine çok yakın değerler elde edebilme ölçütüdür. Tekrarlanabilirliğin değerlendirilebilmesi için bir başka yol grafik kullanmaktır. Bunun için Çizelge 2.2.'ye başvurabilirsiniz. Matematiksel olarak ise aşağıdaki gibi ifade edilebilir[7];

$$Rpt = \frac{Maxv - Minv}{FSO} * 100 \quad (2.5)$$

Burada;

Rpt: Tekrarlanabilirlik

Maxv: Maksimum değer

Minv: Minimum değer

FSO: Tam gösterge

$$Rpt = \frac{Maxd - Av}{FSO} * 100 \quad (2.6)$$

Burada;

Rpt: Tekrarlanabilirlik

Maxd: En büyük sapma

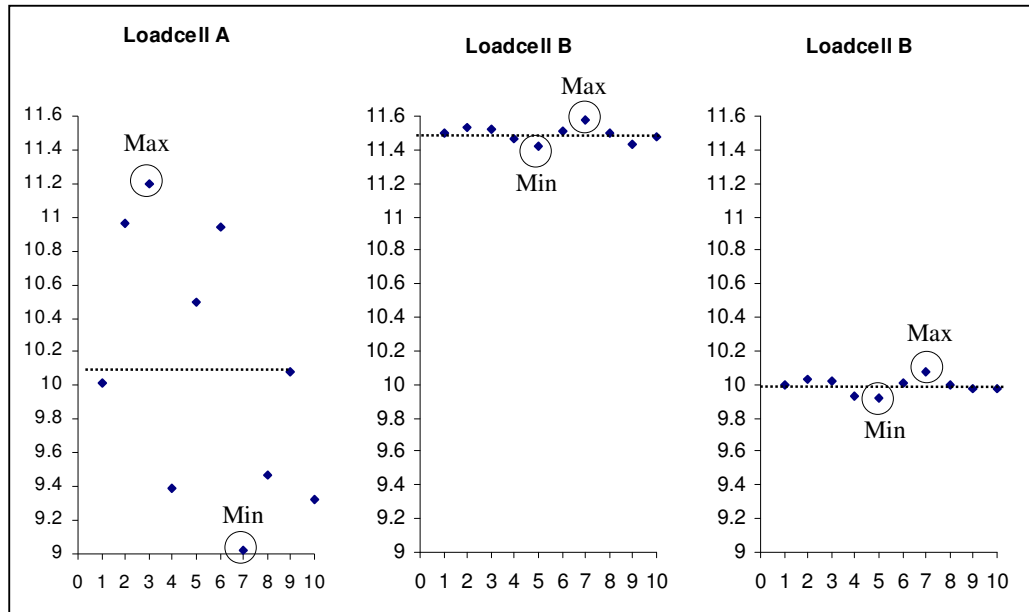
Av: Ortalama

FSO: Tam gösterge

Şekil 2.4.'de grafik olarak üç farklı yük hücresinin aynı kütleyi 10 kez ölçümünün sonucu verilmektedir. A yük hücresi her defasında çok farklı sonuçlar vermiş B yük hücresi hemen hemen 1,5kg hatayla ama her seferinde birbirine yakın sonuç vermiş c yük hücresi ise 10 kg civarında ve yakın sonuçlar vermiş. C yük hücresi daha iyi bir tekrarlanabilirlik göstermiştir.

Çizelge 2.2. Örnek yük hücresinin için tekrarlanabilirlik deneyi sonuçları

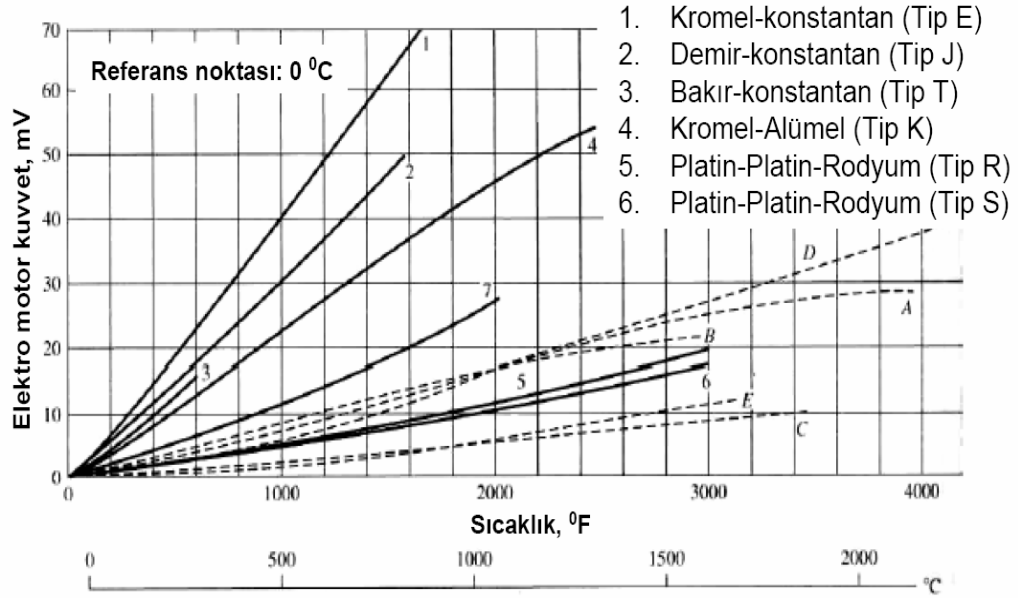
Deneme no:	Yük hücresi çıkışı (mV)		
	A	B	C
1	10.02	11.50	10.00
2	10.96	11.53	10.03
3	11.20	11.52	10.02
4	9.39	11.47	9.93
5	10.50	11.42	9.92
6	10.94	11.51	10.01
7	9.02	11.58	10.08
8	9.47	11.50	10.00
9	10.08	11.43	9.97
10	9.32	11.48	9.98
Maksimum	11.20	11.58	10.08
Ortalama	10.09	11.49	9.99
Minimum	9.02	11.42	9.92



Şekil 2.4. Örnek yük hücreleri için tekrarlanabilirlik analizleri [6].

Aralık (Range)

Bir transdüserin çalışması gereken alt limit ve üst limit değerlerini belirler. Bir yük hücresi'nin ölçebileceği kuvvetin maksimum ve minimum değerlerdir ve bu kataloglarda load range diye geçer. Bir sıcaklık sensörü için örnek verilirse; T tipi thermocouple min -160°C ve maksimum 400 °C arasında ölçme yapabilir[7].



Şekil 2.5. Thermocouple çeşitlerinin sıcaklık ölçüm aralığı

Açıklık (Span)

Bir transdüserin açıklık değeri ölçülmüş iki değerin aritmetik farkını gösterir. Yük hücresi için span load range ile aynıdır. Sıcaklık sensörü T tipi thermocouple için 560°C dir. Bu matematiksel olarak ifade edilirse[7];

$$Sp = Maxv - Minv \quad (2-7)$$

Burada;

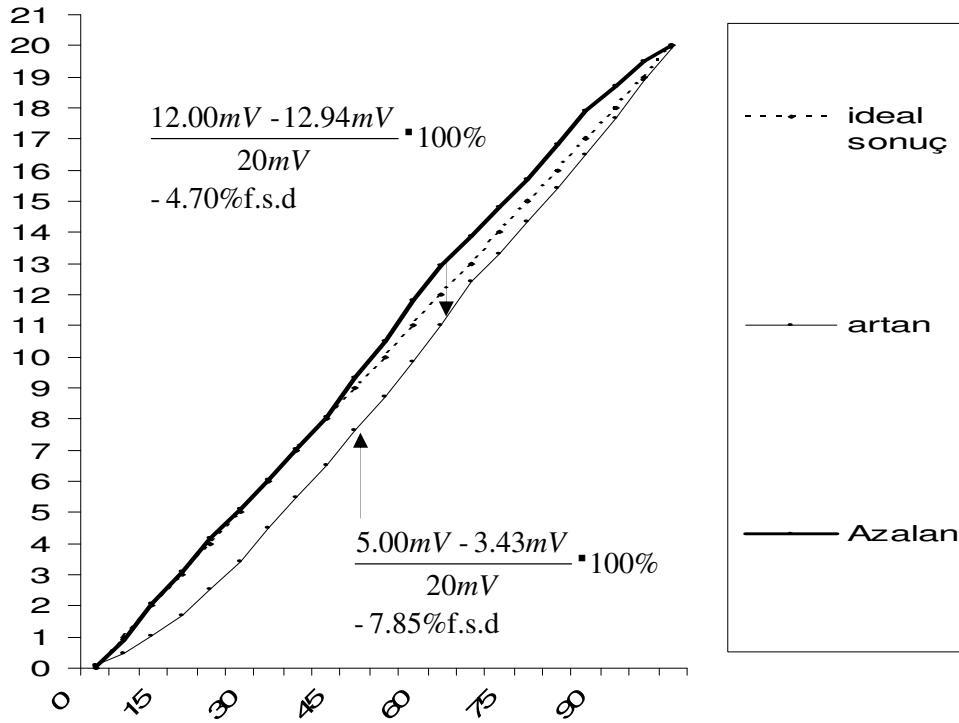
Sp : Açıklık

$Maxv$: Maksimum ölçülebilen değer

$Minv$: Minimum ölçülebilen değer

Doğrusallık (Linearity)

Bir sensörün çizgisellikten sapma değeri çizgisel olmayan bir eğriye uygun bir doğru çizilerek eğriden doğruya doğru olmuş olan farkların ölçülmesiyle bulunur [7].



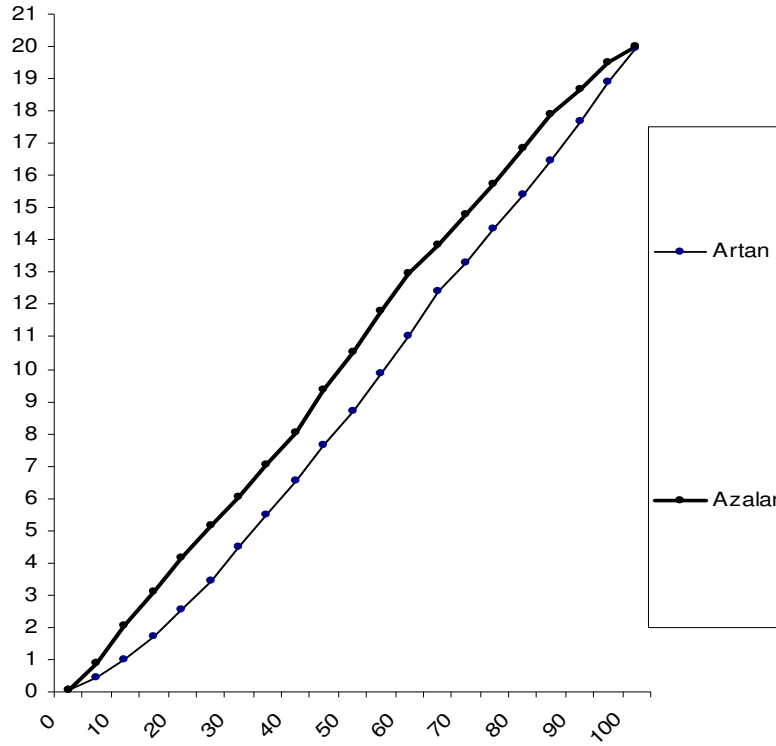
Şekil 2.6. Son nokta linearity analizi [6]

Histerisiz (Hysteresis)

En basit anlatımıyla Histerezis bir transdüserin tekrarlanan ölçümlerde güvenilir sonuçlar elde edememe karakteridir. Bir yük hücresi için Histerezis ele alındığında ölçümün ileri yön yani kuvvetin artımı yönünde yapılan ölçme ile kuvvetin eksiltilesi yönünde yapılan ölçümlerde uygulanan aynı kuvvetlere verilen farklı çıkış değerleri demektir. Aşağıdaki Çizelgede bir Yük hücresi'nin histerezis verileri görülmektedir. Örnek olarak 20 Kg ile Yapılan ölçümde artarak ölçümde 2.55 mV çıkış gerilimi elde edilirken azalma yönünde yapılan ölçüde 4.18mV çıkış gerilimi elde edilmiştir. Histerezis kimi transdüserler ve denetimciler için istenilen bir özellik olurken, kimi transdüserler için ise istenmeyen özellikler sınıfında yer almaktadır[7].

Çizelge 2.3. Histerezis analizi

Ölçülen kütle	Gerçek çıkış değeri (mV)	Ölçülen çıkış değeri	Hata(mV)	%f.s.d.
0	0	0.08	- 0.08	-0.40
5	1.00	0.45	0.55	2.75
10	2.00	1.02	0.98	4.90
15	3.00	1.71	1.29	6.45
20	4.00	2.55	1.45	7.25
25	5.00	3.43	1.57	7.85
30	6.00	4.48	1.52	7.60
35	7.00	5.50	1.50	7.50
40	8.00	6.53	1.47	7.35
45	9.00	7.64	1.36	6.80
50	10.00	8.70	1.30	6.50
55	11.00	9.85	1.15	5.75
60	12.00	11.01	0.99	4.95
65	13.00	12.40	0.60	3.00
70	14.00	13.32	0.68	3.40
75	15.00	14.35	0.65	3.25
80	16.00	15.40	0.60	3.00
85	17.00	16.48	0.52	2.60
90	18.00	17.66	0.34	1.70
95	19.00	18.90	0.10	0.50
100	20.00	19.93	0.07	0.35
100	20.00	20.02	-0.02	-0.10
95	19.00	19.51	-0.51	-2.55
90	18.00	18.70	-0.70	-3.50
85	17.00	17.92	-0.92	-4.60
80	16.00	16.84	-0.84	-4.20
75	15.00	15.71	-0.71	-3.55
70	14.00	14.82	-0.82	-4.10
65	13.00	13.86	-0.86	-4.30
60	12.00	12.94	-0.94	-4.70
55	11.00	11.80	-0.80	-4.00
50	10.00	10.52	-0.52	-2.60
45	9.00	9.35	-0.35	-1.75
40	8.00	8.06	-0.06	-0.30
35	7.00	7.02	-0.02	-0.10
30	6.00	6.04	-0.04	-0.20
25	5.00	5.13	-0.13	-0.65
20	4.00	4.18	-0.18	-0.90
15	3.00	3.10	-0.10	-0.50
10	2.00	2.04	-0.04	-0.20
5	1.00	0.88	0.12	0.60
0	0	0.06	-0.06	-0.30



Şekil 2.7. Histerezis analizi [6]

Çözünürlük (Resolution)

Çözünürlüğün tanımı genelde analog değerlerin dijital değere dönüştürülmesi esnasında gündeme gelir. Şöyle ki, bir analog voltajı dijital sinyale dönüştüreceğimizi varsayalım. Bunu yapmak için bir analog dijital çevirici devreye ihtiyac var. bu devrenin 40 volt giriş aldığını ve çevirici çıktısının 8 bit olduğunu varsayalım. Bu devrenin çözünürlüğünü şöyle hesaplayabiliriz.

$$Rsl = \frac{Isp}{Ob} \quad (2.8)$$

Burada;

Rsl: Çözünürlük

Isp: Giriş sinyal açıklığı

Ob: Çıkış bitleri

Örneğimiz için çözünürlük = $40 \text{ V} / 256 \text{ bits} = 0.156 \text{ V/bit}$

Böylece okuyabildiğimiz en hassas değerin 0.156 V olduğunu öğrenmiş oluyoruz.

Yük hücresi kullanılarak yapılan bir ağırlık ölçüm sistemi için çözünürlük tepki verilen en küçük ağırlık miktarıdır. Bu bakkal terazileri için çoğu zaman 10g olabilmekteyken bir kamyon kantarı için 10 Kg olabilmektedir[6].

2.1.3. Yük hücresi (loadcell) transdüserler

Gerilme ölçer'lerin bazı malzemeler üzerine yerleştirilmesi ile elde edilen elemanlara yük hücresi (loadcell) denir. Bu eleman genellikle uygulanan kuvveti ölçülebilir bir gerilmeye dönüştürür.

Gerilme ölçer

Gerilme ölçer (strain guage) telin uzunluğu değişince direnci değişen bir elemandır. Gerilme ölçer, gerildiğinde uzayan ve sıkıştırıldığında kısalan bir çelik silindire bağlıdır. Gerilme ölçer silindire bağlı olduğundan silindirle birlikte uzayacak veya kısılacaktır. Direnç değeri gerilme ölçer'in yapıldığı telin uzunluğu ile orantılıdır. Gerilme ölçer'in direnci ölçülerek yük hücresi üzerindeki yükü saptamak mümkündür [8].

Bir iletkenin elektriksel direnci, bu iletkenin boyu ile doğru orantılı olup, enine kesit alanı ile ters orantılıdır, yani:

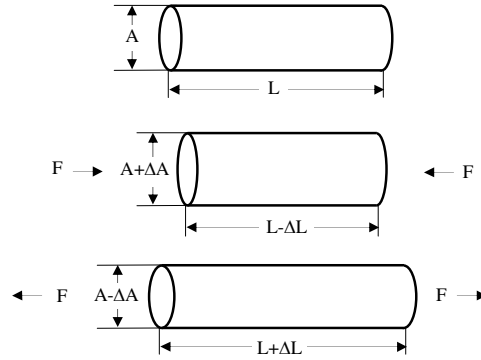
$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} \quad (2.9)$$

Burada;

ρ : Malzemenin öz direncidir

L : İletkenin boyu

A : İletkenin kesit alanıdır.



Şekil 2.8. İletken telin kuvvetle uzunluk ve çapının değişmesi

Burada ρ , malzemenin öz direncidir. İletkenin uzatılması durumunda L artar ve A azalır. Böylece dirençte artış olur. Söz konusu direnç artışı:

$$R + \Delta R = \rho \frac{(L + \Delta L)}{(A + \Delta A)} \quad (2.10)$$

Eğer aynı iletken sıkıştırılırsa bu kez de direnç değeri azalacaktır. Bu durumda:

$$\frac{\Delta R}{R} = S \frac{\Delta L}{L} \quad (2.11)$$

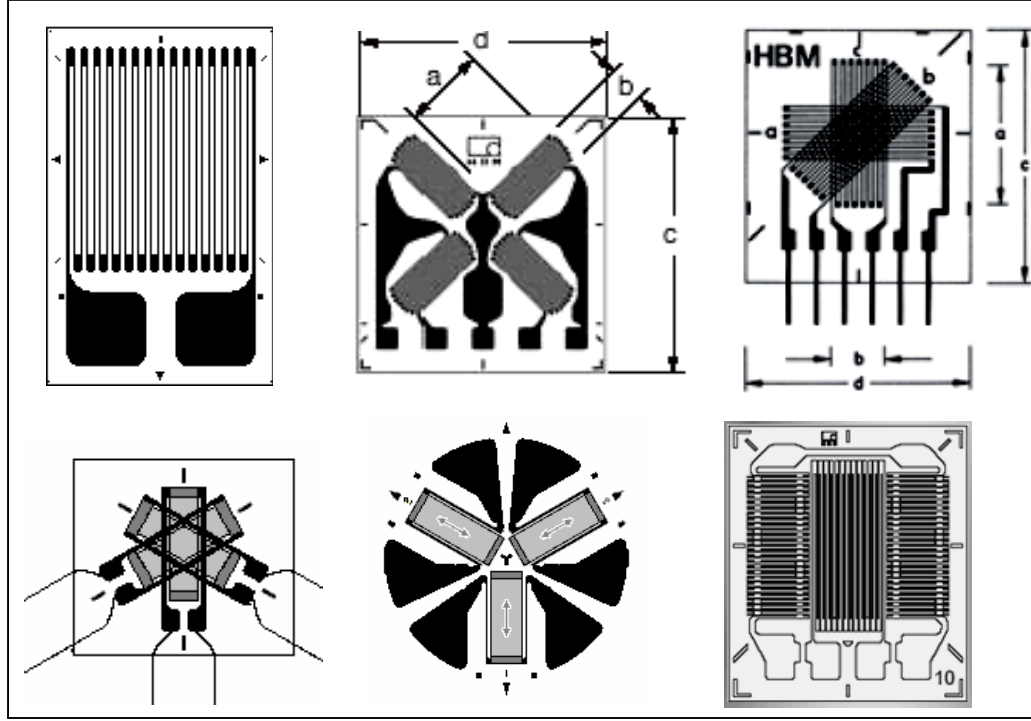
Eşitliği yazılabilir.

S gösterge faktörü adı verilen sabittir. Bununla birlikte gerilme $\Delta L/L$ oranıtısı ile ifade edildiğinden, denklem aşağıdaki gibi ifade edilebilir [8].

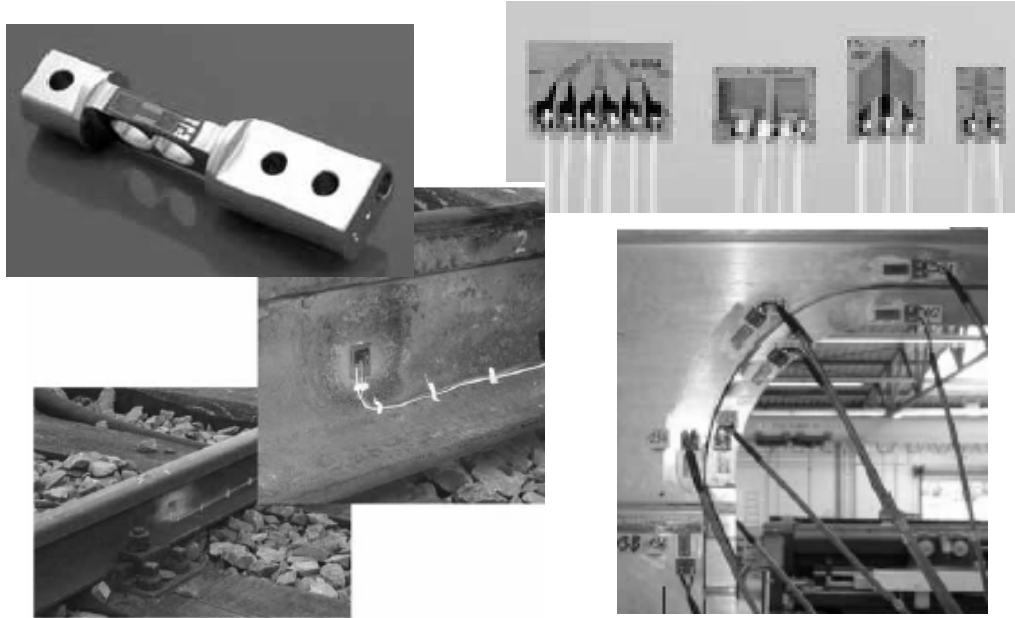
$$\Delta R = S \cdot R \cdot e \quad (2.12)$$

Burada e iletkenin uğradığı gerilme (şekil değişikliği) olup, bu denklem temel gerilme gösterge denklemdir [8].

Bu denklem dirençte gözlenen değişikliğin bir gerilmeyle (ve burada da uygulanan kuvvetle) ilişkilendirilmesine imkân verir. Bu şekilde kullanılan transdüser gerilme göstergesi veya gerilme ölçer denir.



Şekil 2.9. Gerilme ölçerler



Resim 2.1. Çeşitli malzeme üzerine yapıştırılmış gerilme ölçerler

Pratikte ise kuvvet doğrudan uygulanamaz. Gerilme ölçer genellikle gerilim altında bulunan yapı elemanına yapıştırılır. [8].

Şekil değişikliği ölçen cihazların, bağlanmış oldukları cisimlerin şekil bozulduğunu tam olarak gösterebilmeleri için çok hafif ve duyarlı olmaları gerekmektedir. Ayrıca, şekil değişikliğini ölçme cihazlarının istenmeyen yöndeki şekil değişikliklerini dikkate almaması gerekmektedir. Bunu sağlamak için çapraz duyarlılık veya gösterge faktörü denilen bir kavram vardır [8].

$$S = \frac{\Delta R / R}{\Delta L / L} \quad (2.13)$$

Burada:

S: Gösterge faktörü (birimsiz)

R: İletkenin baskısız direnci

ΔR : Baskı yüzünden değişen direnç

L: İletkenin baskısız uzunluğu

ΔL : Baskı yüzünden değişen uzunluktur.

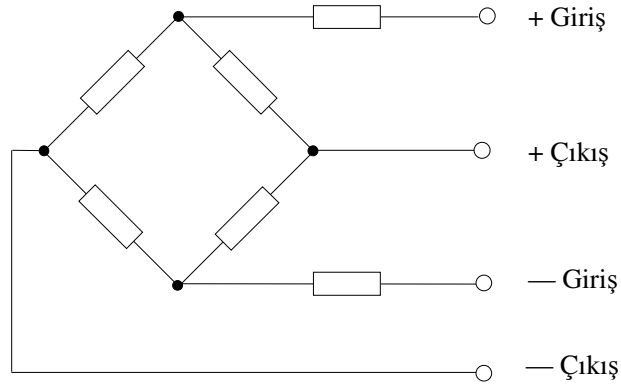
İyi tasarlanmış bir gerilme göstergesinde 0,0002'ye kadar düşük gösterge faktörü elde edilebilir[8].

Yük hücresi (loadcell)

Yük hücrelerinde dört adet Gerilme ölçer kullanılır ve bunlar wheatstone köprüsü şeklinde bağlantılıdır. (Şekil 2.10.) Köprüye bir gerilim uygulandığında çıkış gerilimi uygulanan yüke orantılı bir gerilim olacaktır.

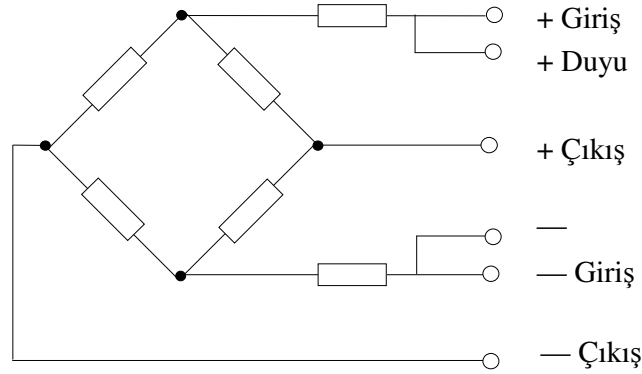
Yük hücrelerinde Şekil 2.10.'da da gösterildiği gibi iki giriş ve iki çıkış olmak üzere toplam dört uç bulunur. Bazı yük hücrelerinde bu uçlara ek olarak iki uç daha bulunur. Bunlar +duyu (+sense) ve — duyu (-sense) uçlarıdır. Bu uçlar Şekil 2.11.'de gösterildiği gibi giriş uçlarıyla aynı yere bağlanırlar ve amaçları yük hücresi bağlantılarında herhangi bir kopukluk meydana gelip gelmediğini tespit etmektir.

Wheatstone Köprüsü Devresi



Şekil 2.10. Yük hücresi içyapısı (4 uçlu düzenleme)

Whetstone Köprüsü Devresi



Şekil 2.11. Yük hücresi içyapısı (6 uçlu düzenleme)

Yük hücreleri ile ilgili terimler

Tam Gösterge Çıkış Gerilimi (Full Scale Output): Yük hücresinin tam yük değerindeki çıkış değeridir. Birimi mV/V 'tur. Örneğin bu değer $2mV/V$ ise ve besleme gerilimi $10V$ ise yük hücresinin tam yük altında vereceği çıkış gerilimi $20mV$ 'tur [9].

Besleme (Uyarma) Gerilimi (Excitation Voltage) : Yük hücresinin çalışması için gerekli olan besleme gerilimidir. Bu değer genellikle $10V$ seçilir ve en fazla $15V$ 'tur

Giriş Direnci (Input Resistance) : Yük hücresinin giriş uçları arasında ölçülen direnç değeridir [9].

Çıkış Direnci (Output Resistance): Yük hücresinin çıkış uçları arasında ölçülen direnç değeridir [9].

Histerezis (Hysteresis) : Maksimum yük değerinden belli bir yük değerine inildiğinde ölçülen çıkış ve minimum yük değerinden aynı yük değerine çıkıldığında ölçülen çıkış arasındaki farktır. Tam gösterge değerinin yüzdesi olarak ifade edilir [9].

Doğrusal Olmama (Nonlinearity) : Yüksüz durumdaki çıkış ile tam yük altında alınan çıkış değerleri arasında çizilen kalibrasyon eğrisinden maksimum sapmadır. Tam gösterge değerinin yüzdesi olarak ifade edilir [9].

Kompanzasyonlu Sıcaklık Aralığı (Compensated Temperature Range) : Çıkışı ve sıfır dengesini sürdürmesi için yük hücresinin kompanze edildiği sıcaklık aralığıdır [9].

Güvenli Sıcaklık Aralığı (Safe Temperature Range) : Performans karakteristiğinde kalıcı değişiklikler meydana gelmeden yük hücresinin çalışabileceği sıcaklık aralığıdır [9].

Yalıtım Direnci (Insulation Resistance) : Köprü devresi ve yük hücresinin yapı malzemesi arasında ölçülen dirençtir [9].

Sıfır Dengesi (Zero Balance) : Yüksüz durumda iken yük hücresinin çıkışından alınan gerilim değeridir. Genellikle tam gösterge çıkış geriliminin yüzdesi olarak ifade edilir [9].

Yük hücresi türleri

Yük hücreleri kapasitelerine göre çeşitli şekillerde üretilirler. Bu türler Çizelge 2.4.'de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Kapasitelerine göre yük hücresi türleri

Kapasite Aralığı	Yük hücresi türü
20kg-200kg	Eğilme Tipi (Bending Beam)
200kg-5t	Kesme Tipi
500kg-2t	S Tipi
6kg-600kg	Platform Tipi
10t-200t	Basma Tipi

Eğilme tipi yük hücreleri kesme kuvveti prensibi ile elektronik ağırlık ve kuvvet ölçme uygulamalarında endüstriyel ortamlarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Eğilme tipi yük hücreleri düşük ağırlıkların söz konusu olduğu yerlerde, özellikle platform kantarları, torbalama ve dozajlama makineleri ve bant kantarlarında kullanım alanı bulmaktadır.



Resim 2.2. Eğilme tipi yük hücresi

Kesme tipi yük hücreleri kesme kuvveti prensibine göre çalışan yüksek hassasiyetli elektronik kuvvet ve ağırlık ölçme sistemleri için tasarlanmıştır. Bu yük hücreleri baskı yönünde kullanılmak için geliştirilmiş olup özellikle platform kantarları, işlem ölçümleri ve mekanik elektronik dönüşümlerinde uygulama alanı bulur.



Resim 2.3. Kesme tipi yük hücresi

S tipi yük hücreleri kesme kuvveti prensibi ile basma ve çekme yönünde çalışan kuvvet ölçüm uygulamaları için geliştirilmiştir. Özellikle bant kantarları ve mekanik terazilerin elektroniğe çevrilmesinde kullanılırlar.



Resim 2.4. S tipi yük hücresi

Platform tipi yük hücreleri düşük kapasiteli ve tek yük hücreli platform kantarlarında, yükleme noktasının değişken olabildiği uygulamalarda kullanım alanı bulmaktadır. Alım, satım basküllerinde, endüstriyel parça sayma terazilerinde, torbalama, dozajlama makinelerinde, tıbbi ve bilimsel alanlarda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.



Resim 2.5. Platform tipi yük hücresi

Basma tipi yük hücreleri kesme kuvveti ile basma yönünde çalışan yüksek hassasiyet ve yüksek kapasiteli elektronik ağırlık ve kuvvet ölçme uygulamalarında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Tank ve vagon tartım sistemleri ve çok yüksek kapasiteli kantarlar gibi basma yönünde yük uygulamaları için geliştirilmiştir.



Resim 2.6. Basma tipi yük hücresi

Kablo Gerilim Sensörü yük hücreleri (load cell), aşırı yük koruma amacı ile asansör veya vinçlerde hareketsiz olan çelik halatlara monte edilir. Çelik halatlardaki gergi yükünü algılar. 2 veya 4 halatlı sistemlerde kullanılır.



Resim 2.7. Kablo gerilim sensörü yük hücresi

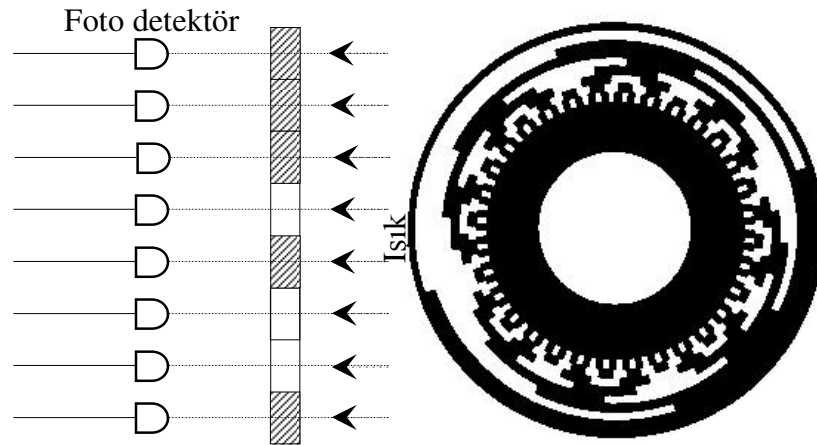
Merdane Gerilim Sensörü yük hücreleri (load cell), merdanelerin miline takılarak merdane üzerine gelen yüklerin algılanmasında kullanılır. Kendi içinde bulunan bilyesi ile montaj kolaylığı sağlar. Merdaneden geçen malzemenin gerginliğini algılamakta kullanılır.



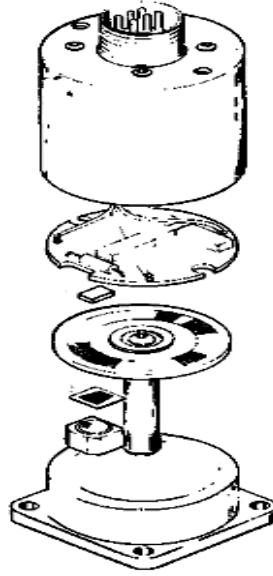
Resim 2.8. Merdane gerilim sensörü yük hücreleri

2.1.4. Optik mil kodlayıcılar (Optical shaft encoder)

Temel olarak optik mil kodlayıcılar iki guruba ayrılırlar Artımlı ve Mutlak. Her iki türünde çalışma prensibi ışıksal engelleme esasına dayalıdır. Bu esasa göre ışık engeli aşıldıkça puls üretilir. Dairesel ışık engelleri mil etrafına takılırsa mil döndükçe ışık engeli sayısınca puls üretilcektir. Temel yapı budur[6].

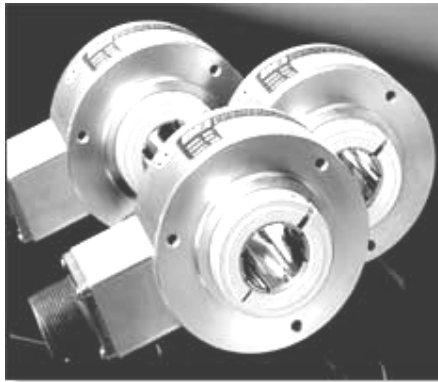


Şekil 2.12. Mutlak mil kodlayıcının prensip yapısı ve örnek disk yapısı

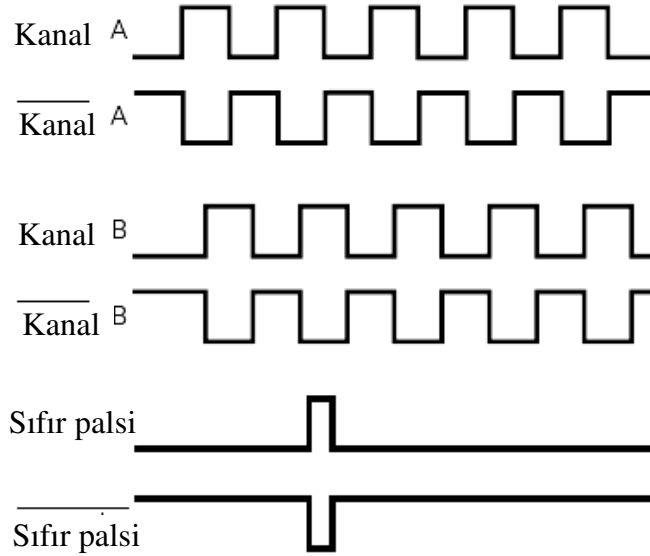


Şekil 2.13. Artımlı bir mil kodlayıcısının açık kutu hali

Artımlı Tip (Incremental Encoder) : Bu tip mil kodlayıcı milin dönme açısına göre seri çıkış darbeleri üretir. Mil dönmüyorken çıkış darbesi vermez. Çıkış darbeleri sayısını saymak için ayrı bir sayıcı gerekir. Mil kodlayıcı, sayılan darbe sayısı ile dönme pozisyonu algılar. Bu mil kodlayıcı tip, tek yönlü tip (Yalnızca kanal A çıkışı; bu tip mil dönerken darbe üretir) ve çift yönlü tip (A ve B kanalları; çıkış bu tip mil dönme yönünü de algılar) olmak üzere sınıflandırılır. Devir başına bir referans darbe çıkışı olan sıfır indeksli A tipide kullanılabilir[6].

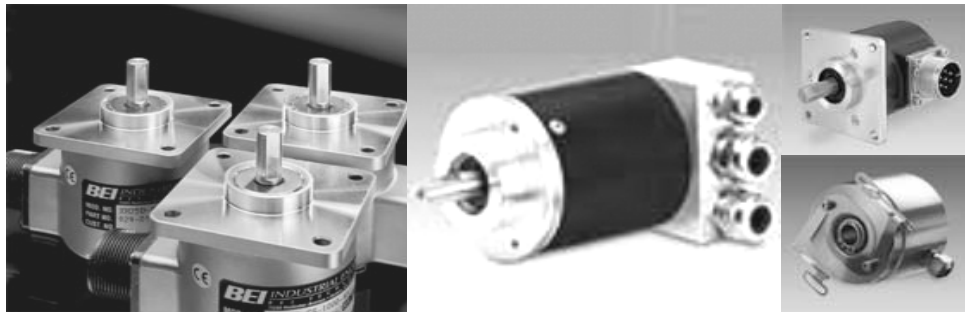


Resim 2.9. Incremental (Artımlı) mil kodlayıcı



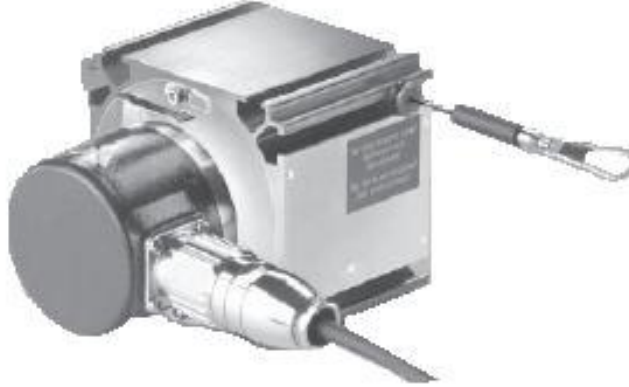
Şekil 2.14. Incremental (Artımlı) mil kodlayıcının çıkış palsleri

Mutlak tip (absolute encoder): Milin mutlak dönme açısını göstermek için paralel olarak kodlanmış işaret çıkışları verir. Artımlı tipten farklı olarak darbe sayısını saymak için sayıcıya gerek yoktur ve mil kodlayıcı milinin dönme açısı daima bilinebilir. (mutlak tipin çözünürlüğü daha iyidir ve daha büyük değerlerde çıkış verebilir.) Bu tip mil kodlayıcı orijin ayarı yapmaya gerek yoktur. Milin o andaki konumu orijin olarak tanımlanabilir. Mil kodlayıcı çıkış işareti anahtar çıkışlarından etkilenmez ve milde ince ayar gerekli değildir. Ayrıca mil kodlayıcı tarafından kodlanmış işaret çıkışı okunamadığı durumda bile, devir azaldığı zaman doğru dönme açısı kaydedilir. Bunun yanı sıra, mil kodlayıcı uygulama teçhizatının titreşiminden doğabilecek hareketlerden etkilenmez.



Resim 2.10. Absolute (mutlak) mil kodlayıcı

İp çekmeli mil kodlayıcı: doğrusal hareketi dönüş hareketine dönüştüren ip (halat) çekmeli mil kodlayıcı kullanılır. Bu tip mil kodlayıcılarda dönen mile bir ip sarılmış ve bu ipin çekilmesi veya itilmesi ile mil kodlayıcı çıkış palsi üretir. Orta mesafeli hareket ölçümünde kullanılırlar. Hem artımlı hem de mutlak tip olabilir.



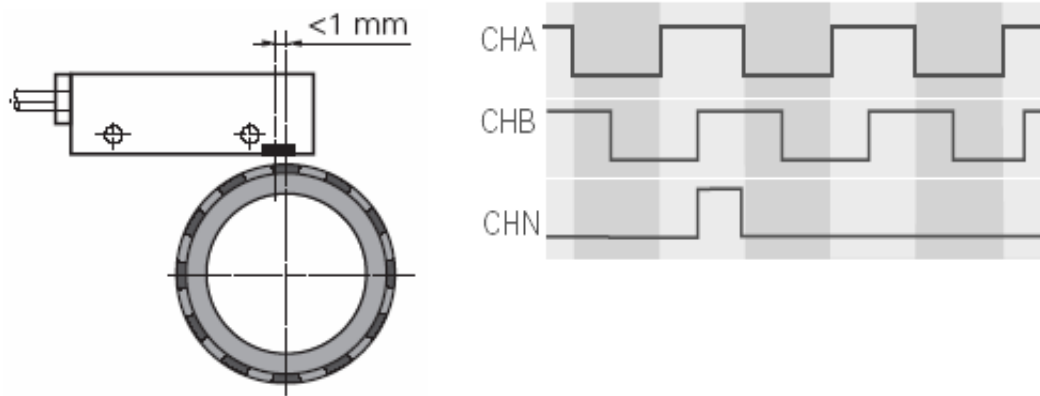
Resim 2.11. İpli (halat) mil kodlayıcı

Doğrusal mil kodlayıcılar: manyetik alan sensörü kullanılarak yapılmış olanları orta uzunlukta hareketlerin ölçümünde kullanılır. 1mm veya 2mm'lik manyetik bit bant ile kullanılırlar çözünürlükleri $20 < \mu\text{m}$ 'dir.



Resim 2.12. Doğrusal mil kodlayıcı (Manyetik alan sensörlü)

Dokunmaksızın ölçüm yapan mil kodlayıcılar: bu tip Mil kodlayıcılar temassız mil kodlayıcı olarak da anılırlar. Genellikle manyetik ya da endüktif olarak çalışırlar. Dönüş açılarına bağlı olarak çıkışlarında sinyal üretebilirler.



Şekil 2.15. Temassız doğrusal mil kodlayıcı'nın yapısı ve sinyal şekli

Mil kodlayıcılar ile ilgili terimler

Maksimum Cevap Frekansı: Döner mil kodlayıcının elektriksel olarak cevap verebileceği maksimum frekanstır. Artımsal tip Mil kodlayıcı ile bu frekans, Mil kodlayıcının saniyede cevap verebileceği çıkış darbeleri sayısı demektir. Bu nedenle artımsal tip Mil kodlayıcı aşağıdaki bağlantıyı sağlamalıdır.

$$\text{Max Frekans Cevabı} = (\text{Devir sayısı} + 60\text{dev/dak}) * \text{Çözünürlük} \quad (2.14)$$

Atalet Momenti: :Döner milin atalet momentidir. Atalet momenti küçüldükçe, mil daha çabuk ve sarsıntısız durabilir.

A Çıkış ve B Çıkışı: İki yönlü çıkış tipi mil kodlayıcı için milin saat dönüş yönünde(CW)mi, ters yönde mi(CCW) döndüğünü belirlemek için iki çıkış kanalı kullanılır. Bunun için A ve B çıkışı arasındaki faz farkından yararlanılır. Faz farkı ideal olarak 90° 1:0 ise de 1:45'lik bir tolerans kabul edilebilir.

Sıfır Çıkış (Sıfır indeks Fonksiyonu): Mil kodlayıcı milinin her dönüşü için bir referans darbe çıkış olarak alınır. Bu sıfır çıkış olarak alınır. Bu sıfır indeks fonksiyonu, normal olarak artımsal tip mil kodlayıcılarında vardır. Ve harici olarak bağlı sayıcıyı sıfırlamak için kullanılabilir..

Çözünürlük: Artımsal mil kodlayıcılar için bu terim, mil dönüşü başına çıkış darbeleri sayısına tekabül eder..

Mil Yüklenebilirliği: Mil yüklenebilecek maksimum yüküdür. Mil yüklenmesi, "radyal yükleme" ve "eksenal yükleme" olmak üzere uygulanan yükün yönüne göre ikiye ayrılır. Mil uygulanan yük yatak ömrünü doğrudan etkileyen bir faktördür..

Dönme Hızı: Dönen Mil kodlayıcının mekanik olarak dayanabileceği maksimum dönme hızıdır. Bu değerin üstünde Mil kodlayıcının kullanılması tavsiye edilmez. Normal Mil kodlayıcı çıkışı için, Mil kodlayıcı hem dönme hızı, hem maksimum cevap frekansı şartlarını sağlayacak bir mil hızında çalıştırın..

Başlama Torku: Mil durağan haldeyken döndürmek için gereken torktur. Küçük kalkış torku ile mil daha sarsıntısız döner..

2.2. SCADA

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. 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 olmak tanımlamak daha doğru olmaktadır[10].

SCADA yazılım paketleri endüstriyel tesislerde altyapı yazılımı görevini görmekte şirket içindeki ağ “INTRANET” ve şirket dışındaki ağ “EXTRANET”lerin 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, SCADA üretimde merkezi izleme sistemi, grafik kullanıcı ara yüzleri, yerel denetim desteği için araçlar, dağıtılmış uygulamaların bütünleşmesi, bilginin işlenmesi görevlerini üstlenir. SCADA, işletme genelinde herkese, her yerde, her zaman kâğıt kullanmadan gerçek zamanlı ve dağıtılmış, doğru ve detaylı bilgiyi sağlamakla görevlidir. Günümüzde Üretim Döngüsü Üretim, Dağıtım, Satış, Pazarlama, Servis, Geliştirme ve Müşterinin sıkı işbirliği ile gerçekleştirilmektedir. Bu bilgi alışverişi Planlama ve Üretim seviyelerinde tek bir organizasyonun sınırlarını aşmakta ve organizasyonlar arası bilgi akışına dönüşmektedir. Bu da çok yakın bir gelecekte INTERNET-SCADA’nın yaygın olarak kullanılacağına bir göstergesidir. SCADA Üretim endüstrisinde gerçek zamanlı üretim bilgileri için bir omurga oluşturduğu gibi INTERNET teknolojisi kullanarak değişik bilgi omurgalarına sahip firma dışı ortaklara da gerçek zamanlı veriler taşıyarak ulaşır. Böylece en geniş anlamı ile SCADA Sistemleri Üretim ve Girişim (ENTERPRISE) Organizasyonlarındaki değişik altyapı sistemleri entegre edip organizasyonların amacı doğrultusunda çalışmalarını sağlamaktadırlar[10].

2.2.1. Günümüzde scada sistemleri

İşletmeler Modem bir SCADA yazılımından sırasıyla;

- Kullanım Kolaylığı
 - İletişim Kolaylığı
 - Yaygın İşletim Sistemleri Üzerinde Koşması
 - Diğer Veritabanı Uygulamaları ile Entegrasyon
 - Yüksek Verimlilik
 - Düşük Maliyet
- beklemektedirler.

SCADA üretimi kolaylaştırmak için bir araç olduğu için kolay geliştirilebilir ve üretim programında yapılan değişiklikleri kolay uygulayabilir olması gerekmektedir. İşletmelerin günlük giderlerinin yüksek olması nedeni ile zaman, dolayısı ile de değişikliklerin çabuk gerçekleştirilebilir olması bu tür yazılımların kullanımının tercih nedenleri arasındadır[11].

SCADA sistemleri kullanarak uygulama yazılımı geliştirmek için iletişim protokollerinin tanımlanması ve veri tabanı yapısının tanımlanması gerekmektedir. İletişim protokolleri SCADA'nın işletmedeki bilgi omurgası olması görevini yapması için birbirleri ile iletişim kurması gereken birimlerin haberleşmesini sağlamaktadır. SCADA sisteminin gözlem ve denetim fonksiyonlarını üstlenmesi için sürece ait giriş ve çıkış bilgileri bir veri tabanında tanımlanır. Veri tabanında süreç değişkenlerine tekabül eden her bir bilgi etiket, kapı veya nokta olarak tanımlanır. Bu süreç değişkenlerinin bulunması gereken seviyelerle ilgili alarmlar ve bu değişkenlerin işlenmesi gerektiğinde kullanılacak işlem blokları veri tabanı tanımlanması fazında gerçekleştirilir[11].

SCADA sürecin gözlemlenmesi kadar süreç değişkenlerinin sürekli veya tanımlanmış olaylara karşı gelen zamanlarda kaydedilmesini sağlar. Tarihi verileri toplama ve gösterim fonksiyonları içerisinde olay tetiklemeli veri toplama özelliği günümüzdeki SCADA sistemlerinin üstün özelliklerinden biridir. Bazı tanımlanmış durumların kaydedilmesi, tüm verilerin kaydedilip bunların arasından tanımlanmış durumları arama zorluğunu ortadan kaldırmaktadır. Süreç değişkenleri ya zamanın ya da birbirlerinin fonksiyonu olarak grafiksel veya çizelgeler halinde gösterilebilirler. İyi bir SCADA yazılımından beklenen sahada olan olayların bir hata zamanı eklenmeden kaydedilmesidir. Özellikle hızlı süreçlerde varsa hata zamanın göreceli olarak çok küçük olması gerekmektedir[11].

SCADA sistemleri süreç değişkenlerini sürekli olarak gözleyip bu değişkenlerin istenmeyen değerlere ulaşması durumunda operatörü uyarmak üzere geliştirilmiş alarm yapısına sahiptirler. Alarmlar basit listeler halinde tanımlandığı gibi önem sırasına göre sınıflandırılmış olarak veya grafik içinde gösterilebilirler.

SCADA sistemleri fabrikadaki değişik vardiyalarda yapılmış üretim sonuçlarını, sürecin belirli değişkenlerini, olayların sonuçlarını istek üzerine veya olaylar gerçekleştikçe veya periyodik olarak raporlarlar. Bu raporları işletmenin isteği herhangi bir düzende hazırlamak mümkündür[11].

SCADA sistemleri kullanarak üretime dair reçeteler uygulamaya konulurlar. Reçeteler grafiklerle ilişkilendirilip operatörün reçetelere kolay erişimi ve gerekiyor ise bu reçetelerde değişiklik yapması mümkün olur. Operatörlerin reçeteleri başlatması veya değiştirmesi istenmeyen durumlarda ise SCADA programında yazılan reçeteler uygulama esnasında otomatik olarak çağrılabilirler[11].

SCADA uygulamalarında yazılımın değişik kullanıcılar tarafından değişik şekillerde kullanılmasını sağlayan yetki ve güvenlik mekanizması kodlar kullanılarak sağlanır. Genellikle SCADA paketlerinde kullanıcı kolaylığı sağlayan ve SCADA operasyonlarını içeren bir denetleme lisansı bulunmaktadır.

Günümüzde üretim, Girişim Organizasyonları yapısında örgütlenmiş, fabrikalar arası işbirliğini amaçlayan, sipariş üzerine ve tam zamanlı bir nitelik kazanmaktadır. Bu yapılanmanın içinde SCADA sistemleri organizasyonlar arası iletişimi sağlayan bilgi yolu görevini

- a) Sanal Dosya Arabirimleri,
- b) Uygulama Programları Arabirimleri,
- c) Dinamik Veri Değişimi,
- d) SQL Bağlantısı araçlarını kullanarak yerine getirmektedirler.

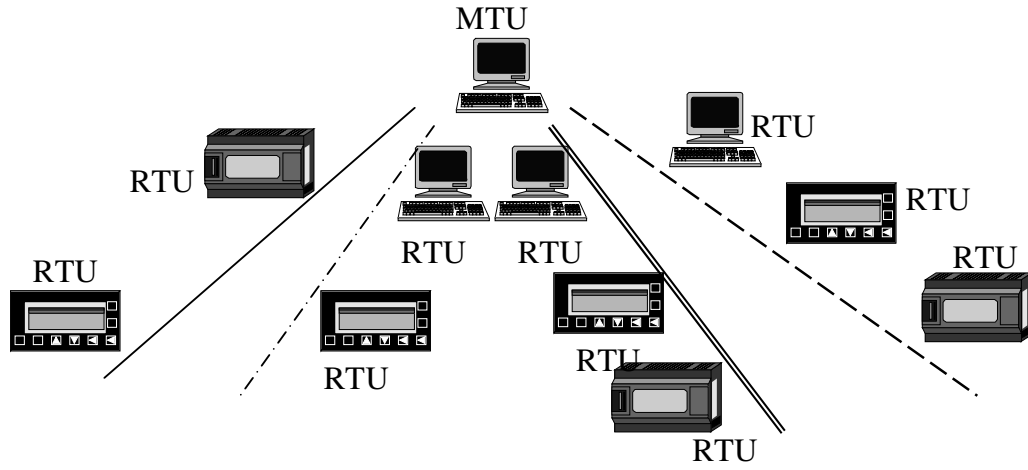
Sanal Dosya Arabirimleri, SCADA ile diğer uygulamalar arasında format dönüşümü olmadan veri değişimine izin vermektedirler. Uygulama Programları Arabirimleri uygulama modüllerinden SCADA'ya ulaşmak için gerekli arabirim yazılımlarıdır. Dinamik veri değişimi bağımsız yazılımların birbiri ile veri değiştirebilmesini sağlamakta ve bu özelliğe sahip SCADA programlarının entegrasyonu daha kolay olmaktadır. SQL bağlantıları tanımlanan noktaların veri tabanına geçirilmesi ve veri tabanından sorgulanmasını sağlamaktadırlar[11].

SCADA sistemleri fabrikalarda tüm fabrikayı kapsayacak veya fabrikanın bir bölümünü kapsayacak şekilde çeşitli SCADA istasyonlarının sürekli veri alışverişi yapmasını sağlamaktadırlar. Fabrika bilgi ağı ile birbirlerine bağlı olan SCADA istasyonları, SCADA Gözlem Paketleri ve Yönetim Gözlem noktaları tüm otomasyon sistemleri ve saha donanımları ile birlikte çalıştırmaktadırlar. Kritik süreçlerde iki SCADA istasyonu birbirine paralel olarak tanımlanıp biri devre dışı bırakıldığında diğeri çalışmaya ve süreci denetlemeye devam eder[11].

SCADA yazılım paketleri, Windows NT'nin bilgisayar işletim sistemi olarak yaygın kabul görmesinden sonra ağırlıklı olarak NT işletim sisteminin özelliklerini kullanarak geliştirilmeye başlandılar. Bu paketlerde çoklu işlem yapabilme kapasitesi, çekirdek modül, olay tetiklemeli veri değişimi, etkin hafıza kullanımı ve olay zincirlerine hızlı tepki kabiliyetleri bulunmaktadır. Kullanılacak SCADA yazılımlarının performansını incelemek için yazılımın a) görüntü performansına, b)kayıt performansına, c) alarm performansına ve d) yedekli çalışma ve bilgi ağlarına(network)'e bağlanma performanslarına bakmak gerekmektedir. Uzak mesafelerden aldığı tepkileri iskeleme hızı da SCADA yazılımlarının etkin olarak kullanılıp kullanılmayacağı konusunda karar verebilmek için önemli bir parametredir.

2.2.2. SCADA sisteminin genel yapısı

SCADA sistemi geniş bir alana yayılmış cihazların (elektrik makineleri, kesici, ayırıcı, trafo, ve çeşitli enstrümanların ...,vb) bir merkezden bilgisayar aracılığıyla denetlenmesini, izlenmesini, önceden tasarlanmış bir mantık içinde işletilmesini ve geçmiş zaman birimlerine ait verilerin saklanması sağlayan sistemlere verilen genel bir addır. Aşağıda sistemin şematik yapısı gösterilmiştir. Bu sistem sayesinde, bir tesise veya işletmeye ait tüm elemanların kontrolünden üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar bütün birimlerin kontrolü ve gözetlenmesi sağlanabilir.



Şekil 2.16. SCADA sisteminin genel görünümü ve iletişim hatları

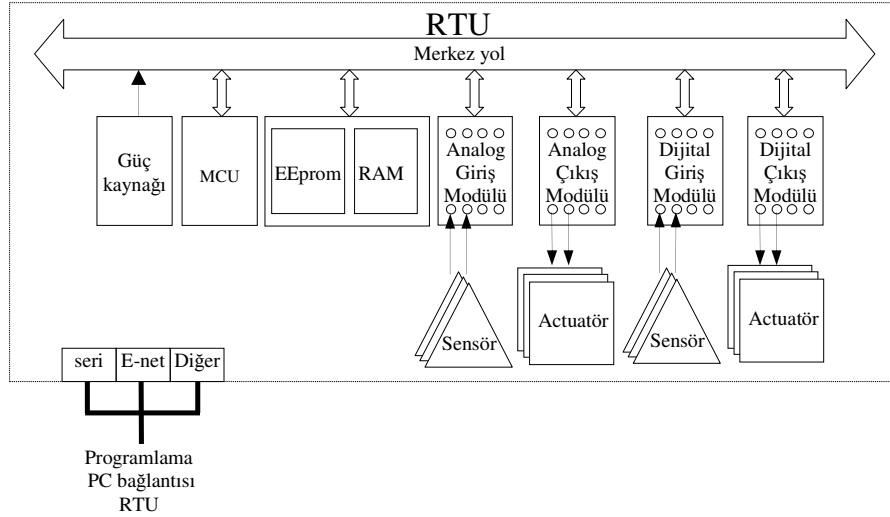
- MTU: Merkezi Terminal Ünitesi
- RTU: Remote Terminal Unit
- Kiralık Hatlar - - - - -
- Fiber Optik Hatlar = = = = =
- Radyo Link Hatları - . - . - .
- RF Hatlar _ _ _ _ _

Bu sistem bir dizi elektronik kontrol üniteleri endüstriyel bilgisayarlar veya iş istasyonları uygulama yazılımları ve iletişim bölümlerini içerir. SCADA sistemini temel olarak dört bölüm altında incelemek mümkündür. Bunlar uzak terminal birimleri, Ana terminal birimi iletişim sistemi ve kontrol üniteleri olarak sıralanabilir[12].

2.2.3. Uzak terminal birimleri (RTU)

Uzak terminal birimleri bulundukları yerde ölçüm ve denetleme işlemleri yürüten birimler, RTU (Remote Terminal Unit) olarak adlandırılmaktadır. Scada sistemleri içerisinde yerel ölçüm ve kumanda noktaları oluşturan RTU'lar birbirlerine bağlanabilen çeşitli cihazlara (Enerji Gözetleme Sistemlerinde), kesici ayırıcı

kumanda edebilir. Ölçülmesi gereken akım, gerilim, aktif ve reaktif güç, güç faktörü, akış debi hacim sıcaklık kütle kuvvet tork güç gibi fiziksel nicelikleri ölçebilir.[11]



Şekil 2.17. RTU'nun blok şeması

Bu türden nicelikleri kontrol edebilme imkânı sağlar. RTU yardımıyla merkezi kumanda ve izlemeyi sağlayabilmek için RTU'lar tüm ölçüm sonuçları ile cihazların çalışma durumlarını merkeze ileterek ve merkezden gelen komutlar doğrultusunda işlemlerini yaparlar. Böylece merkezi denetim birimlerinin başında bulunan sistem operatörünün tüm ölçüm sonuçlarını görmesi ve gerekli komutları göndererek sistemin denetlenmesini sağlar. Fakat RTU'nun görevi sadece ölçüm yapmak ve komut uygulamak değil, ölçüm sonuçlarının belirli sınırlar içerisinde olup olmadığını da denetleyerek aykırı ya da alarm durumlarını merkeze bildirmeyi de sağlar. RTU'lar gelişen teknoloji ile birlikte birçok asamadan geçmişlerdir. İlk zamanlarda kontrol sistemlerinde kullanılan RTU'lar mikroişlemcisizdi, mikroişlemcisiz RTU'lar sadece ölçüm yaparak bu ölçüm bilgilerini merkeze bildirerek merkezden gelen komutlar doğrultusunda işlem görürlerdi. Bu tür RTU'lar ile oluşturulan; SCADA sistemlerinde birçok olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan problemleri şu şekilde sıralayabiliriz.

- a) Merkezin devre dışı kaldığı ya da merkezle RTU'ların iletişiminin kesildiği durumlarda oluşacak sorunlara müdahale edilmemekte ve sonuç olarak da sistemin işletimi aksamaktadır.
- b) Alarm durumlarında, merkezin alarm kararı verip RTU'ya komut göndermesi belli bir süre almaktadır. Bu da anında müdahale edilmesi gereken durumlarda sakıncalara yol açmaktadır.
- c) Akıllı olmayan RTU'lar ile oluşturulan Scada sisteminin çalışabilmesi için merkezin sürekli olarak RTU'lar ile sürekli iletişim halinde olması gerekmektedir. Ancak bu sayede merkez, denetlenen cihazlar hakkında bilgi sahibi olup istenilen işlemleri yerine getirebilir. Bu durumda çok yoğun iletişim trafiğinin yaşandığı Scada sistemlerinde özel bir iletişim hattının bulunması gerekir.
- d) Mikroişlemcisiz RTU'lar kullanıcıların özel gereksinimlerinin bulunduğu ya da karmaşık kontrol algoritmalarının uygulandığı durumlarda yetersiz kalmaktadır.
- e) Tüm Scada sisteminin yükü merkez bilgisayarı üzerinde olacağından çok hızlı, yüksek işlem gücü olan, pahalı bilgisayarlar kullanılması gerekmektedir. Bu da ek ekonomik yük getirmektedir.

Yukarıda bahsedildiği gibi mikroişlemcisiz RTU'ların temel amacı kontrolden çok bilgi toplama özelliği taşır. Sanayiye Dağıtılmış Kontrol Sistemleri DCS hem bilgi toplama hem de toplanan bilgiden yararlanarak kontrol amaçlı olduğu için mikroişlemcili RTU'lar geliştirilmiş ve yaygın olarak kullanılmaktadır[11].

Mikroişlemcili RTU'lar, programlanabilir cihazlar olup, merkezi bilgisayarın işlem yükünün bir kısmını üzerine alarak, sistem veriminin ve performansının artmasını sağlamaktadır. İşlemcili RTU'lar tüm olumsuz durumları sinayarak alarm uyarıları üretebilir ve bu durumlarda ne yapılacağına anında kendileri karar vererek yerinde müdahale edebilir. Aynı zamanda işlemcili RTU'lar kullanıcının özel isteklerini yerine getirecek şekilde programlanabilir. Böylece denetleyici cihazların kullanıcı

gereksinmelerini karşılayacak şekilde çalışması sağlanmış olur. Bu esnada diğer işlemcili RTU'larla haberleşerek işlemlerin yerine getirilmesi sağlanmış olur. Birbirleri arasındaki iletişimi sağlarken aynı zamanda merkezi birim tarafından sürekli gözetlenerek sistemin tümünün denetlenmesine izin verirler. İşlemcili RTU'ların endüstrideki avantajları[11];

a) Mikroişlemcili RTU'lar en karmaşık kontrol yöntemlerinin dahi uygulanmasını sağlarlar.

b) Mikroişlemcili RTU'lar kendi başlarına karar verebildikleri için, çoğu zaman merkez birimine gerek duymadan uygulamanın devamı için gerekli işlemleri yerine getirirler. Bu da toplam sistem performansını önemli ölçüde artırır ve tepki süresini azaltır. Böylece kalıcı ya da ölümlü sonuçlanabilecek hasar durumlara acil müdahale edilebildiği için tüm istemin güvenilirliği sağlanır.

c) Mikroişlemcili RTU'lar normalde kullanılan pek çok elektromekanik ya da mekanik cihazın işlevini üstlenmektedir. Mekanik cihazlar uzun kullanım süreleri sonucunda aşınmakta verimleri düşmekte ve güvenilirlikleri azalmaktadır. Tamamıyla elektronik yapıdaki RTU ise hassasiyetinde hiçbir değişiklik olmadan daha uzun süre çalışabilmektedir.

d) Mikroişlemcili RTU'lar kendi başlarına karar verebildikleri için, merkez bilgisayarın yapacağı pek çok işi de üstlenmiş olur. Bu genel sistem güvenilirliğini artırmaktadır. Merkez birimin durması veya iletişimin kesilmesi durumunda akıllı RTU hiç durmadan görevini icra etmekte ve gerekli tüm işlevleri yerine getirmektedir.

e) Merkezin İşlem Yükünün RTU'lara dağılması sonucunda, merkezin RTU'lar ile sık iletişim kurma gereksinimi kalmayacak, iletişim trafiği hafifleyecek, İletişim ortamı daha verimli kılınacaktır[11].

2.2.4. Ana terminal birimi (MTU)

Scada sisteminde geniş bir alana yayılmış RTU'ların koordineli çalışması, RTU'lardan gelen bilgilerin yorumlanması kullanıcılara sunulması ayrıca kullanıcıların isteklerini RTU'lara ileterek merkezi kumandanın sağlanması işlevlerine SCADA sisteminde merkezi sistem birimi yerine getirir[12].

Merkezi bilgisayar RTU'lardan periyodik olarak gelen verilen sistem üzerinden alınan ikazları, istenilen bilgileri düzenli olarak saklar. Merkezi yazılım bu bilgileri değerlendirerek kontrol eder. Scada sistemlerinde merkezi bilgisayar vasıtası ile, RTU'lardan ve sistemin diğer elemanlarından toplanan bilgiler gerek duyulan hallerde her türlü raporlar çıktı olarak kullanıcının istemine sunulur. Merkezi sistemde denetlenen sistemin akis diyagramının ekran üzerinde görüntülenmesi sağlar Dolayısı ile operatör tüm sistemi ekran üzerinde gözlemleyerek sistem takibi yapabilir. Sistemin çalışması açısından RTU'lardan gelen alarm ve arıza uyarıları çok önemli olduğundan merkezi yazılım bu durumları görsel ve sesli olarak operatöre bildirir. Merkezi sistem birimi yöneticilerin işletme operatörlerine ve bakım elemanlarının tüm işletim sisteminin gerçek zamanlı görsel olarak izleyebildikleri fiziksel çevredir. Kontrol merkezinde merkezi bilgisayardan başka bulunan kullanıcı arabirimini aşağıdaki gibi sıralanabilir. Bilgisayar terminalleri: Birçok kullanıcıya çalışma imkânı veren bu terminaller operatörlerin sistemi takip edebilmelerini sağlar. Sistemin kontrolü için gerekli bilgilerin girilmesi veya değiştirilmesi mümkün olabilmektedirYazıcılar: İşletmeye ve sisteme ait tüm durum ve arıza hallerini raporlama imkânı sağlar[12].

2.2.5. SCADA iletişim sistemleri

İletişim topolojileri:

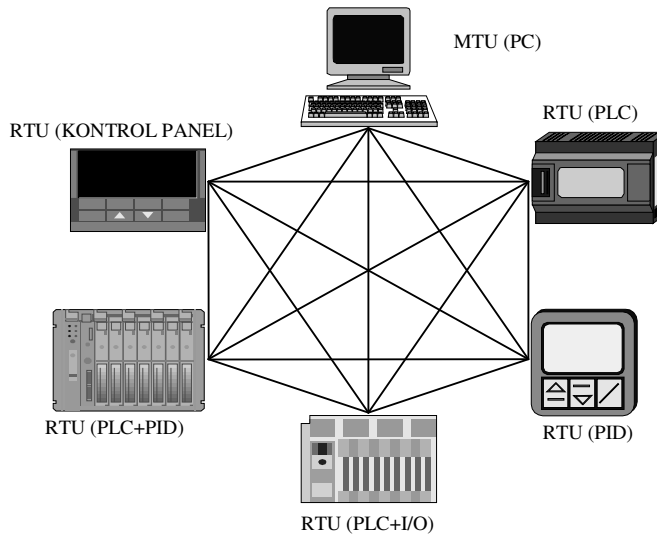
SCADA sisteminin hız performansını etkileyen en önemli kısmı iletişim ağıdır. Kontrollü yapılan sistemlerin çeşitli otomasyon seviyelerinde birbirine bağlanan

birimler arasındaki veri transferi ve güncelleştirilmesini içeren tüm işlemler iletişim ağları üzerinden yapılır. Bu nedenle SCADA uygulamalarında haberleşmenin önemi çok büyüktür. Dağıtılmış denetim sistemlerinde (DCS) RTU'ların birbirine bağlanması farklı biçimde olabilir.

Bir kurumsal ağda, ağ noktalarının ve ortamın fiziksel olarak düzenlenmiş haline topoloji denir. Bu topolojiler endüstriyel iletişim protokollerinde kullanılırlar. Çeşitli ağ topolojileri vardır. [13]

Ağ (Mesh) topolojisi

Fiziksel mesh topolojisi ağdaki tüm birimler arasında uçtan uca bağlantı içerir. Ağdaki her birim diğer tüm birimler için birer bağlantı gerektirdiğinden, genellikle pratik bulunmaz. [13]

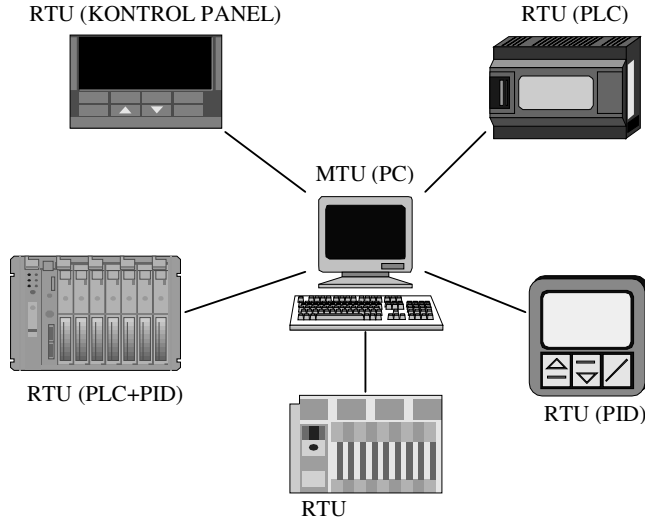


Şekil 2.18. Ağ (Mesh) topolojisi

Yıldız (Star) topolojisi

Fiziksel yıldız topolojisi tüm yönlere aktarma kablosuyla genişleyen bir merkezi donanım kullanır. Ağdaki tüm birimler merkezdeki hub'a (çok portlu cihaz) uçtan uca bağlantıyla bağlıdır. Ek olarak yıldız topolojisi ağaç ya da sıra düzensel ağ

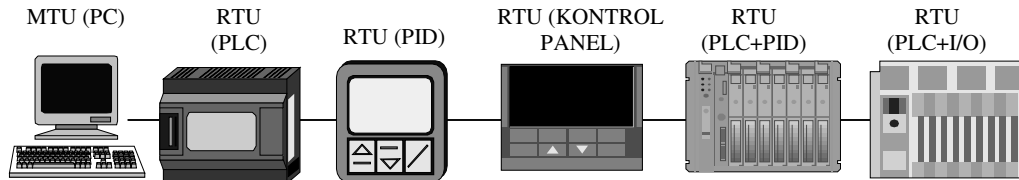
topolojisi oluşturmak üzere başka yıldızların içerisine yerleşebilir. Yıldız topolojisinde sinyal ağına bağlı birimden merkezdeki donanıma, buradan da diğer ağına bağlı birimlere doğru yayılır[13].



Şekil 2.19. Yıldız ağ topolojisi

Hat (Bus) topolojisi

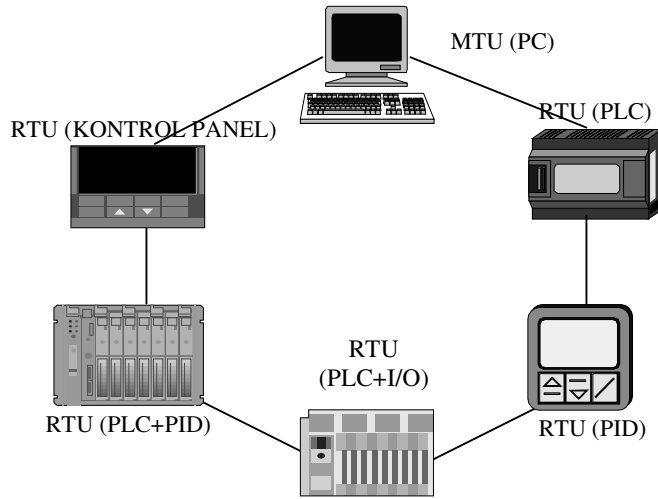
Bu tip topolojide tek bir hat tüm terminalleri dolaşır. Kablonun her iki ucu uygun değerde bir omik direnç ile sonlandırılmalıdır. Genellikle koaksiyel kablo kullanılır. Ucuz ve kurulumu kolay bir çözümdür. Ancak tüm terminalleri tek bir kablo dolaştığı için, kablonun herhangi bir noktasındaki problem (temassızlık, kopukluk, kısa devre vs.) tüm sistemi çökertir[13].



Şekil 2.20. Hat (bus) Topolojisi

Halka (Ring) topolojisi

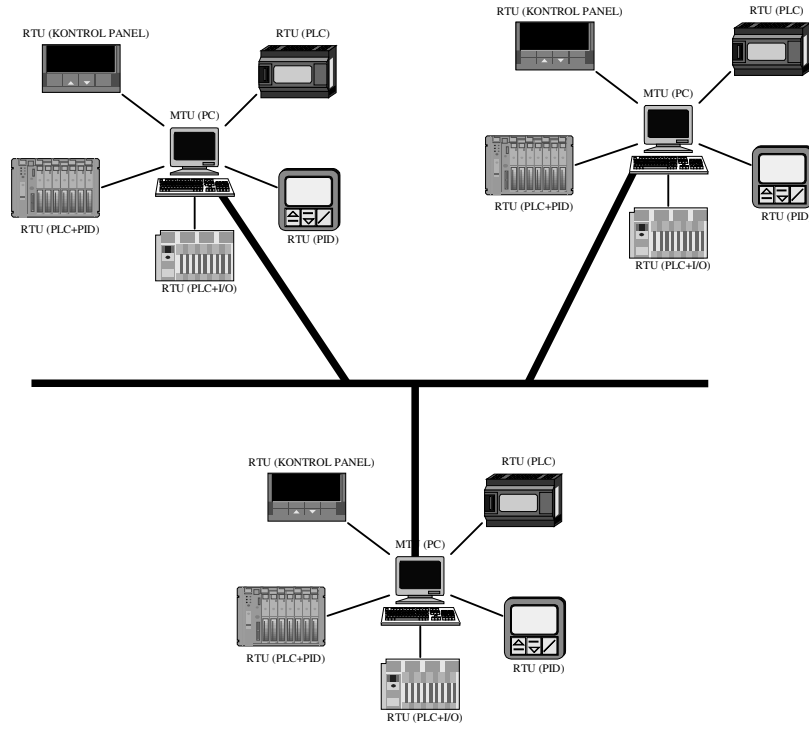
Bir dairesel (ya da kapalı döngü) uçtan uca bağlantı topolojisidir. Tüm birimler ya doğrudan ya da bir aktarma kablosu ve ara yüz ile halkaya bağlıdır. Elektriksel sinyal birimden birime tek bir yönde iletilir. Her birim, gelen kabloda alıcı, giden kabloda gönderici işlevi görür. Sinyal her birimde kuvvetlendirildiği veya yeniden oluşturulduğu için zayıflama en alt düzeydedir[13].



Şekil 2.21. Halka topolojisi

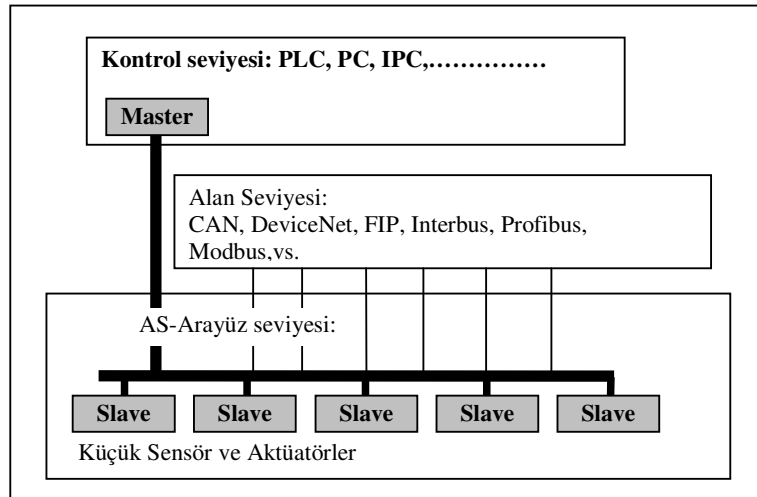
Ağaç topolojisi

Temel olarak tıpkı bus topolojideki gibi bağlantı noktalarından alınan ekler yöntemine göre çalışılmaktadır. Sadece ağaç topolojisi ağ bağlantıları için tercih edilmektedir. Daha çok ağaç ve bus topolojisi birlikte kullanılır[13].



Şekil 2.22. Ağaç topolojisi

Çeşitli endüstriyel iletişim protokolleri



Şekil 2.23. Endüstriyel iletişim protokollerinin çalışma seviyeleri

Çizelge 2.5. Endüstriyel haberleşme protokollerinin karşılaştırılması

	FOUNDATION FIELD BUS		PROFIBUS			DEVICENET	AS-I	MOD- BUS	HART
	H1	HSE	DP	PA	FMS				
Web Sitesi	http://www.fieldbus.org		http://www.profibus.com			http://www.odva.org	http://www.as-interface.com	http://www.modbus.org	http://www.hartcomm.org
Temel Güvenlik	Evet	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Evet
İşletme Gerilimi	9-32V	-	-	-	-	-	-	-	-
Maksimum Kablo Uzunluğu	1900m	100m 2Km FO ile	100-24Km	1900m	200m-9.2Km	100-500m 5Km	100m 300m tekrarlayıcı ile	1200m	2000m
Düzenleyici Standart	IEC-61158-2 ISA S50.2	IEEE 802.3u ISO/IEC801-3	EN50170 DIN 19245 p3	IEC-61158-2 DIN 9245p4	EN13321/1 DIN 19245	ISO 11898 ISO 11519	IEC-62026-2 EN50295, IEC947	EN1434-3 IEC870-5	3 FSK modulation On 4-20mA signal
İletişim Metotları	Client/Server Publisher/ Subscriber	Client/Server Publisher/ Subscriber	Master/Slave Peer to Peer	Master/Slave Peer to Peer	Master/Slave Peer to Peer	Master/Slave Multi master	Master/Slave with cyclic polling	Master/Slave	Master/Slave
İletişim Hızı	31.25 Kbits/s	100 Mbits/s	1.5 -12 Mbits/s	31.25 Kbits/s	9.6 – 500 Kbits/s	125 – 250 – 500 Kbits/s	167 Kbits/s	9.6 -115,2 Kbits/s	1200 bits/s
Ortam Erişim Algoritması	Token passing	Token passing	Token passing	Token passing	Token passing	CSMA/CD DA	Cyclic Polling	Token passing	NA
Maksimum Veri Boyutu	246 bytes	246 bytes	246 bytes	246 bytes	246 bytes	8 bytes	8 bits 4 input, 4 output	250 bytes (125 registers)	8 bits
Maksimum İstasyon Sayısı	32 Cihaz	Aslında sınırsız IP Adresleme kullanır	127 Cihaz	32 Cihaz	127 Cihaz	64 Cihaz	31 slaves	247 Ağ başına	15 slaves

Şekil 2.23.'de endüstriyel iletişim protokollerinin çalışma seviyelerini göstermektedir. CANBus, DeyiceNet, Interbus, Profibus vb. protokoller orta seviyede çalışırken AS-i protokolü bir alt seviye protokolüdür. Çizelge 2.5 endüstriyel iletişim protokollerinin bir karşılaştırmasını vermektedir[14].

Bu Çizelgede verilen terimlerin karşılıkları aşağıdaki gibidir.

Client/Server:	Istemci/Sunucu,	Peer to Peer:	Eşler Arası,
Event Notification:	Olay Bildirme,	Multimaster:	Çoklu Efendi,
Publisher/Subscriber:	Yayıncı/Abone,	Cyclic Rolling:	Çevrimsel Kuyruk,
Token passing:	Andaç geçirme		

Fieldbus protokolü:

Özellikle dağıtılmış süreç kontrol (DCS) uygulamaları için tasarlanmış en Fieldbus Foundation (organizasyon) olarak dünyadaki otomasyon sistemlerinde yaklaşık %80'lik bir pazara sahip olan 140 şirketin bir araya gelmesi ile oluşmuştur. Teknolojisi fiziksel katman, haberleşme çatısı ve kullanıcı katmanından meydana gelmektedir. Bit Serial Fieldbusses, kısa adı ile Fieldbus otomasyon sahasında görülen ve farklı süreçleri izlemek için kullanılan sensör, transmitter, sürücü, PLC gibi donanım ile daha yüksek otomasyon birimleri arasındaki iletişimi sağlayan ve bilinen 4–20 mA akım çevrim standardının yerine endüstride kullanılan endüstriyel haberleşme ağıdır [14].

Daha çok otomasyonun kontrol seviyesinin bir haberleşme ağı olarak karşımıza çıkar. Bir başka ifadeyle Fieldbus; modern tesislerdeki üretim bileşenlerinin entegrasyonu ve birbirlerine koştur çalışabilmeleri için, için saha ve otomasyon seviyelerinde tanımlanmış iletişim ağlarına verilen genel bir isimdir. Genel olarak Fieldbus standartlarını destekleyen saha aygıtları, üretici firma tarafından konulan düşük maliyetli hesaplama gücü özelliğine sahiptir [14].

Interbus-S protokolü:

Interbus-S protokolü, Phoenix Contact tarafından geliştirilen ve özellikle Almanya'da çok yaygın olan açık mimarili ve DIN normlarına göre standartlaştırılmış bir BUS sistemidir. Sistem kapalı halka topolojisi ile haberleşir. Veri iletişimi çift yönlü olarak gerçekleştirilir [15].

Profibus protokolü:

Profibus geniş kapsamlı üretim ve süreç otomasyonu için tasarlanmış üreticiden bağımsız açık saha hat protokolüdür. Üretici bağımsız oluşu ve açıklığı uluslararası standartlar olan EN 501 70, EN 50254 ve IEC 61158 üzerine kurulmuştur. 650'ye yakın üyesi bulunan ve birçok araştırma enstitüsü tarafından desteklenen Profibus, farklı üreticilerin cihazları arasında haberleşme sağlayan ve bunu yaparken herhangi özel bir arabirime ihtiyacı olmayan bir veri yolu olmakla birlikte, yüksek hızlı kritik uygulamalar veya karmaşık haberleşme işlemleri gibi kullanım alanlarında yaygın olarak uygulanan bir veri yolu sistemidir.[14].

Modbus protokolü:

Modbus seri iletişim protokolü, master/slave ilişkisine sahip bir protokoldür. Sadece bir master düğümü (aynı zamanda olmak koşulu ile) ve maksimum 247 olmak üzere çeşitli sayılarda slave düğümü aynı bus (yol) üzerinde bağlanabilir. Modbus haberleşmesi her zaman master tarafından başlatılır. Slave düğümler Master düğüm tarafından bir istek emri almadığı sürece asla veri iletimi yapmaz. Slave düğümler kendi aralarında hiçbir şekilde haberleşemezler. Master düğüm aynı zaman içerisinde sadece tek bir Modbus iletişimi kurabilir [14].

CANBus Protokolü:

Bosch firması tarafından geliştirilen (seri) veri yolu sistemi olan Controller Area Network protokolü, özellikle otomotiv sektörüne yönelik akıllı ağ, sensör ve

aktüatörler için tasarlanmış ve kısa bir zamanda bu çalışmalarda standart hale gelmiştir. Multimaster yani bütün CAN noktalarının veri iletebildiği ve birkaçının da eş zamanlı olarak istekte bulunabildiği veri yolu sistemi olan CANBus hiçbir abone ya da kullanıcı için herhangi bir adreslemeye sahip olmamakla birlikte öncelikli mesajın iletilmesi şeklinde veri iletir. Bu veri iletişim protokolü en sık Otomotiv ve Medikal endüstrisinde kullanım alanı bulmaktadır [14].

DeviceNet protokolü:

AllenBradley tarafından geliştirilen akıllı sensör ve aktüatörler için tasarlanmış endüstriyel iletişim protokolu olan DeviceNet ‘Open DeviceNet Vendors Association’ adı verilen üretici bağımsız bir kuruluş tarafından günümüzde gelişimini sürdürmektedir. DeyiceNet ile limit anahtar, fotoelektrik sensör, barkod okuyucu ve motor starterleri gibi düşük seviyeli aygıtlara bağlanılabilir ve PC veya PLC gibi daha üst seviyeli aygıtlarla haberleşme sağlanabilir[14].

AS-I ara yüzü:

AS-İ (Aktüatör - Sensör Arayüzü) olarak adlandırılan sistem en alt seviye otomasyon düzeyinde oldukça basit bir altyapıyla tahrik ve algılama elemanları üzerinde uygulanmaktadır. Paralel kablolamaya göre en basit alternatif olan sistem 11 farklı firma tarafından finanse edilen bir araştırma grubu tarafından geliştirilmiştir. Henüz tam anlamıyla standartlaşmaya gidilememiş olmakla beraber bu konudaki çalışmalar devam etmektedir. Yeni geliştirilen ürünlerle AS-i Bus üzerinden analog veri haberleşmesi de yapılmaya başlanmıştır AS-i son derece basit, ucuz ve aynı derecede güvenli bir sistemdir. Sistem merkezi kontrolör (master) ve buna bağlı maksimum 31 alt düzey kontrol sistemi bağlanabilir. AS-i denetleyicisi doğrudan ana otomasyon sistemine bağlanabildiği gibi bir başka sistemin alt sistemi olan mantıksal eleman grubu olarak ta bulunabilir. Özel veri dönüştürücüleri ile Profibus DP sinyalleri AS-i formatına çevrilerek kullanılabilir. AS-i sisteminde temel olarak algılayıcılardan gelen sinyaller işlenir ve aktüatörleri kumanda eden valfler kontrol edilir. Bu amaca hizmet eden standart giriş/çıkış modülleri vardır [15].

3. GENEL AMAÇLI VERİ ALIŞ-VERİŞ KARTI TASARIMI VE UYGULAMASI

Çok çeşitli amaçlara uygun olarak tasarlanmış değişik formlarda veri toplama ve kontrol üniteleri bulunmaktadır. Özellikle national instrument, adwantech, adam, sielco firmalarının ürettiği gerek PC içi kartlar, PC dışı port bağlantılı üniteler oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Veri toplama ve üniteleri akıllı sistemler olarak tasarlandıkları için çok çeşitli uygulama alanları vardır.

Bu uygulamaları sınıflandırırsak medikal, endüstriyel otomasyon, ev otomasyonu depolama, taşıma, enerji üretimi, iletimi, dağıtımı, otomotiv alanları sayılabilir[16].

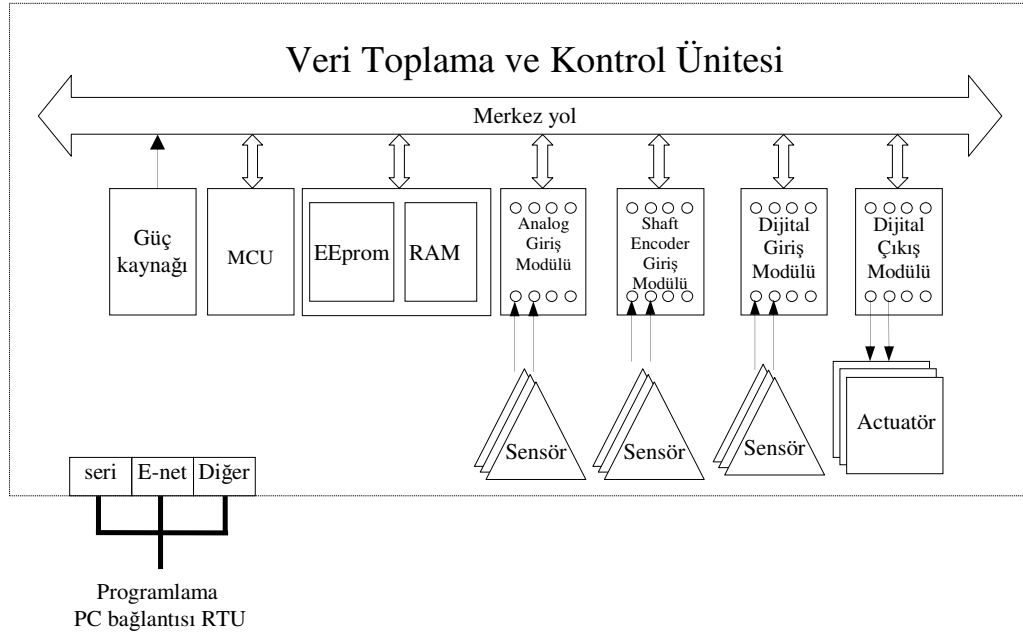
Örneğin PCI DA&C PC içi kartı kullanılarak biyomedikal sinyallerinin algılanması işlemi gerçekleştirilmiştir [2].

Genellikle veri toplama ve kontrol üniteleri sistemin özelliklerine göre üretilirler ve üretilen amacın dışında kullanılamazlar. Örneğin bir otomobilin sürüş ve dinamiklerinin verilerini toplayan sistemi hiçbir değişikliğe uğratmadan üroflowmetry olarak kullanılamaz. Kullanılması da gerekmeyebilir. Özellikle seri üretimlerde bu durum gereksizde sayılabilir. Esnek sistemlerde (flexible System) modüller kullanarak sistemler oluşturulduğundan genel amaçlı modüller tercih edilir. Bu türden modüller kullanım alanına göre seçilerek kullanılırlar. Özellikleri üretim kataloglarında yer almaktadır. Bu türden kullanımda seçilen ünitelerin tüm fonksiyonları o uygulama için kullanılmayabilir bu da bu tip sistemlerin dezavantajıdır. Esnek sistemlerde sürekli değişiklikler olabildiğinde kullanılmayan fonksiyonların gerekliliği zaman içinde ortaya çıkabilir. O zaman bu durum avantaja dönüşebilir [16].

3.1. Blok Şema

Bir veri toplama ve kontrol ünitesini oluşturan modülleri içeren Blok şema Şekil 3.1. de verilmiştir. Veri toplama ve kontrol ünitesi aynı zamanda bir RTU'dur. Bu

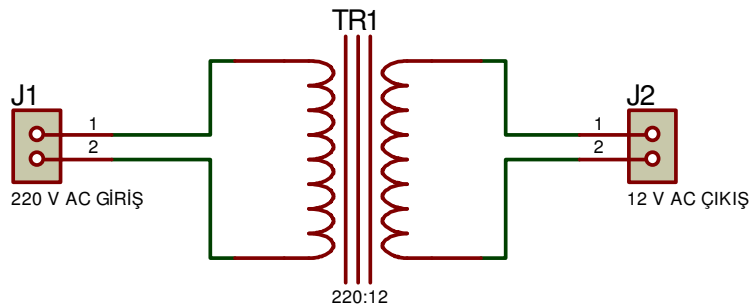
sisteme ait modüller blok içerisinde gösterilmiştir. Sistem esnek bir sistem olduğundan genişleyebilir oklar kullanılmıştır. Sisteme kullanım alanına, gerekli koruma sınıfına, haberleşme formatına uygun olarak esneklikler sağlanmıştır.



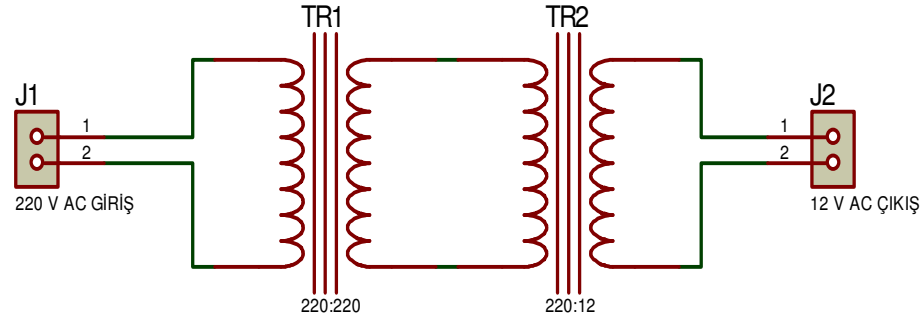
Şekil 3.1. Veri alış verişi kartının blok şeması

3.1.1. Güç kaynağı (PSU)

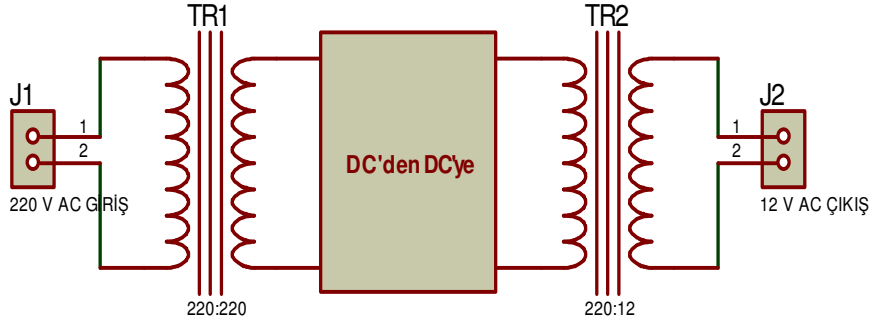
Bu kısım dış bağlantı modülü olarak tasarlanmıştır ve kullanım alanına göre koruma ve yalıtım sınıfı olan elemanlar kullanılması planlanmıştır. Normal şartlar da IP 00 Sınıfı için sadece 220/12 volt dönüşümlü AC kaynak kullanılabilir. Ucuzluğu açısından bu sadece bir transformatör olabilir.



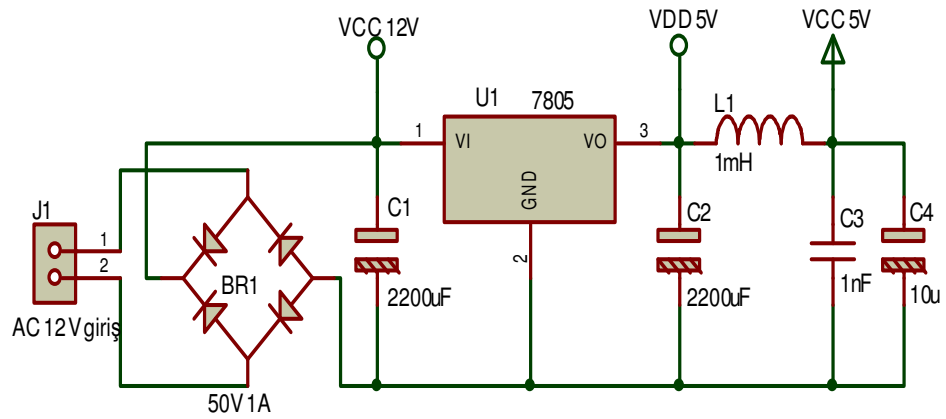
Şekil 3.2. Normal kullanım standart güç kaynağı



Şekil 3.3. Medikal amaçlı galvanik yalıtımlı güç kaynağı



Şekil 3.4. Tam yalıtımlı gürültü bağıışıklığı yüksek güç kaynağı



Şekil 3.5. Devrede kullanılan güç kaynağı, regüle ve filtre devresi

3.1.2. Mikro denetleyici (MCU)

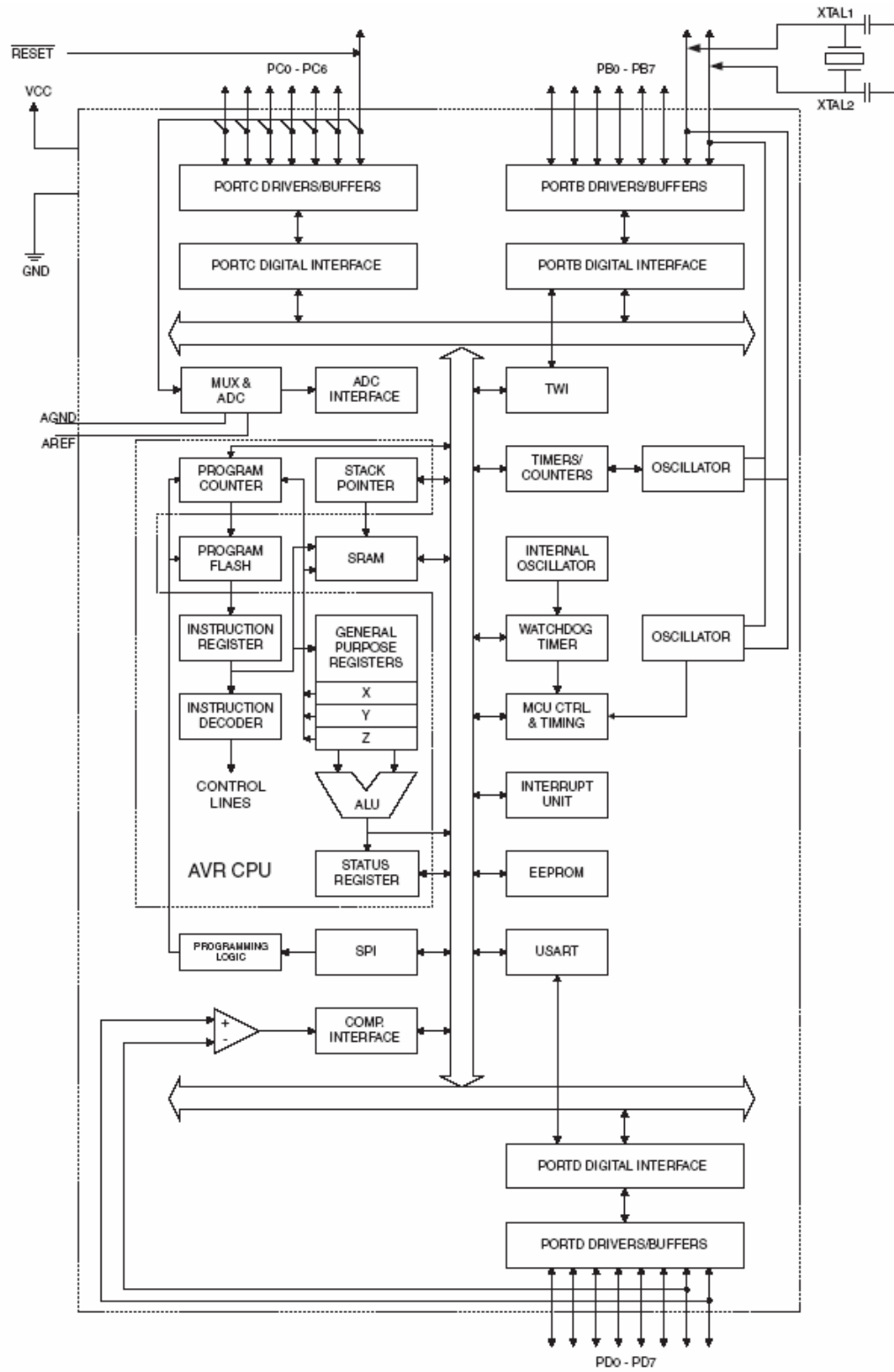
Merkezi denetim biriminde Şekil 3.6.'da blok şeması ve belirgin özellikleri verilen ATMEL marka AVR çekirdekli işlemci kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. ATMEGA–8 mikro denetleyicisinin belirgin özellikleri

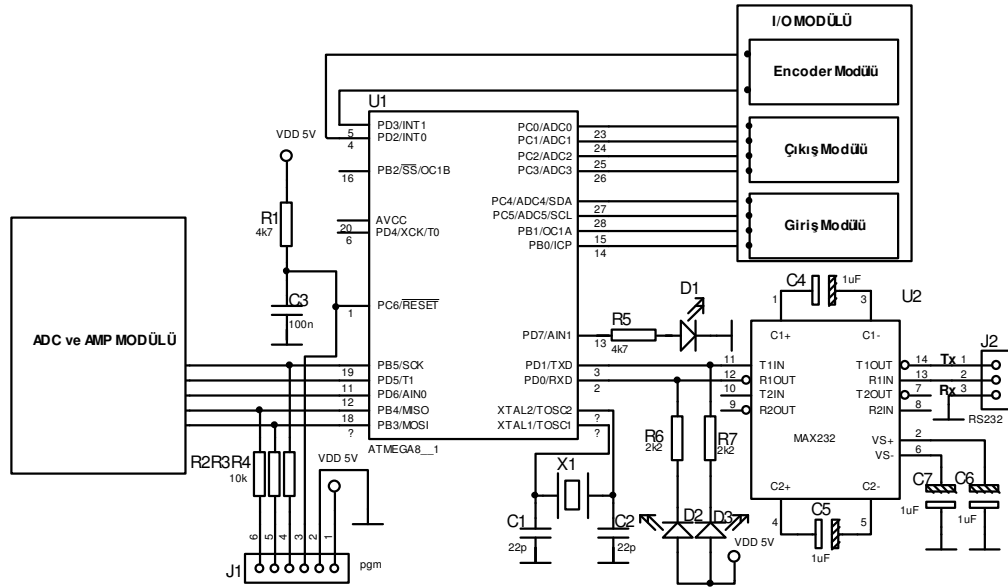
Yüksek Performanslı, düşük güçlü AVR 8-bit Mikro denetleyici	
Gelişmiş RISC mimarisi	Enerjisiz program veri hafızası
Çoğu tek saat palsinde yürütülen 130 tam etkin komut	8kb dâhili program flash belleği
32 x 8 genel amaçlı kullanılan kaydedici	Sistemin içinde programlanabilme
Tümüyle statik çalışma	512 Bytes EEPROM
16MHZ de 16MIPS işlem	1K Byte dâhili SRAM
Gömülü 2 saykıl çarpıcı	Gerçek yazma okuma suresinde işlem
	10,000 yazıp silme ömrü

Şekil 3.7.'de görüleceği gibi bu modülde mikro denetleyici programlama terminali ve seri haberleşme terminali bulunmaktadır. Devrede J1'den geliştirme sırasında mikro denetleyiciye program yüklenmektedir. J2 ise sistemin dış devreler ile seri haberleşmesini sağlamaktadır. Gerektiği takdirde seri haberleşme küçük değişiklikler yapılarak RS 232 den RS 485'e dönüştürülebilir. Seri haberleşme protokolü olarak modbus seçilmiştir. Böylece sistem herhangi bir PLC ve SCADA elemanı ile haberleşebilmektedir. Örneğin bizimde kullandığımız Winlog Scada HMI modbus'u desteklemektir. Genel olarak PLC'ler Modbus destekler. Örneğin Siemens S7 serisi Koyo DL serisi Omron Nais vs.

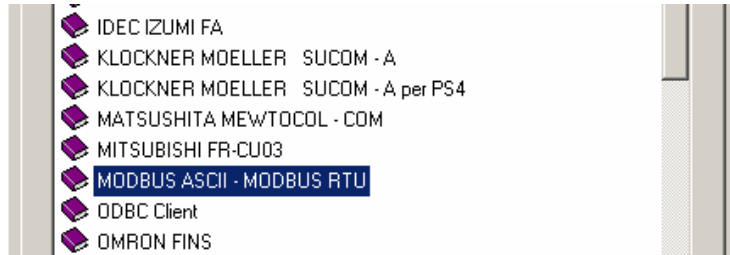
Devrede Arabirim ve uygunlaştırma devre elemanları dışında tüm işleyiş mikro denetleyici tarafından yürütülmektedir.



Şekil 3.6. ATMEGA-8 Mikro denetleyicisinin blok şeması



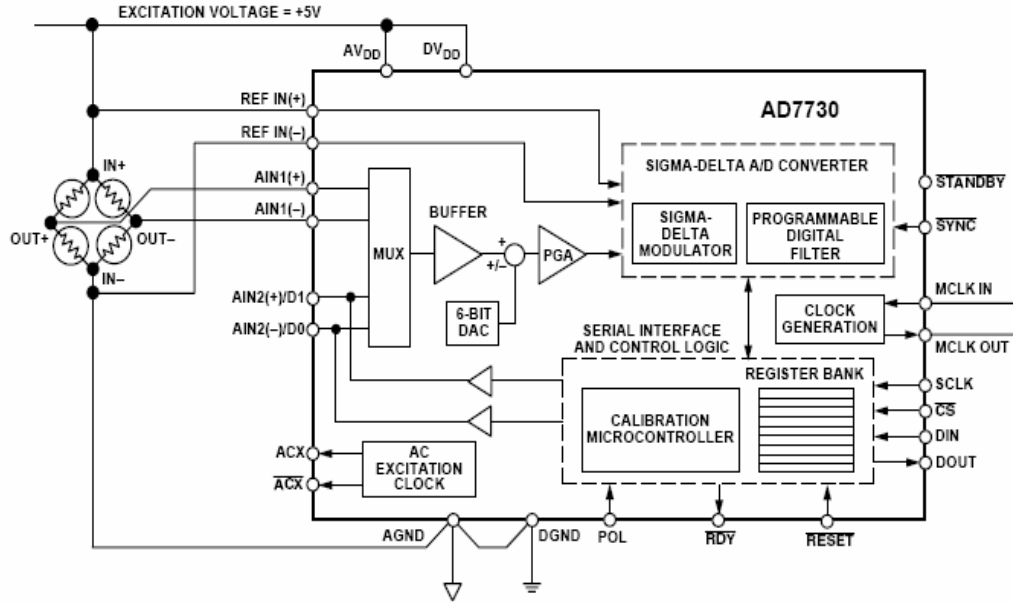
Şekil 3.7. Mikro denetleyici modülünün açık şeması



Şekil 3.8. Winlog'un protokol listesinin bir bölümü

3.1.3. Yük hücresi yükselteci ve ADC modülü

Bu modülde çeşitli markalar ve modeller içerisinde Analog Device firmasının AD7730 ADC'si seçilmiştir. Bu yonganın blok şeması Şekil 3.9.'da verilmiştir.



Şekil 3.9. AD7730 yongasının Wheatstone köprüsüne bağlı işlevsel blok şeması

Belirleyici özellikler:

Çözünürlük 230,000 sayma (Tepeden-Tepeye)

Offsetten sapma: $5\text{nV}/^{\circ}\text{C}$

Kazançtan sapma: $2\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$

Tamponlu farksal girişler

Programlanabilir kırpma filtresi

Belirlenebilir taşıma zamanı

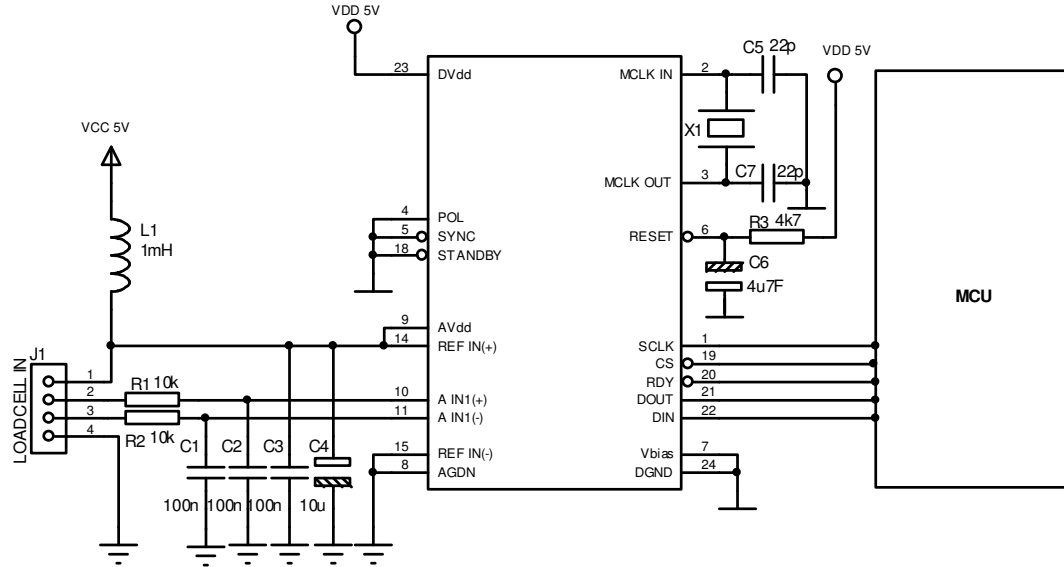
1 V ile 5 V arasında referans çalışma voltajı

AC ve DC tahrik

Tek Kaynaktan Beslenme

FASTStep™ modlu

AD7730 yongasını kullanarak Loadcell Girişli ADC yapmak ve bunu MCU ile haberleştirmek için şekil 3.10 gösterilen devre tasarlanmıştır. Burada DC tahrik (excitation) yöntemi kullanılmıştır. Loadcell yükselteci AD7730 yongasının içerisine gömülüdür. Her türlü kazanç ayarı filtreleme gibi işlemler yazılımsal olarak yapılmaktadır.



Şekil 3.10. Yük hücresi yükselteçli ADC modülü

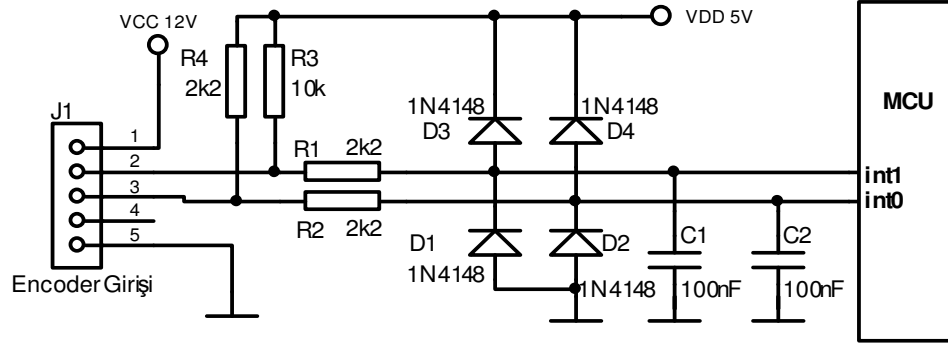
Referans gerilimi için dâhili referans üreteçleri kullanılmaktadır. Devrenin gürültü bağışıklığını artırabilmek için ADC'nin 22 bitlik çıkışının 18 biti kullanılmıştır. Kalan 4 bit gürültü kabul edilmiştir.

3.1.4. Mil kodlayıcı (Shaft Encoder) giriş modülü

Veri toplamada fiziksel boyut ölçmek önemli bir niceliktir. Mil kodlayıcıları bu işte kullanılan en yaygın algılayıcılardır. Artımlı mil kodlayıcıların çıkış sinyalleri basit bir iyileştirme ve uygunlaştırmadan ardından mikro denetleyicinin kesme girişlerine uygulanır. Mil kodlayıcının ürettiği palsler mikro denetleyici tarafından sayılarak mod-bus kaydedicisine aktarılır. Bu kaydedicinin adresi Holding registers gurubunda ruler 17 olarak tanımlanmıştır. Ana RTU, PC veya PLC tarafından sorgulandığında yön artı eksi olarak ve durum sayısal olarak kaydediciden alınır.

Çizelge 3.2. Mil kodlayıcının Modbus adres tablosu

Mil kodlayıcının Modbus adresleri (Input status)	
Mil kodlayıcı	Ruler 17



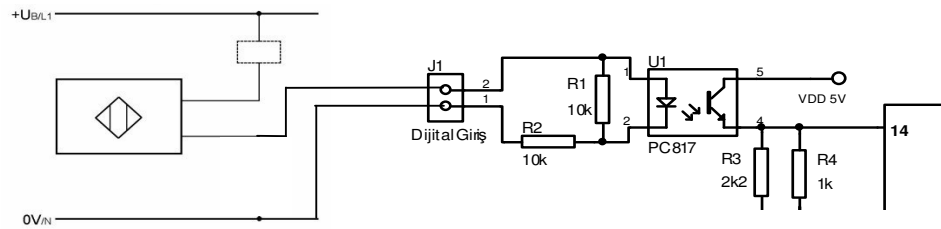
Şekil 3.11. Mil kodlayıcı sinyal uygunlaştırma ve MCU arabirimi devresi

3.1.5. Dijital giriş modülü

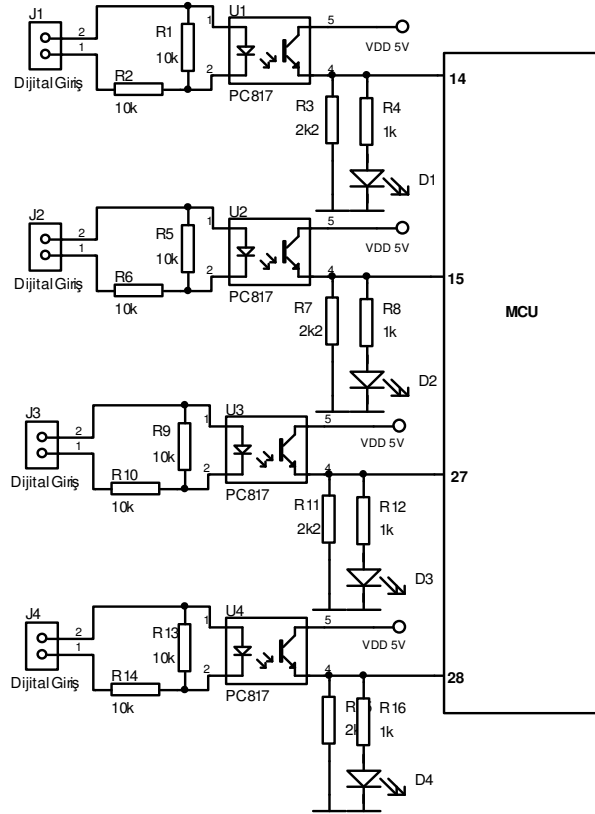
Dijital girişler için optik yalıtıcı kullanılmıştır. Böylece MCU biriminin dış devre etkenlerinden yalıtımı sağlanmış olmaktadır. İzolasyon devresinde kullanılan Optocoupler 80KHz değişim algılama hızına sahip bir elaman olduğundan giriş değişimlerine endüstriyel standartlarda cevap verebilmektedir. Girişler 24V' DC ve AC olabilir. Ayrıca Her türlü yaklaşım sensörü bağlanabilmektedir. Girişlerin durumu modbus registerin'de Input status olarak 1-4 adresine yazılır. Ana sorgulayıcı (RTU) PC ve ya PLC gibi bu adreslerin içeriğine bakarak girişlerin durumunu görür ve karar verir.

Çizelge 3.3. Girişlerin Modbus adres tablosu

Girişlerin Modbus adresleri (Input status)			
Giriş 1	Giriş 2	Giriş 3	Giriş 4
input 1	input 2	input 3	input 4



Şekil 3.12. Örnek giriş sensör bağlantısı



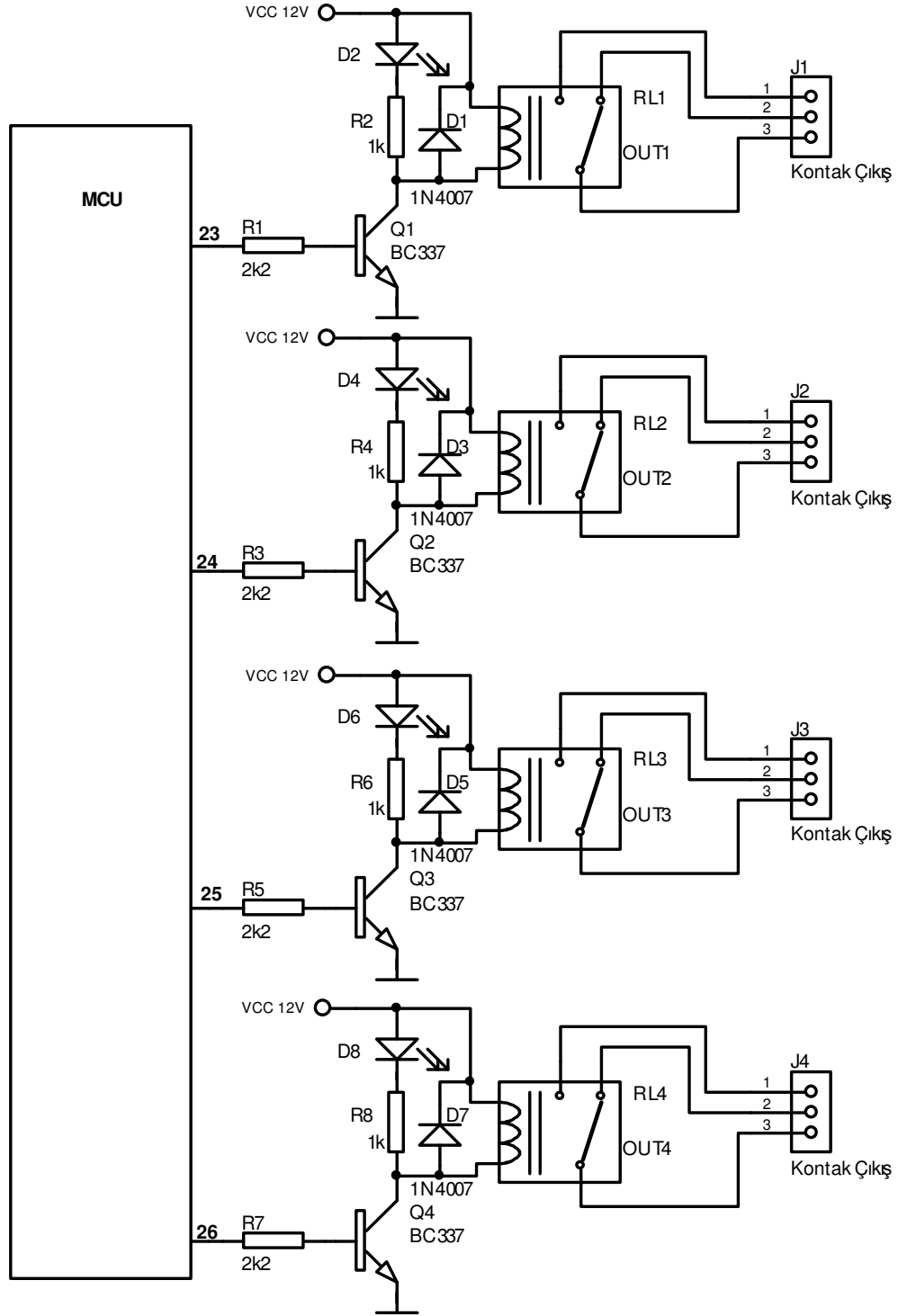
Şekil 3.13. Dijital giriş modülü MCU arabirim devresi

3.1.6. Dijital çıkış modülü

Bu modülde 4 adet normalde açık ve kapalı kontakları olan çıkış birbirinden bağımsız olarak çalışmaktadır. 3A kontak akımı birçok uygulama için yeterlidir. Çıkışlar PC üzerinden programlanır. Bunun için modbus coil register' 9 adresinden itibaren 9,10,11,12 adreslerine açık kapalı komutu gönderilir. PC'den veya ana (Master) RTU'dan Örneğin PLC'den gelen yeni bir komut gelinceye kadar durumunu korur

Çizelge 3.4. Çıkışların Modbus adres tablosu

Çıkışların Modbus adresleri (coils)			
Çıkış 1	Çıkış 2	Çıkış 3	Çıkış 4
Coil 1	Coil 2	Coil 3	Coil 4

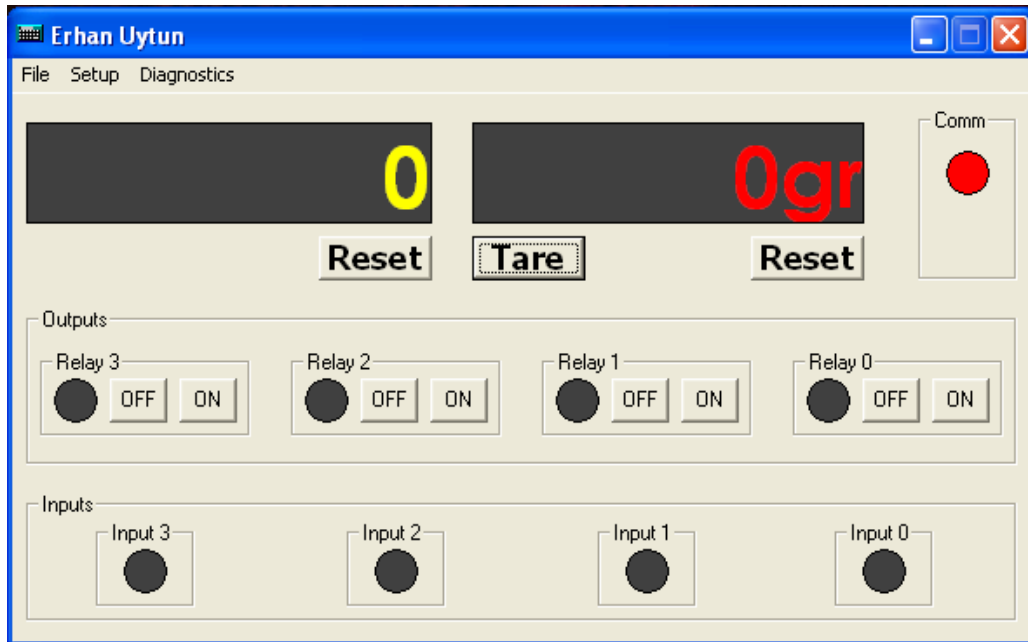


Şekil 3.14. Dijital çıkış modülü MCU arabirim devresi

3.1.7. Örnek arayüz yazılımı (Visual Basic)

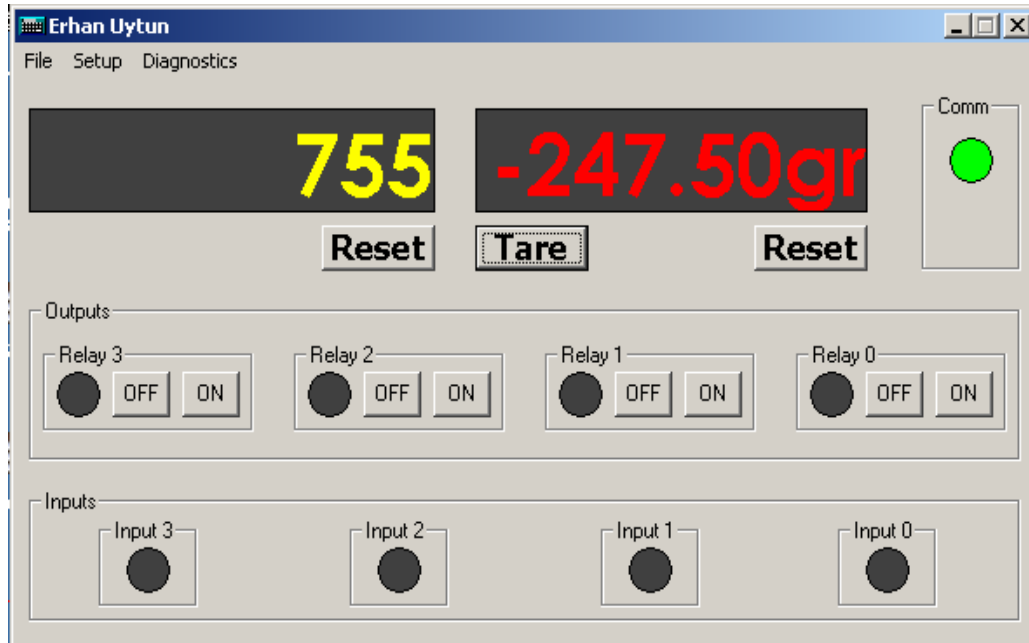
Genel amaçlı veri toplama ve kontrol sisteminin PC ile Kalibrasyonu ve test edilmesini sağlayan örnek Ara yüz programı Visual Basic kullanılarak yazılmıştır. Program örnek Bir Program olup Geliştirilmeye açıktır. Sistemden elde edilen veriler grafik olarak çizdirilebilir, bir veri bankasında saklanabilir. Birçok uygulama ara yüzü olarak küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir. Sistemin en büyük özelliği esnek bir sistem olmasıdır. Ne yapılmak isteniyor ise sistem o olur.

Programda birinci sayfada Şekil3.1’de sağda pencerede görülen mil kodlayıcının bilgilerini göstermektedir. Reset düğmesine basıldığında cetvel sıfırlar ve yeniden değer almaya başlar. O nokta referans sıfır kabul edilir.



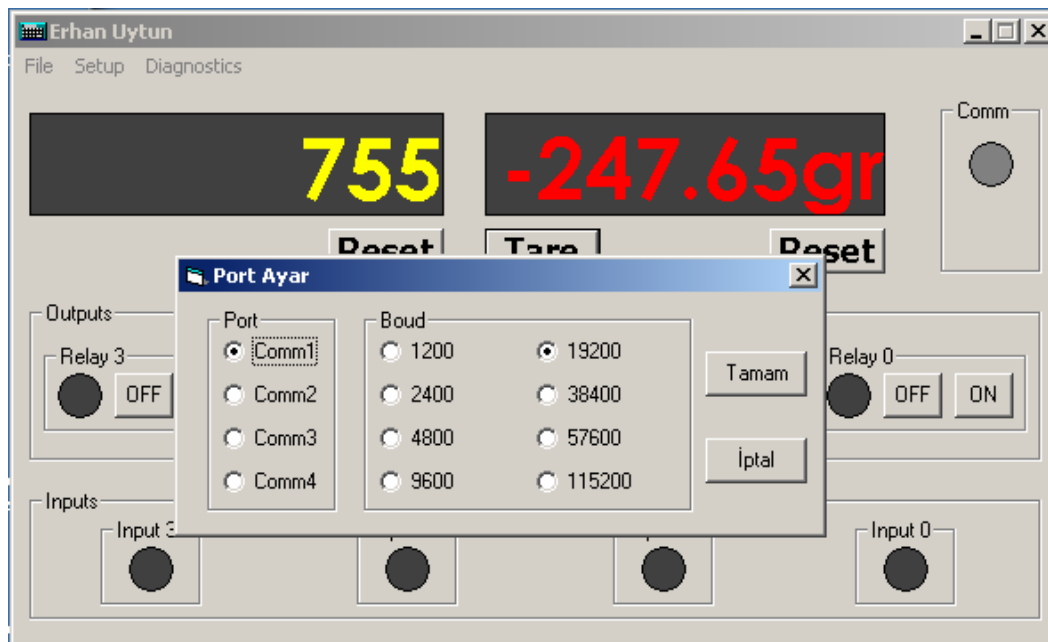
Şekil 3.15. Genel amaçlı veri toplama ve kontrol sistemi kalibrasyon ve test ara yüzü

Sağ tarafta ise yük hücresinin ölçüm değerini vermektedir. Tare düğmesi ile tara alınır. Ve yine reset ise sıfırlayarak oradan itibaren ölçmeye devam eder. Sağ tarafta bulunan comm göstergesi haberleşme yok iken kırmızı yanar. Haberleşme sağlandığında ise renk Şekil3.2’de olduğu gibi yeşil olur ve sanım söner.

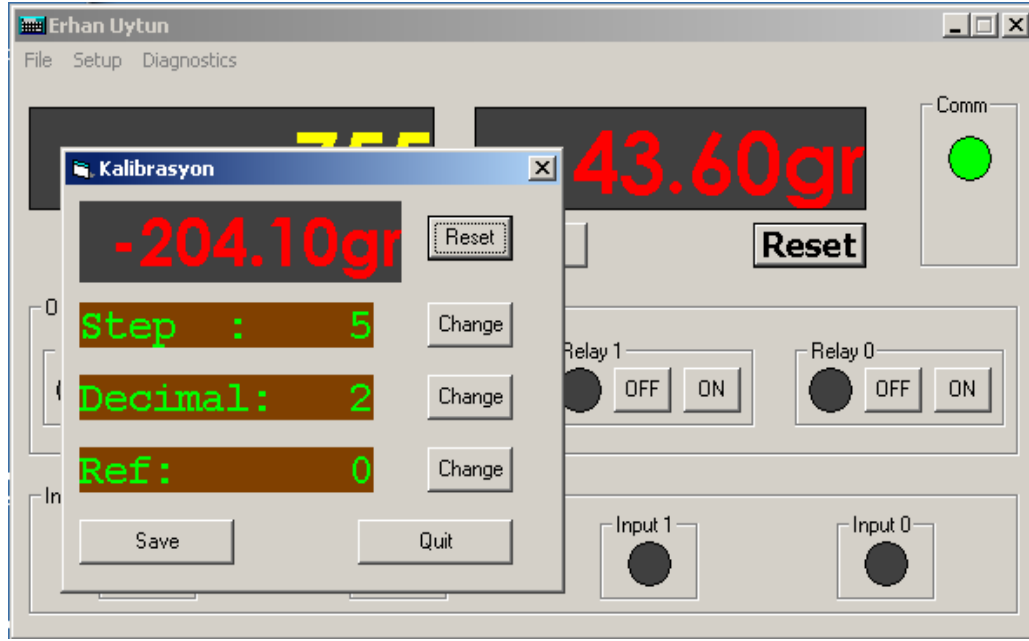


Şekil 3.16. Seri haberleşme açık ölçüm yapılıyor.

Setup menüsünün altında ise Şekil3.3’de olduğu gibi port ayarları ve Şekil3.4’de olduğu gibi Kalibrasyon ayarları var.



Şekil 3.17. Seri haberleşme port ayarları menüsü



Şekil 3.18. Kalibrasyon ayarları

Sistemin kalibrasyonu oldukça kolaydır. Yük Hücresinin üzerine değeri bilinen bir ağırlı konur. Ref kısmına değeri yazılır. Kayıt yapıp çıkılır. Sistem kalibre edilmiş olur.

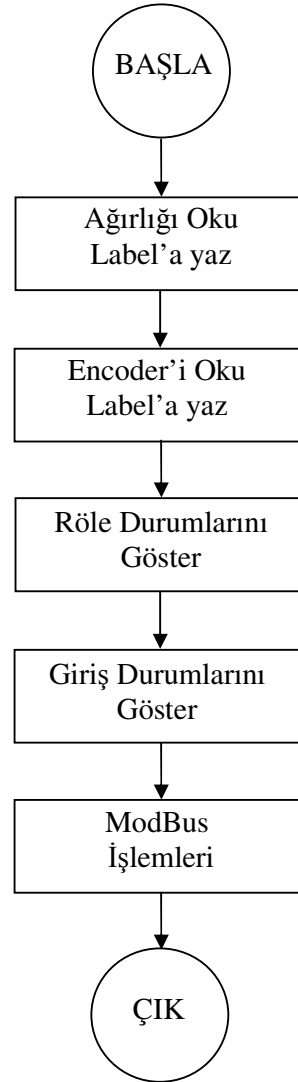
Registers		
Hex	Integer	Long
00: A9	00: -22019	00: -7099907
01: FD	01: -109	01: 250
02: FF	02: 250	02: 0
03: 93	03: 0	03: 0
04: 00	04: 0	04: 0
05: FA	05: 0	05: 7401263
06: 00	06: 0	06: 5939
07: 00	07: 0	07: 517
08: 00	08: 0	
09: 00	09: 0	
10: 00	10: -4305	
11: 00	11: 112	
12: 00	12: 5939	
13: 00	13: 0	
14: 00	14: 517	
15: 00	15: 0	
16: 00	16: -32292	
17: 00	17: 0	

Şekil 3.19. Modbus kaydedicileri

3.2. Akış Şemaları

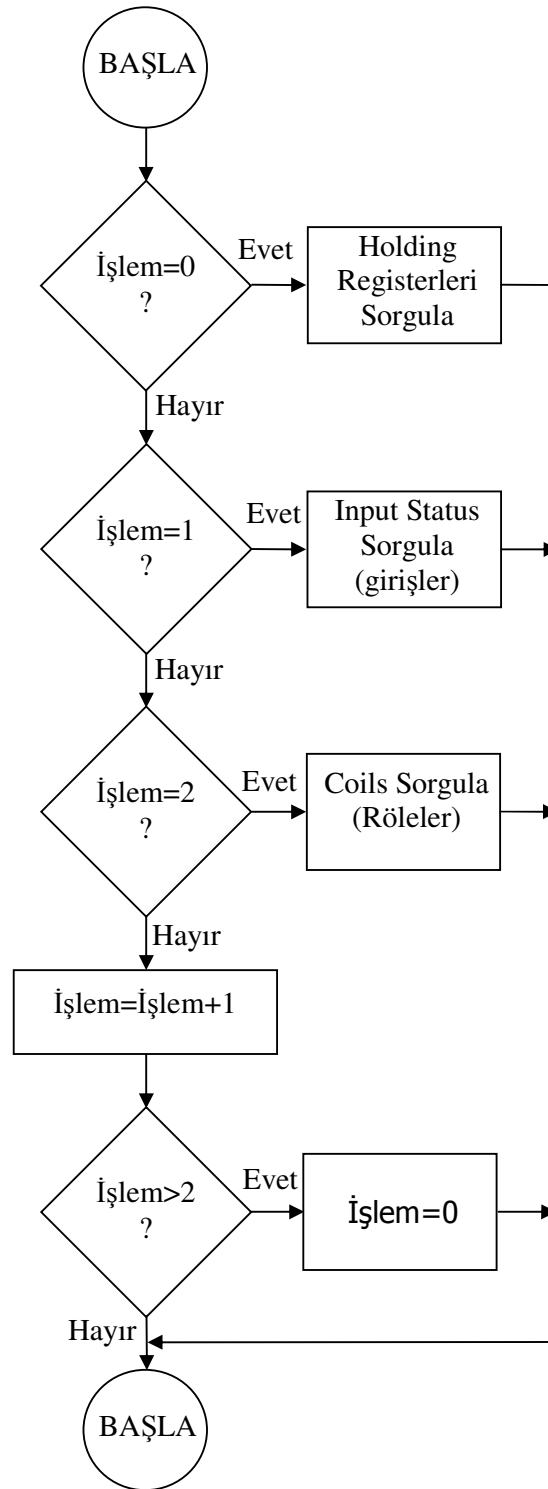
3.2.1. PC ara yüz programı

Ana döngü

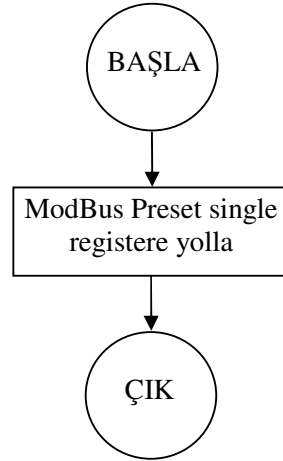


Şekil 3.20. Ana ekrandaki periyodik timer

ModBus işlemleri



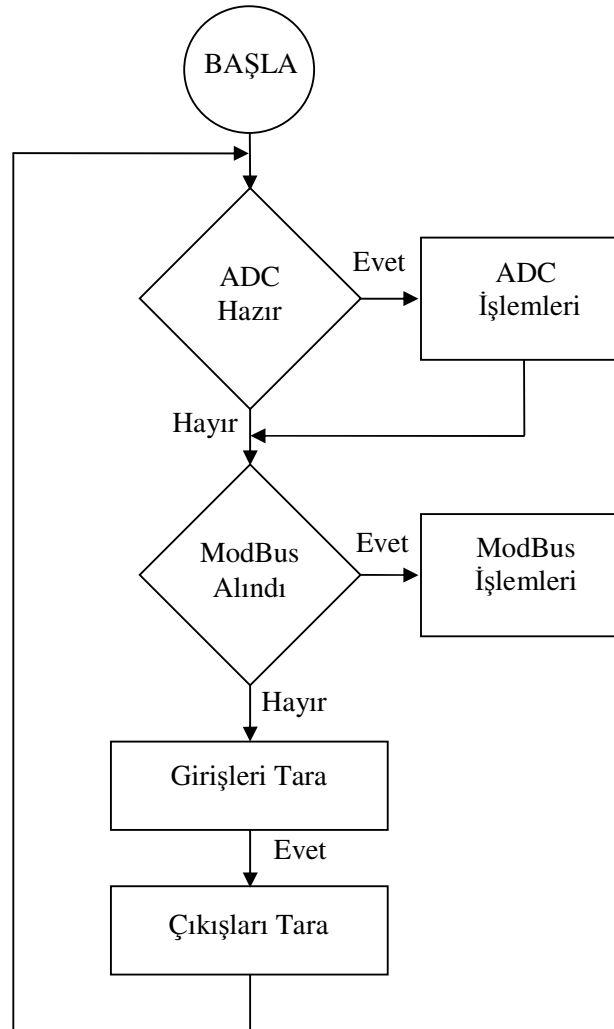
Şekil 3.21. ModBus işlemleri akışı

Röle ON/OFF butonu

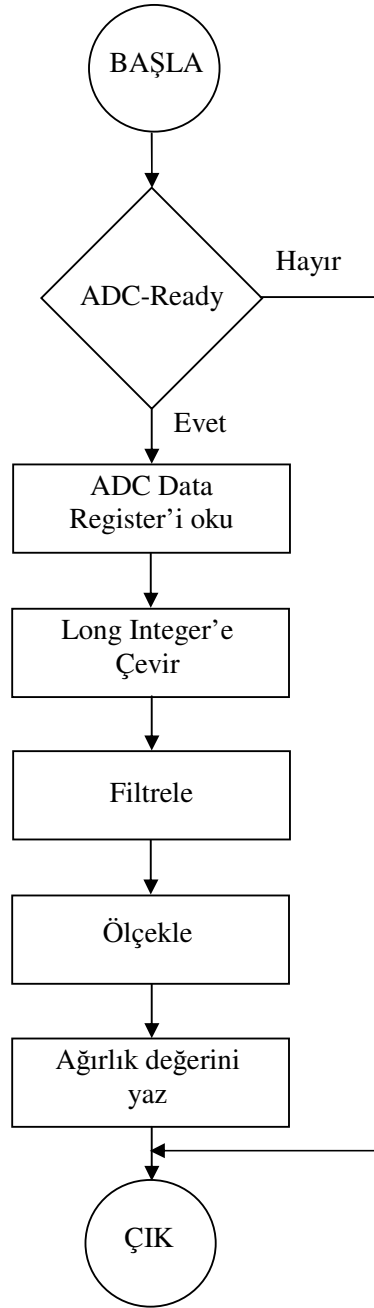
Şekil 3.22. Röle kumanda akışı

3.2.2. Mikro denetleyici programı

Ana döngü

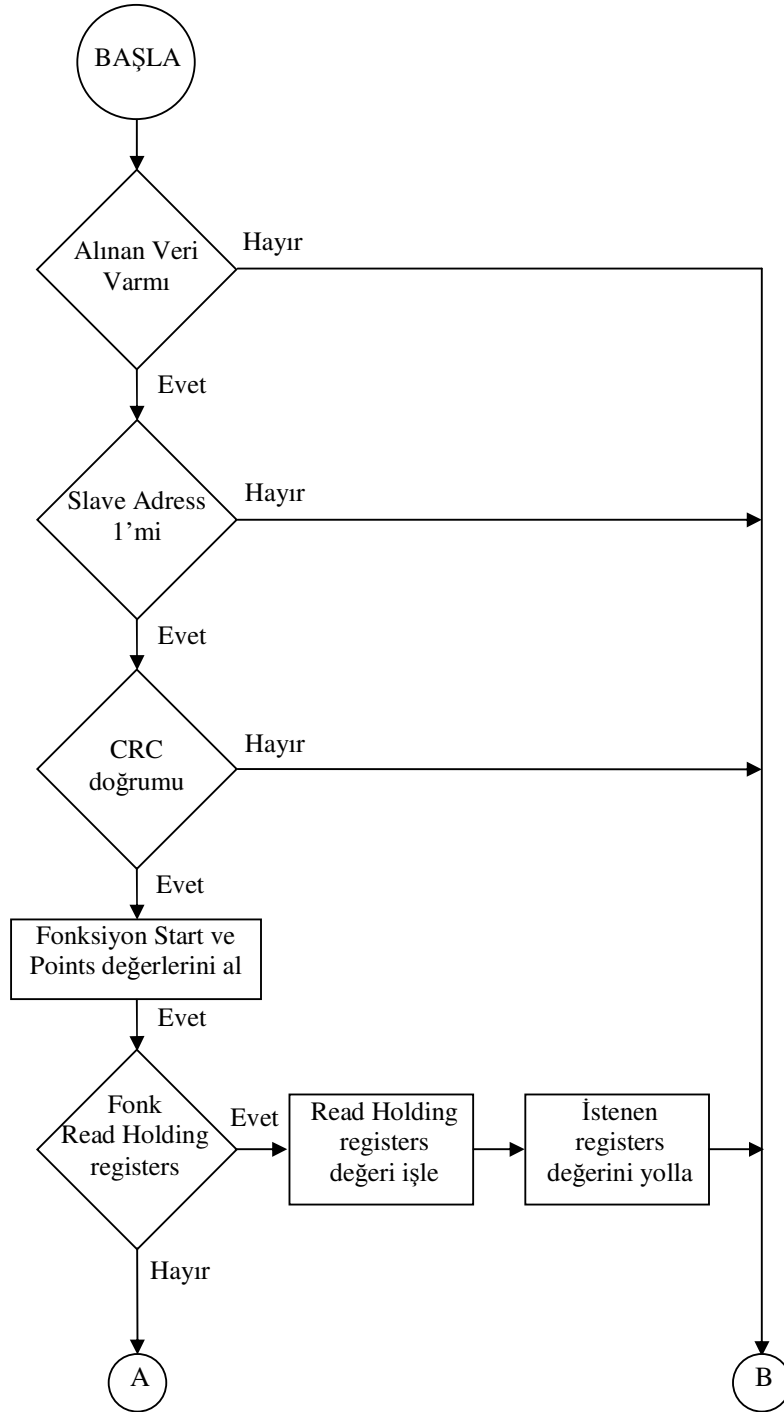


Şekil 3.23. Mikro denetleyici programı ana döngü akışı

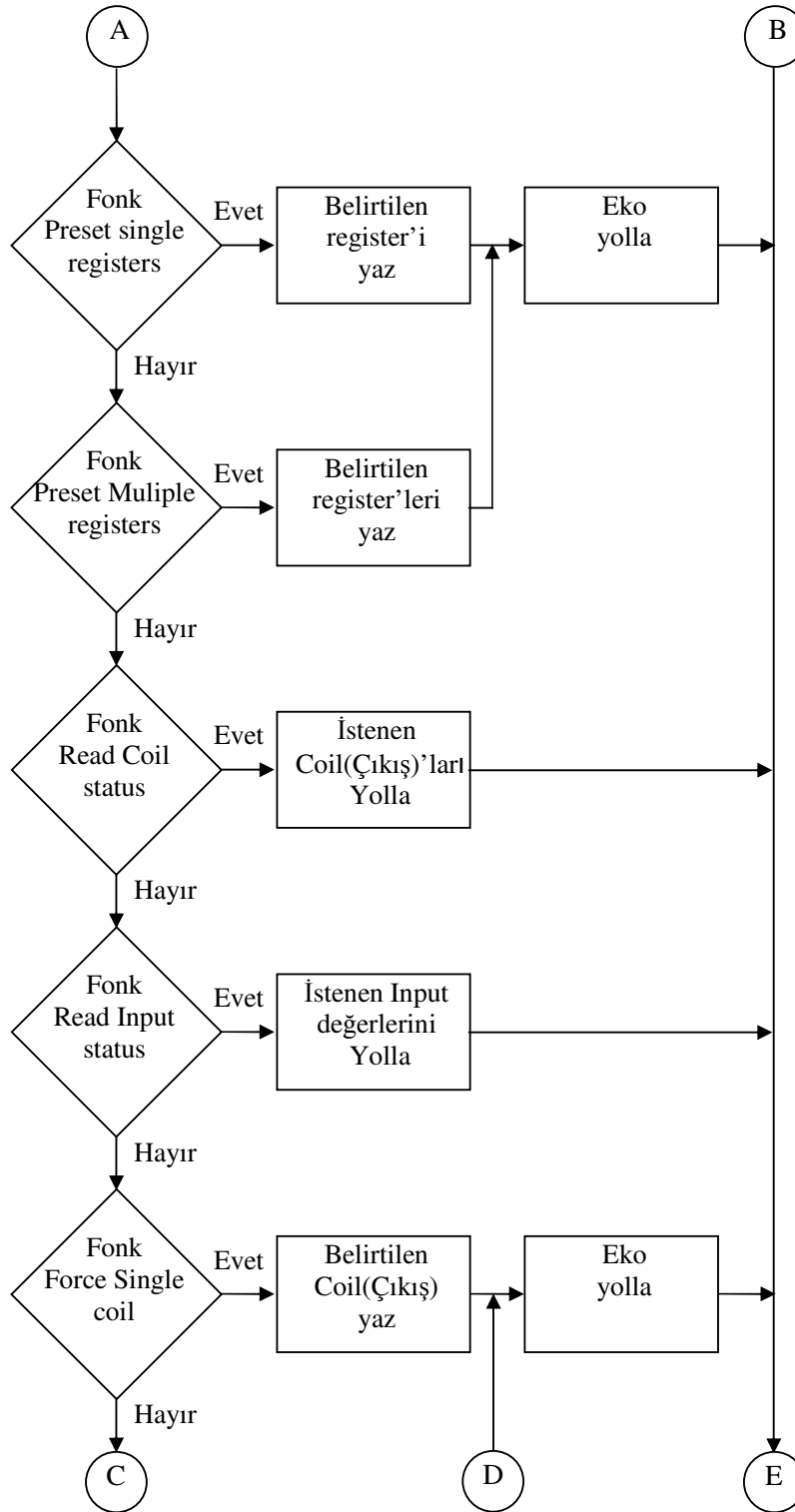
ADC işlemleri

Şekil 3.24. ADC'nin değerlendirilmesi akışı

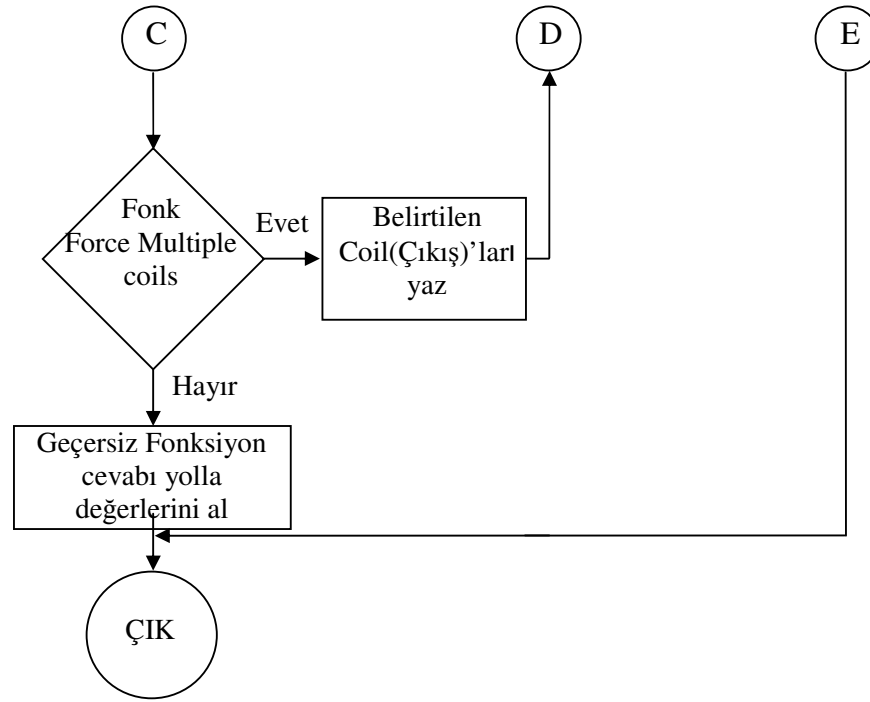
ModBus Slave işlemleri



Şekil 3.25. ModBus slave işlemleri

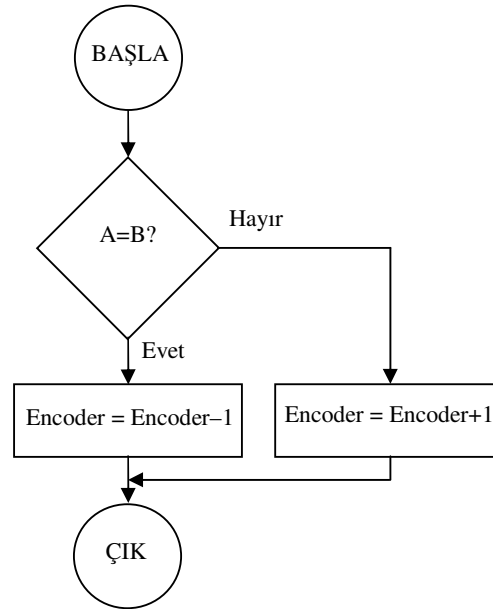


Şekil 3.25. (Devam)ModBus slave işlemleri

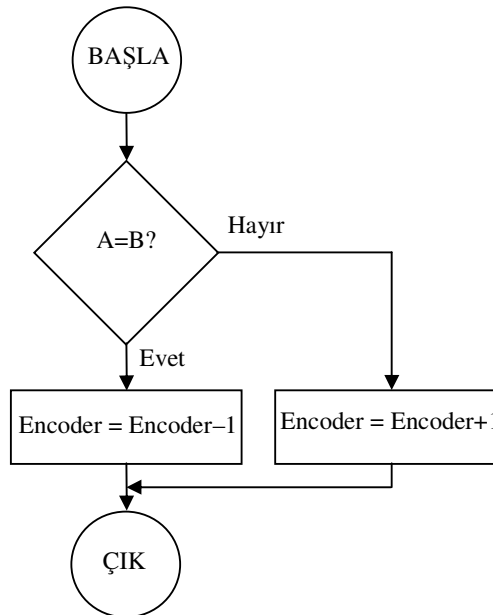


Şekil 3.25. (Devam)ModBus slave işlemleri

Mil kodlayıcı kesmeleri



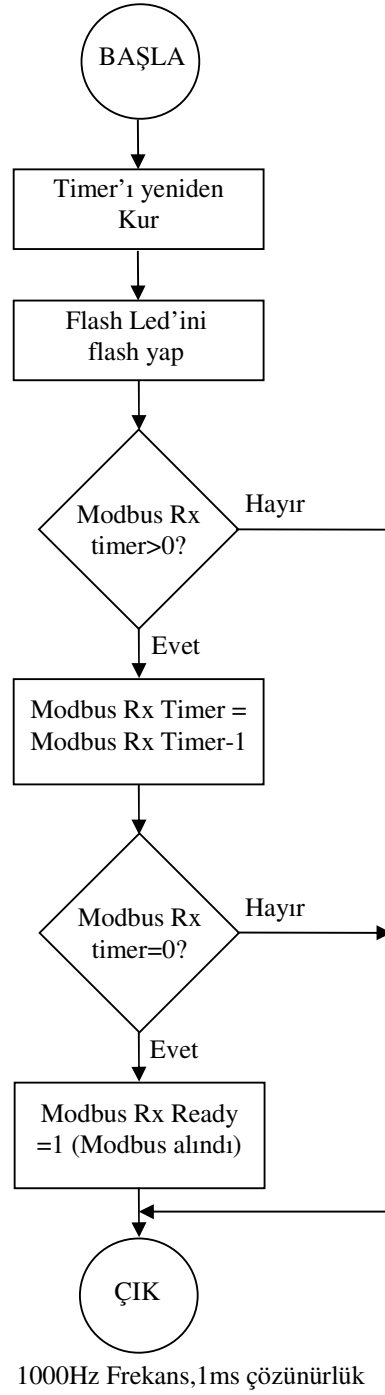
Şekil 3.26. INT 0 akışı



Şekil 3.27. INT 1 akışı

Mil kodlayıcının A ve B uçları işlemcinin INT0 ve INT1 girişlerine bağlanmıştır. girişler INT an any change durumuna ayarlanmıştır.

Periyodik kesme



Şekil 3.28. Periyodik kesme akışı

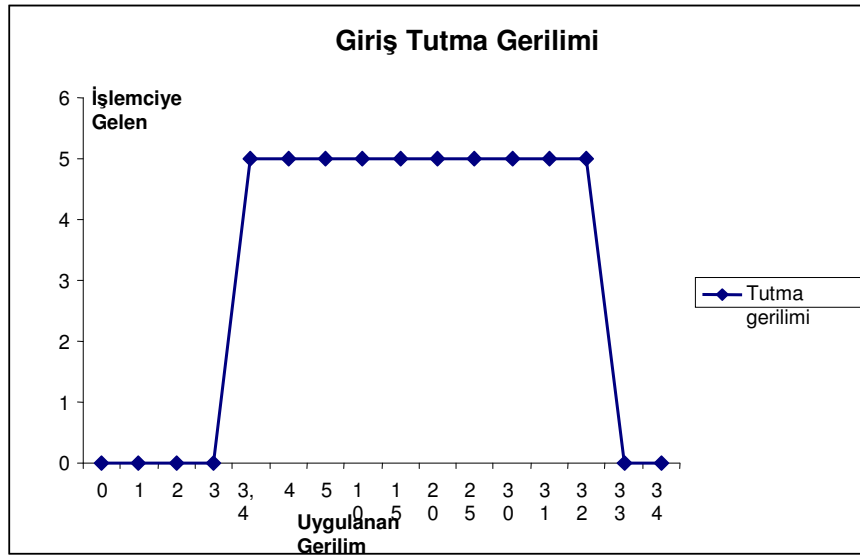
3.3. Performans Analizleri

Çizelge 3.5. Elektriksel karakteristikler

Besleme Voltajı	12 V AC $\pm\%30$
Çalışma Gücü	5W
Çalışma Sıcaklığı	-30°C to +80 °C
Koruma Sınıfı	IP20

Çizelge 3.6. Giriş çıkış arabirimi teknik özellikleri

Dijital Giriş gerilimi	5V to 24V DC
En küçük tutma	3,405V DC 2,3mA
En büyük bozulma gerilimi	32,205V DC 20mA
En büyük giriş değişimi	80Khz



Şekil 3.29. Giriş modülü tutma gerilimi (32 V sonrası bozulma)

Çizelge 3.7. Dijital çıkış modülünün kontak özellikleri

Dijital Çıkış	Role Konağı
Çıkış Rölesi	Set Enversör Kontak
Normalde Kapalı Kontak	1A 250 V AC
Normalde Açık Kontak	1A 250 V AC

Çizelge 3.8. Yük hücresi girişi özellikleri

Yük Hücresi Girişi	4 uçlu No sense
Çözünürlük	ADC 230.000 Count
Uyartım Gerilimi	5V
Referans gerilimi	Dahili referans kaynağı
Bağlantı	Standart fiş klamens no2
En büyük Ölçüm	Yük Hücresine Bağlı 80mV
Doğruluk	%95
Doğrusallık	%87

Çizelge 3.9. Mil kodlayıcı girişi özellikleri

Mil kodlayıcı girişi	5 uçlu A,B,Z,+V 0
Çözünürlük	Mil kodlayıcıya bağımlı $(360^0)/100$
Uyartım Gerilimi	5V-30V DC
Bağlantı	Standart fiş klamens no2
Ölçüm	Artımlı Refreset
En büyük Ölçüm	Long Integer
Doğruluk	%99
Doğrusallık	%99

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Veri toplama, endüstriyel ve biyomedikal uygulamalarda her zaman önemli olmuştur. Bu çalışmada, kuvvet veya konum esaslı fiziksel niceliklerin, gelebilecek uyarımlara bağlı olarak ölçülüp kumanda edilmesi sağlanmıştır. Gerçekleştirilen veri alış-veriş kartında, yük hücresi sinyalleri işlenmiş kullanılabilir büyüklük haline getirilmiştir. Mil kodlayıcıyı kullanılarak her türlü konum bilgisi üretilmiştir. Ayrıca dönder adet dijital giriş ve çıkış bilgileri kumanda edilebilir hale gelmiştir. Bu dijital giriş çıkışlar koşullu veri toplama amacıyla kullanılabilir. İşlenen ve üretilen veriler seri olarak standart Modbus protokolü ile desteklenmiş bilgisayar ile haberleştirilmiştir. Bu sistem kullanılarak kuvvet/kütle ölçümü, açısız/doğrusal konum değişimi ölçümü ve dijital giriş çıkışın ihtiyaç duyulacağı biyomedikal, endüstriyel üretim, otomotiv, depolama ve takip, bina otomasyonu alanında çok çeşitli uygulamalar ucuza ve güvenilir şekilde yapılabilir.

Son birkaç yılda endüstriyel bilgisayar giriş/çıkış arabirim ürünleri daha fazla maya başlanmıştır.. Bu arabirimler; görüntüleme, kontrol, veri toplama, otomatik test gibi endüstriyel kontrol ve laboratuvar uygulamalarında yaygın biçimde kullanılmaktadır. Ayrıca PLC'ler otomasyon işlemi için vazgeçilmez denetim elemanıdır. PLC'ler de çeşitli giriş çıkış arabirimlerine ihtiyaç duymaktadır. PC'lerin ve PLC'lerin arabirimleri oldukça pahalıdır. Her bir iş için ayrı modül kullanmak gerekir. Bu çalışma bütünleşik modüler yapısı ile yukarıda bahsedilen soruna çözüm olmaktadır. Örneğin demir çekme dayanım testi için kullanılması gereken PLC + analog giriş + yük hücresi Yükselteci+ PC yerine PC + Veri toplama ve Kumanda sistemi birleşimi ya da PLC + Veri toplama ve Kumanda birleşimi kullanılabilir.

Bu tez çalışması ülkemizde de hızla gelişmekte olan biyomedikal-klinik mühendisliği ve endüstriyel otomasyon teknolojisi alanındaki araştırma ve eğitim çalışmalarına çeşitli düzeylerde katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Bu tezde yapılan veri toplama ve kumanda sistemi kullanılarak yüze yakın uygulama yapılabilir. Bunların bazıları; tane uzunluk ve ağırlık ölçümüne ihtiyaç

duyan hammadde depolamada(traktör fab.), malzeme analizi kalite kontrol (topraklama çubuğunun kalitesi), binada kullanılan demirin kopma dayanımı testi, beton testi, motor tork testi, fren testi, kablo sarma sistemi, iplik sarma sistemi, ağırlığına göre malzeme ayrımı, terazi, uzunluk ölçümü, konum değişimi ölçümü, malzeme tanıma, yaklaşım algılama, medikal alanda; Uroflowmetry(işeme metre) yoğun bakım yatağı, giden mayi çıkan mayi ölçümü, boy kilo takibi, nörolojik muayene kuvvet testi olarak sıralanır. Bu uygulamaların hepsinde güvenle kullanılabilir.

Bu çalışmaya istenildiği takdirde thermocouple ve RTD modülleri eklenerek sıcaklık ölçümü de yapılabilir. İşlemci değiştirilerek giriş çıkış port sayısı artırılabilir.

KAYNAKLAR

1. Gezer E., "Special Report Turkey İn Focus" *IEN EUROPE* September Volume 31 4-9 (2005).
2. Kalkan, Ö. K., "Biyomedikal sinyallerin işlenmesi ve görüntülenmesi için bir ara yüz yazılımının gerçekleştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 46-56 (2005).
3. Mutlu, S., "Üriner inkontinanslı hastalarda Anamnez ile ürodinami bulgularının Karşılaştırılması" Uzmanlık Tezi, *Bakırköy Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Kliniği* İstanbul 7(2005)
4. Güneş, A., Uğraş, M., Soylu, A., Kılıç, S., Altınoluk, B., Baydınç, C. "Rekürren Üretra Darlıklarında Uygulanan Memotherm Üretral Stentlerin Uzun Dönem Sonuçları" *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 10(2) 67-69(2003)
5. Sunar, H., Halıcı, Ü., Yavuz, E., Cambaz, S., Gür, Ö., Duran, E., "Obezitenin koroner bypass cerrahisi üzerine Etkisi" *Gülhane Tıp Dergisi* 45 (4) : 338 - 342 (2003)
6. J.Michael Jacob "Industrial control electronics" *Prentice Hall*, Englewood cliffs 60-300 (1988).
7. James, R., Carstens, P. E., "Electrical Sensor and Transducers" *Prentice Hall*, Englewood cliffs, 34-42 (1992).
8. Carr, J.J., "Elements of Electronics Instrumentation 2nd ed.", *Prentice Hall*, Englewood cliffs, 278-282 (1996).
9. James, R., "Automatic Control Sistem Components," *Prentice Hall*, Englewood cliffs, 56 (1990)
10. Michael P. Ward "An architectural framework for Describing supervisory control and data Acquisition (scada) systems" Thesis *Naval Postgraduate School Monterey*, California, September 35-40(2004).
11. Bailey D.,Wright E., "Practical SCADA for industry", *IDC Technologies*, 17-37 (2003).
12. Mackay S., "Tutorials on Industrial Data Communications", *I.D.C. Technologies* 26-45(2006).
13. Tunçalp K., "Endüstriyel iletişim Protokolleri" *Otomasyon* Nisan 4 62-70 (2006)

14. T.Tommila, J.Hirvonen, L.Jaakkola & J.Peltoniemi VTT Industrial Systems
J.Peltola, S.Sierla & K.Koskinen “Next generation of industrial Automation
Concepts and architecture of a Component-based control system” *Helsinki
üniversity of Technology* (12-35) (2005)
15. Çayan, N., “Pnömatikte Alansal Veri yolu Uygulamaları”, *III. Ulusal Hidrolik
Pnömatik Kongresi ve Sergisi*, 4-7 Aralık, İzmir 14-17(2003).
16. Abel, P., “Total Solution for PC-Based Automation”, *Taiwan*, 2-7 (2002).

EKLER

EK-1 Veri sayfalarına ait internet sayfaları

[HOME](#) | [Re-search](#)

SHARP

PC817

Find results Results display 10 matches

Results for **PC817** total 17 page(s)

1 | 2 | [Next](#)

1. [Photocoupler Lead-free replacement list](#)
 99% http://www.sharp-world.com/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/photocoupler_leadfree_e.pdf 2006/03/22 57775Bytes [PDF](#)
 Photocoupler Lead-free replacement list October 2006 Leaded part No. Lead-free availability Lead-free part No. Outline Solder Material Soldering Condition PC12310NSZ Yes PC12310NSZ0F DIP4pin Through-h

2. [Device_E.book](#)
 80% http://www.sharp-world.com/products/device/lineup/selection/pdf/opto200510_e.pdf 2006/05/12 1444624Bytes [PDF](#)
 OPTO 56 PHOTOCOUPLER INDEX TREE ■Photocoupler Lineup Package typeOutput typeFeaturesModel No. (series)Page 4-pin SOP Compact, SMT type Single phototransistor General purpose, High collector-emitter v

ATMEL [PRODUCTS](#) [CORPORATE](#) [INVESTORS](#) [CAREERS](#)

PRODUCTS [English](#) [简体中文](#)

AVR 8-Bit RISC [Product / AVR 8-Bit RISC / ATmega8](#)

Overview
 Devices
 picoPower Technology
 802.15.4/ZigBee
 Applications
 Tools & Software
 Documentation >
 Support & FAQs
 Third Party Support
 Consultants
 Request Samples
 What's Changed

ATmega8

Description:
 8-Kbyte self-programming Flash Program Memory, 1-Kbyte SRAM, 512 Byte EEPROM, 6 or 8 Channel 10-bit A/D-converter. Up to 16 MIPS throughput at 16 Mhz. 2.7 - 5.5 Volt operation.

Key Parameters:

Flash (Kbytes)	8
EEPROM (Kbytes)	0.5
SRAM (Bytes)	1024
Max I/O Pins	23
F.max (MHz)	16
Vcc (V)	2.7-5.5
Pb-Free Packages	MLF 32 PDIP 28 TQFP 32

[Buy from Distribution](#)

Datasheets:

 **ATmega8(L) Summary** (22 pages, revision P, updated 02/06)

EK-1 (Devam) Veri sayfalarına ait internet sayfaları

Parametric Search | Replacement Parts Search

[Home](#) > [Analog to Digital Converters](#) > [A/D Converters](#)

[Contact Us](#) | [Print this Page](#) | [Email this Page](#)

Analog to Digital Converters

A/D Converters >

- Audio A/D Converters
- Capacitance to Digital Converters
- Energy Measurement
- Isolated A/D Converters
- Synchro/Resolver to Digital Converters
- Temperature to Digital Converters
- Touchscreen Controllers
- Video Decoders
- Voltage to Frequency Converters

All Product Categories >

Design Center >

All Solutions/Applications >

Buy Online >

AD7730 - CMOS, 24-Bit Sigma-Delta, Bridge Transducer ADC for Load Cell Applications

Data Sheets
[Rev A, 01/1998 \(pdf, 509K\)](#) [Email PDF](#)
[Lead\(Pb\)-Free Data](#) [\(Data Sheet Help\)](#)

Application Notes **Evaluation Boards** [html\(3k\)](#) **Price, Packaging, and Availability**

Product Description
The AD7730 is a complete analog front end for weigh-scale and pressure measurement applications. The device accepts low-level signals directly from a transducer and outputs a [More](#)

Specifications

Res (Bits)	24bit
Throughput Rate	1.2kSPS
# of ADC Inputs	2
Supply V	Multi(+3,+5), Single(+5)
Pwr Diss (max)	65mW
Interface	Ser
Ain Range	Uni (Vref)(PGA Gain)
SNR (dB)	123dB
Pkg Type	DIP, SOIC, SOP

[Find Similar Products](#)

Functional Block Diagram [Enlarge](#)

[Symbols and Footprints](#) **Other Diagrams:** [Pin Out Diagram](#)

New A/D Converters

[AD7795](#) - 6-Channel, Low Noise, Low Power, 16-Bit Sigma-Delta A/D Converter with On-Chip In-Amp and Reference

[AD7622](#) - 16-Bit, 1.5 LSB INL, 2 MSPS PUSAR® ADC

[AD7658](#) - 250 kSPS, 6-Channel, Simultaneous Sampling, Bipolar 12-Bit A/D Converter

[AD7690](#) - 18-Bit, 400 kSPS PUSAR® A/D Converter in MSOP/AGFN

[More...](#)

Design Tools

[ADIsimADC](#)

[Register Configuration Tools](#)

[Utilities and Conversions](#)

[More...](#)

Related Tech Info

[Application Notes](#)

As of June. 1, 2006

[Catalog](#) [About Koyo](#) [Profile](#) [Distributors](#) [Online Shop](#)

Rotary & Linear Encoders

Incremental Type

- Size 12 Modular/Kit
- Size 15 Solid Shaft
- Size 20 Solid Shaft
- Size 25 Solid Shaft
- Metric OEM Solid Shaft
- Metric Spindle for CNC
- Qube 2.25"
- Size 30 Wheeled
- Hollow w/1" Thickness
- Hollow w/Fully Enclosed
- Size 20 Hollow Shaft Thru Hub

Absolute Single-turn

- Size 25 Solid Shaft

Linear Encoders

- Module&Strips
- Fully Enclosed

Hand-wheel

- Size 30

Pendant Hand-held

- For CNC panels no E-stop
- For CNC panels with E-stop

Distributors Wanted!

Bu denetimi etkinleştirmek ve kullanmak için tıklayın

New Products presented by Koyo

The Right Encoders!

NEW Wheeled & Qube

NEW Hollow Thru-Hub

NEW Handwheel & Pendants

NEW Linear & Modular / Kit

Quality Products, Super-Low Prices, Best Service & Immediate Delivery

Incredible Features and Super Low Prices!

Compare Pricing S.R.P. (List Price) Basis

	#1 KOYO	Dynapar	BEI	EPC
Size 15-Shaft (Std.)	\$120.00 TRDA-2E	\$281.00 E15	\$415.00 L15M	\$133.00 15S-1024
Size 20-Shaft (Std.)	\$149.00 TRDA-2E	\$349.00 E20	\$568.00 L20M	\$168.00 20S-1024

Koyo Encoder, Inc.

EK-1 (Devam) Veri sayfalarına ait internet sayfaları

Yük Hücreleri
Montaj Aksesuarları
İndikatörler
Aksesuarlar
Endüstriyel Basküller
Taşıt Kantarları
Tank Tartım Sistemleri
Otomatik Tartı Aletleri
WIM Hareketli Tartım Sistemi

→ AĞIRLIK ÖLÇMEDE ÇAĞDAŞ ÇÖZÜMLER

Anasayfa Şirket Ürünler Endüstriyel Çözümler Destek Sertifikalar Kilogram Bülteni İletişim

Yazıcı Sayfası

Ürünler > **Yük Hücreleri**

Model BB

Lama Tipi 20-200 kg

Model SBS

Lama Tipi 500-2000kg

Model BS

Lama Tipi 200-2000kg

Model SSB

Lama Tipi 1000-10000kg

Model STCS

S Tipi 50-500 kg

Model TCS

S Tipi 500-5000 kg

otomatik kontrol sistemleri

Destek
Forum
İletişim
Dil Değiştir

OTOMASYON ve SCADA
sistemlerinde lider çözüm ortağınız.

ConcreteMix - Beton Santrali , Hazır Beton Santrali Otomasyonu

foks, Hazır Beton Santrali sektöründe üreticilerin tüm işletme ve üretim yönetimi ihtiyaçlarını karşılayan komple Beton Santrali otomasyon sistemleri çözümü sunmaktadır. Otomasyon da EXPER ve EVO **Bilgisayarlı Beton Santrali otomasyonu** , aşağıdaki özellikleri ile kullanıcıların ayrılmaz yardımcısıdır. **2 gün gibi kısa bir sürede komple monte edilir ve devreye alınır** , bu sayede eski sistemlerin değişimi sırasında üretim kaybı minimuma iner , **24 saat servis telefonu** ve uzmanlaşmış teknik ekip işletme süresince oluşabilecek arızalarda devamlı yanınızda olacaktır. Bilgisayarlı **EXPER ve EVO** hızlı ve doğru betonu üretmek demektir. EXPER ve EVO 'da , 6 agregalı T tipi , 4 agregalı L tipi , 5 agregalı kovalı tip , 5 agregalı yıldız tip , yaş kuru seçimli ... gibi toplam 16 tip santral tipini destekler. Standartlara uygun Betonu üretmek için Otomasyon şarttır.

EXPER ve EVO Program Özellikleri

- Santral Cesisleri

Demo Programını İndir



EK-2 ATMEGA-8 veri sayfası

Features

- High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
 - 8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - 512 Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 1K Byte Internal SRAM
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Three PWM Channels
 - 8-channel ADC in TQFP and MLF package
 - Eight Channels 10-bit Accuracy
 - 6-channel ADC in PDIP package
 - Eight Channels 10-bit Accuracy
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad MLF
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V (ATmega8L)
 - 4.5 - 5.5V (ATmega8)
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz (ATmega8L)
 - 0 - 16 MHz (ATmega8)
- Power Consumption at 4 Mhz, 3V, 25°C
 - Active: 3.6 mA
 - Idle Mode: 1.0 mA
 - Power-down Mode: 0.5 µA



8-bit AVR[®]
with 8K Bytes
In-System
Programmable
Flash

ATmega8
ATmega8L

Summary

2486OS-AVR-10/04

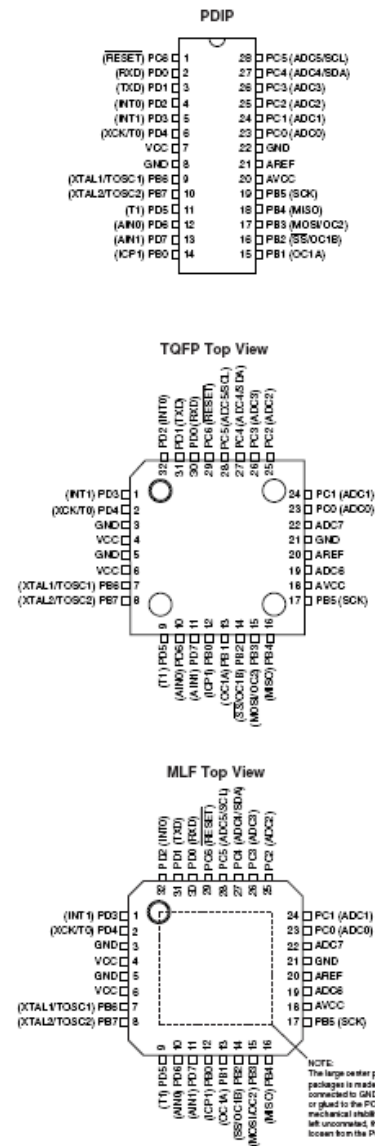


Note: This is a summary document. A complete document is available on our Web site at www.atmel.com.

EK-2 (Devam) ATMEGA-8 veri sayfası



Pin Configurations



EK-2 (Devam) ATMEGA-8 veri sayfası

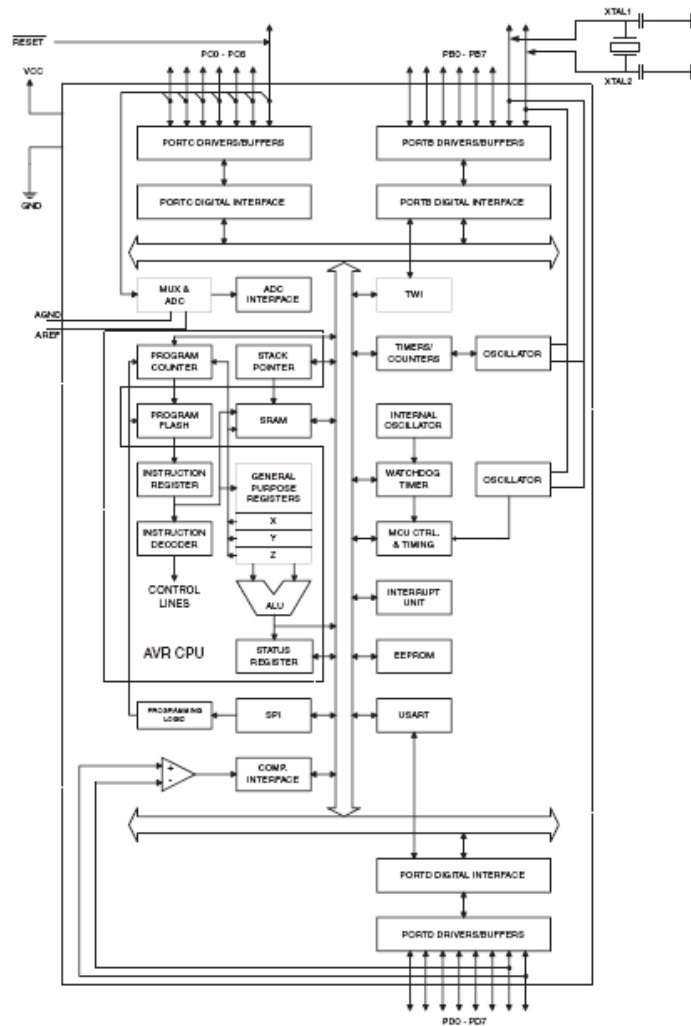
ATmega8(L)

Overview

The ATmega8 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega8 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz, allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 1. Block Diagram



EK-2 (Devam) ATMEGA-8 veri sayfası



The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega8 provides the following features: 8K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 512 bytes of EEPROM, 1K byte of SRAM, 23 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, three flexible Timer/Counters with compare modes, internal and external interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, a 6-channel ADC (eight channels in TOFP and MLF packages) with 10-bit accuracy, a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and five software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except asynchronous timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption.

The device is manufactured using Atmel's high density non-volatile memory technology. The Flash Program memory can be reprogrammed In-System through an SPI serial interface, by a conventional non-volatile memory programmer, or by an On-chip boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash Section will continue to run while the Application Flash Section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega8 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The ATmega8 AVR is supported with a full suite of program and system development tools, including C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, In-Circuit Emulators, and evaluation kits.

Disclaimer

Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

EK-2 (Devam) ATMEGA-8 veri sayfası

ATmega8(L)**Pin Descriptions**

VCC	Digital supply voltage.
GND	Ground.
Port B (PB7..PB0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2	Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit. Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier. If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7..6 is used as TOSC2..1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set. The various special features of Port B are elaborated in "Alternate Functions of Port B" on page 56 and "System Clock and Clock Options" on page 23.
Port C (PC5..PC0)	Port C is an 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.
PC6/<u>RESET</u>	If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C. If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 36. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset. The various special features of Port C are elaborated on page 59.
Port D (PD7..PD0)	Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. Port D also serves the functions of various special features of the ATmega8 as listed on page 61.
<u>RESET</u>	Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 36. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

EK-2 (Devam) ATMEGA-8 veri sayfası



AV_{CC}	AV _{CC} is the supply voltage pin for the A/D Converter, Port C (3..0), and ADC (7..6). It should be externally connected to V _{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V _{CC} through a low-pass filter. Note that Port C (5..4) use digital supply voltage, V _{CC} .
AREF	AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.
ADC7..6 (TQFP and MLF Package Only)	In the TQFP and MLF package, ADC7..6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

EK-2 (Devam) ATMEGA-8 veri sayfası

ATmega8(L)

Register Summary

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
0x3F (0x5F)	SREG	I	T	H	S	V	N	Z	C	9
0x3E (0x5E)	SPH	–	–	–	–	–	SP10	SP9	SP8	11
0x3D (0x5D)	SPL	SP7	SP6	SP5	SP4	SP3	SP2	SP1	SP0	11
0x3C (0x5C)	Reserved									
0x3B (0x5B)	GIOR	INT1	INT0	–	–	–	–	IVSEL	IVCE	47, 66
0x3A (0x5A)	GIFR	INTF1	INTF0	–	–	–	–	–	–	66
0x39 (0x59)	TIMSK	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	–	TOIE0	70, 100, 130
0x38 (0x58)	TIFR	OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	–	TOV0	71, 101, 130
0x37 (0x57)	SPMCR	SPMIE	RWWSB	–	RWWSRE	BLBSSET	PQWRT	PGERS	SPMEN	210
0x36 (0x56)	TWCR	TWINT	TWEA	TWSTA	TWSTO	TWWC	TWEN	–	TWIE	168
0x35 (0x55)	MCUCR	SE	SMQ	SM1	SMQ	ISC11	ISC10	ISC01	ISC00	31, 64
0x34 (0x54)	MCUCSR	–	–	–	–	WDRF	BORF	EXTRF	PCRF	39
0x33 (0x53)	TCCR0	–	–	–	–	–	CS02	CS01	CS00	70
0x32 (0x52)	TCNT0									70
0x31 (0x51)	OSCCAL									
0x30 (0x50)	SFQOR	–	–	–	–	ACME	PUD	PSR2	PSR10	56, 73, 121, 190
0x2F (0x4F)	TCCR1A	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	FOC1A	FOC1B	WGM11	WGM10	98
0x2E (0x4E)	TCCR1B	ICNC1	ICB1	–	–	WGM13	WGM12	CS12	CS11	98
0x2D (0x4D)	TCNT1H									99
0x2C (0x4C)	TCNT1L									99
0x2B (0x4B)	OCR1AH									99
0x2A (0x4A)	OCR1AL									99
0x29 (0x49)	OCR1BH									99
0x28 (0x48)	OCR1BL									99
0x27 (0x47)	ICR1H									100
0x26 (0x46)	ICR1L									100
0x25 (0x45)	TCCR2	FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20	116
0x24 (0x44)	TCNT2									117
0x23 (0x43)	OCR2									117
0x22 (0x42)	ASSR	–	–	–	–	AS2	TOR2UB	OCR2UB	TOR2UB	117
0x21 (0x41)	WDTOR	–	–	–	WDCE	WDE	WDF2	WDF1	WDF0	41
0x20 ^(*) (0x40 ^(*))	UBRRH	URSEL	–	–	–	–	–	UBRR11:8	–	155
	UCSRC	URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCS21	UCS20	UCPOL	163
0x1F (0x3F)	BEARH	–	–	–	–	–	–	–	BEAR6	18
0x1E (0x3E)	BEARL	BEAR7	BEAR6	BEAR5	BEAR4	BEAR3	BEAR2	BEAR1	BEAR0	18
0x1D (0x3D)	EEDR									18
0x1C (0x3C)	EECR	–	–	–	–	EEIE	EEWME	EEWE	EEFE	18
0x1B (0x3B)	Reserved									
0x1A (0x3A)	Reserved									
0x19 (0x39)	Reserved									
0x18 (0x38)	PORTB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	63
0x17 (0x37)	DDRB	DDRB7	DDRB6	DDRB5	DDRB4	DDRB3	DDRB2	DDRB1	DDRB0	63
0x16 (0x36)	PINB	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	63
0x15 (0x35)	PORTC	–	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0	63
0x14 (0x34)	DDRC	–	DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0	63
0x13 (0x33)	PINC	–	PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0	63
0x12 (0x32)	PORTD	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	63
0x11 (0x31)	DDRD	DDD7	DDD6	DDD5	DDD4	DDD3	DDD2	DDD1	DDD0	63
0x10 (0x30)	PIND	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	63
0x0F (0x2F)	SPDR									128
0x0E (0x2E)	SPSR	SPIF	WCOL	–	–	–	–	–	SPI2X	128
0x0D (0x2D)	SPCR	SPIE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	128
0x0C (0x2C)	UDR									150
0x0B (0x2B)	UCSRA	RXC	TXC	UDRE	FE	DOR	PE	U2X	MPCM	161
0x0A (0x2A)	UCSRB	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCS22	RXB8	TXB8	162
0x09 (0x29)	UBRRL									155
0x08 (0x28)	ACSR	ACD	ACBG	ACO	AC1	ACIE	ACIC	ACIS1	ACIS0	191
0x07 (0x27)	ADMUX	REFS1	REFS0	ADLAR	–	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	202
0x06 (0x26)	ADCSRA	ADEN	ADSC	ADFR	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	204
0x05 (0x25)	ADCH									205
0x04 (0x24)	ADCL									205
0x03 (0x23)	TWDR									170
0x02 (0x22)	TWAR	TWA6	TWA5	TWA4	TWA3	TWA2	TWA1	TWA0	TWGE	170

EK-3 AD7730BN veri sayfası



Bridge Transducer ADC

AD7730/AD7730L

KEY FEATURES

Resolution of 230,000 Counts (Peak-to-Peak)
 Offset Drift: 5 nV/°C
 Gain Drift: 2 ppm/°C
 Line Frequency Rejection: >150 dB
 Buffered Differential Inputs
 Programmable Filter Cutoffs
 Specified for Drift Over Time
 Operates with Reference Voltages of 1 V to 5 V

ADDITIONAL FEATURES

Two-Channel Programmable Gain Front End
 On-Chip DAC for Offset/TARE Removal
 FASTStep™ Mode
 AC or DC Excitation
 Single Supply Operation

APPLICATIONS

Weigh Scales
 Pressure Measurement

The modulator output is processed by a low pass programmable digital filter, allowing adjustment of filter cutoff, output rate and settling time.

The part features two buffered differential programmable gain analog inputs as well as a differential reference input. The part operates from a single +5 V supply. It accepts four unipolar analog input ranges: 0 mV to +10 mV, +20 mV, +40 mV and +80 mV and four bipolar ranges: ± 10 mV, ± 20 mV, ± 40 mV and ± 80 mV. The peak-to-peak resolution achievable directly from the part is 1 in 230,000 counts. An on-chip 6-bit DAC allows the removal of TARE voltages. Clock signals for synchronizing ac excitation of the bridge are also provided.

The serial interface on the part can be configured for three-wire operation and is compatible with microcontrollers and digital signal processors. The AD7730 contains self-calibration and system calibration options, and features an offset drift of less than 5 nV/°C and a gain drift of less than 2 ppm/°C.

The AD7730 is available in a 24-pin plastic DIP, a 24-lead SOIC and 24-lead TSSOP package. The AD7730L is available in a 24-lead SOIC and 24-lead TSSOP package.

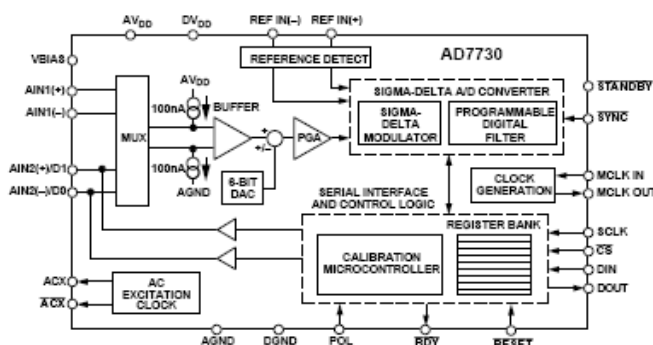
GENERAL DESCRIPTION

The AD7730 is a complete analog front end for weigh-scale and pressure measurement applications. The device accepts low-level signals directly from a transducer and outputs a serial digital word. The input signal is applied to a proprietary programmable gain front end based around an analog modulator.

NOTE

The description of the functions and operation given in this data sheet apply to both the AD7730 and AD7730L. Specifications and performance parameters differ for the parts. Specifications for the AD7730L are outlined in Appendix A.

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



FASTStep is a trademark of Analog Devices, Inc.

REV. A

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
 Tel: 781/329-4700 World Wide Web Site: <http://www.analog.com>
 Fax: 781/326-8703 © Analog Devices, Inc., 1998

EK-3 (Devam) AD7730BN veri sayfası

AD7730—SPECIFICATIONS

($AV_{DD} = +5\text{ V}$, $DV_{DD} = +3\text{ V}$ or $+5\text{ V}$; $\text{REF IN}(+) = AV_{REF}$; $\text{REF IN}(-) = \text{AGND} = \text{DGND} = 0\text{ V}$; $f_{CLK} = 4.9152\text{ MHz}$. All specifications T_{MIN} to T_{MAX} unless otherwise noted.)

Parameter	B Version ¹	Units	Conditions/Comments
STATIC PERFORMANCE (CHP = 1)			
No Missing Codes ²	24	Bits min	
Output Noise and Update Rates ²	See Tables I & II		
Integral Nonlinearity	18	ppm of FSR max	
Offset Error ²	See Note 3		Offset Error and Offset Drift Refer to Both Unipolar Offset and Bipolar Zero Errors
Offset Drift vs. Temperature ²	5	nV/°C typ	
Offset Drift vs. Time ⁴	25	nV/1000 Hours typ	
Positive Full-Scale Error ^{2, 5}	See Note 3		
Positive Full-Scale Drift vs. Temp ^{2, 6, 7}	2	ppm of FS/°C max	
Positive Full-Scale Drift vs. Time ⁴	10	ppm of FS/1000 Hours typ	
Gain Error ^{2, 8}	See Note 3		
Gain Drift vs. Temperature ^{2, 6, 9}	2	ppm/°C max	
Gain Drift vs. Time ⁴	10	ppm/1000 Hours typ	
Bipolar Negative Full-Scale Error ²	See Note 3		
Negative Full-Scale Drift vs. Temp ^{2, 6}	2	ppm of FS/°C max	
Power Supply Rejection	120	dB typ	Measured with Zero Differential Voltage
Common-Mode Rejection (CMR)	120	dB min	At DC. Measured with Zero Differential Voltage
Analog Input DC Bias Current ²	50	nA max	
Analog Input DC Bias Current Drift ²	100	pA/°C typ	
Analog Input DC Offset Current ²	10	nA max	
Analog Input DC Offset Current Drift ²	50	pA/°C typ	
STATIC PERFORMANCE (CHP = 0)²			
No Missing Codes	24	Bits min	SKIP = 0 ¹⁰
Output Noise and Update Rates	See Tables III & IV		
Integral Nonlinearity	18	ppm of FSR max	
Offset Error	See Note 3		Offset Error and Offset Drift Refer to Both Unipolar Offset and Bipolar Zero Errors
Offset Drift vs. Temperature ⁶	0.5	μV/°C typ	
Offset Drift vs. Time ⁴	2.5	μV/1000 Hours typ	
Positive Full-Scale Error ⁵	See Note 3		
Positive Full-Scale Drift vs. Temp ^{6, 7}	0.6	μV/°C typ	
Positive Full-Scale Drift vs. Time ⁴	3	μV/1000 Hours typ	
Gain Error ²	See Note 3		
Gain Drift vs. Temperature ^{6, 9}	2	ppm/°C typ	
Gain Drift vs. Time ⁴	10	ppm/1000 Hours typ	
Bipolar Negative Full-Scale Error	See Note 3		
Negative Full-Scale Drift vs. Temp	0.6	μV/°C typ	
Power Supply Rejection	90	dB typ	Measured with Zero Differential Voltage
Common-Mode Rejection (CMR) on AIN	100	dB typ	At DC. Measured with Zero Differential Voltage
CMR on REF IN	120	dB typ	At DC. Measured with Zero Differential Voltage
Analog Input DC Bias Current	60	nA max	
Analog Input DC Bias Current Drift	150	pA/°C typ	
Analog Input DC Offset Current	30	nA max	
Analog Input DC Offset Current Drift	100	pA/°C typ	
ANALOG INPUTS/REFERENCE INPUTS			
Normal-Mode 50 Hz Rejection ²	88	dB min	From 49 Hz to 51 Hz
Normal-Mode 60 Hz Rejection ²	88	dB min	From 59 Hz to 61 Hz
Common-Mode 50 Hz Rejection ²	120	dB min	From 49 Hz to 51 Hz
Common-Mode 60 Hz Rejection ²	120	dB min	From 59 Hz to 61 Hz
Analog Inputs			
Differential Input Voltage Ranges ¹¹			Assuming 2.5 V or 5 V Reference with HIREF Bit Set Appropriately
	0 to +10 or ±10	mV nom	Gain = 250
	0 to +20 or ±20	mV nom	Gain = 125
	0 to +40 or ±40	mV nom	Gain = 62.5
	0 to +80 or ±80	mV nom	Gain = 31.25
Absolute/Common-Mode Voltage ¹²	AGND + 1.2 V	V min	
	AV _{DD} - 0.95 V	V max	
Reference Input			
REF IN(+) - REF IN(-) Voltage	+2.5	V nom	HIREF Bit of Mode Register = 0
REF IN(+) - REF IN(-) Voltage	+5	V nom	HIREF Bit of Mode Register = 1
Absolute/Common-Mode Voltage ¹³	AGND - 30 mV	V min	
	AV _{DD} + 30 mV	V max	
NO REF Trigger Voltage	0.3	V min	NO REF Bit Active If V _{REF} Below This Voltage
	0.65	V max	NO REF Bit Inactive If V _{REF} Above This Voltage

EK-3 (Devam) AD7730BN veri sayfası

AD7730/AD7730L

Parameter	B Version ¹	Units	Conditions/Comments
LOGIC INPUTS			
Input Current	± 10	$\mu\text{A max}$	
All Inputs Except SCLK and MCLK IN			
V_{INL} , Input Low Voltage	0.8	V max	DV _{DD} = +5 V
V_{INL} , Input Low Voltage	0.4	V max	DV _{DD} = +3 V
V_{INH} , Input High Voltage	2.0	V min	
SCLK Only (Schmitt Triggered Input)			
V_{T+}	1.4/3	V min to V max	DV _{DD} = +5 V
V_{T-}	1/2.5	V min to V max	DV _{DD} = +3 V
V_{T-}	0.8/1.4	V min to V max	DV _{DD} = +5 V
V_{T-}	0.4/1.1	V min to V max	DV _{DD} = +3 V
$V_{T+} - V_{T-}$	0.4/0.8	V min to V max	DV _{DD} = +5 V
$V_{T+} - V_{T-}$	0.4/0.8	V min to V max	DV _{DD} = +3 V
MCLK IN Only			
V_{INL} , Input Low Voltage	0.8	V max	DV _{DD} = +5 V
V_{INL} , Input Low Voltage	0.4	V max	DV _{DD} = +3 V
V_{INH} , Input High Voltage	3.5	V min	DV _{DD} = +5 V
V_{INH} , Input High Voltage	2.5	V min	DV _{DD} = +3 V
LOGIC OUTPUTS (Including MCLK OUT)			
V_{OL} , Output Low Voltage	0.4	V max	I _{SINK} = 800 μA Except for MCLK OUT ¹⁴ ; V _{DD} ¹⁵ = +5 V
V_{OL} , Output Low Voltage	0.4	V max	I _{SINK} = 100 μA Except for MCLK OUT ¹⁴ ; V _{DD} ¹⁵ = +3 V
V_{OH} , Output High Voltage	4.0	V min	I _{SOURCE} = 200 μA Except for MCLK OUT ¹⁴ ; V _{DD} ¹⁵ = +5 V
V_{OH} , Output High Voltage			I _{SOURCE} = 100 μA Except for MCLK OUT ¹⁴ ; V _{DD} ¹⁵ = +3 V
Floating State Leakage Current	V _{DD} - 0.6 V	V min	
Floating State Output Capacitance ²	± 10	$\mu\text{A max}$	
	6	pF typ	
TRANSDUCER BURNOUT			
AIN1(+) Current	-100	nA nom	
AIN1(-) Current	100	nA nom	
Initial Tolerance @ 25°C	± 10	% typ	
Drift ³	0.1	%/°C typ	
OFFSET (TARE) DAC			
Resolution	6	Bit	
LSB Size	2.3/2.6	mV min/mV max	2.5 mV Nominal with 5 V Reference (REF IN/2000)
DAC Drift ¹⁶	2.5	ppm/°C max	
DAC Drift vs. Time ^{4, 16}	25	ppm/1000 Hours typ	
Differential Linearity	-0.25/+0.75	LSB max	Guaranteed Monotonic
SYSTEM CALIBRATION			
Positive Full-Scale Calibration Limit ¹⁷	1.05 $\times$ FS	V max	FS Is the Nominal Full-Scale Voltage (10 mV, 20 mV, 40 mV or 80 mV)
Negative Full-Scale Calibration Limit ¹⁷	-1.05 $\times$ FS	V max	
Offset Calibration Limit ¹⁸	-1.05 $\times$ FS	V max	
Input Span ¹⁷	0.8 $\times$ FS	V min	
	2.1 $\times$ FS	V max	
POWER REQUIREMENTS			
Power Supply Voltages			
AV _{DD} - AGND Voltage	+4.75 to +5.25	V min to V max	
DV _{DD} Voltage	+2.7 to +5.25	V min to V max	
Power Supply Currents			
AV _{DD} Current (Normal Mode)	10.3	mA max	With AGND = 0 V
AV _{DD} Current (Normal Mode)	22.3	mA max	External MCLK, Digital I/Ps = 0 V or DV _{DD}
DV _{DD} Current (Normal Mode)	1.3	mA max	All Input Ranges Except 0 mV to +10 mV and ± 10 mV
DV _{DD} Current (Normal Mode)	2.7	mA max	Input Ranges of 0 mV to +10 mV and ± 10 mV Only
AV _{DD} + DV _{DD} Current (Standby Mode)	25	$\mu\text{A max}$	DV _{DD} of 2.7 V to 3.3 V
Power Dissipation			DV _{DD} of 4.75 V to 5.25 V
Normal Mode	65	mW max	Typically 10 μA , External MCLK IN = 0 V or DV _{DD}
	125	mW max	AV _{DD} = DV _{DD} = +5 V, Digital I/Ps = 0 V or DV _{DD}
Standby Mode	125	$\mu\text{W max}$	All Input Ranges Except 0 mV to +10 mV and ± 10 mV
			Input Ranges of 0 mV to +10 mV and ± 10 mV Only
			Typically 50 μW , External MCLK IN = 0 V or DV _{DD}

EK-3 (Devam) AD7730BN veri sayfası

AD7730/AD7730L

NOTES

¹Temperature range: -40°C to +85°C.²Sample tested during initial release.³The offset (or zero) numbers with CHP = 1 are typically 3 μ V precalibration. Internal zero-scale calibration reduces this by about 1 μ V. Offset numbers with CHP = 0 can be up to 1 mV precalibration. Internal zero-scale calibration reduces this to 2 μ V typical. System zero-scale calibration reduces offset numbers with CHP = 1 and CHP = 0 to the order of the noise. Gain errors can be up to 3000 ppm precalibration with CHP = 0 and CHP = 1. Performing internal full-scale calibrations on the 80 mV range reduces the gain error to less than 100 ppm for the 80 mV and 40 mV ranges, to about 250 ppm for the 20 mV range and to about 500 ppm on the 10 mV range. System full-scale calibration reduces this to the order of the noise. Positive and negative full-scale errors can be calculated from the offset and gain errors.⁴These numbers are generated during life testing of the part.⁵Positive Full-Scale Error includes Offset Errors (Unipolar Offset Error or Bipolar Zero Error) and applies to both unipolar and bipolar input ranges. See Terminology.⁶Recalibration at any temperature will remove these errors.⁷Full-Scale Drift includes Offset Drift (Unipolar Offset Drift or Bipolar Zero Drift) and applies to both unipolar and bipolar input ranges.⁸Gain Error is a measure of the difference between the measured and the ideal span between any two points in the transfer function. The two points used to calculate the gain error are positive full scale and negative full scale. See Terminology.⁹Gain Error Drift is a span drift and is effectively the drift of the part if zero-scale calibrations only were performed.¹⁰No Missing Codes performance with CHP = 0 and SKIP = 1 is reduced below 24 bits for SF words lower than 180 decimal.¹¹The analog input voltage range on the AIN1(+) and AIN2(+) inputs is given here with respect to the voltage on the AIN1(-) and AIN2(-) inputs respectively.¹²The common-mode voltage range on the input pairs applies provided the absolute input voltage specification is obeyed.¹³The common-mode voltage range on the reference input pair (REF IN(+)) and REF IN(-)) applies provided the absolute input voltage specification is obeyed.¹⁴These logic output levels apply to the MCLK OUT output only when it is loaded with a single CMOS load.¹⁵V_{DD} refers to DV_{DD} for all logic outputs except D0, D1, ACX and ACX where it refers to AV_{DD}. In other words, the output logic high for these four outputs is determined by AV_{DD}.¹⁶This number represents the total drift of the channel with a zero input and the DAC output near full scale.¹⁷After calibration, if the input voltage exceeds positive full scale, the converter will output all 1s. If the input is less than negative full scale, the device outputs all 0s.¹⁸These calibration and span limits apply provided the absolute input voltage specification is obeyed. The offset calibration limit applies to both the unipolar zero point and the bipolar zero point.

Specifications subject to change without notice.

TIMING CHARACTERISTICS^{1,2} (AV_{DD} = +4.75 V to +5.25 V; DV_{DD} = +2.7 V to +5.25 V; AGND = DGND = 0 V; f_{CLK IN} = 4.9152 MHz; Input Logic 0 = 0 V, Logic 1 = DV_{DD} unless otherwise noted).

Parameter	Limit at T _{MIN} to T _{MAX} (B Version)	Units	Conditions/Comments
Master Clock Range	1 5	MHz min MHz max	For Specified Performance
t ₁	50	ns min	SYNC Pulsewidth
t ₂	50	ns min	RESET Pulsewidth
Read Operation			
t ₃	0	ns min	RDY to $\overline{\text{CS}}$ Setup Time
t ₄	0	ns min	$\overline{\text{CS}}$ Falling Edge to SCLK Active Edge Setup Time ³
t ₅ ⁴	0	ns min	SCLK Active Edge to Data Valid Delay ³
	60	ns max	DV _{DD} = +4.75 V to +5.25 V
	80	ns max	DV _{DD} = +2.75 V to +3.3 V
t _{5A} ^{4,5}	0	ns min	$\overline{\text{CS}}$ Falling Edge to Data Valid Delay
	60	ns max	DV _{DD} = +4.75 V to +5.25 V
	80	ns max	DV _{DD} = +2.7 V to +3.3 V
t ₆	100	ns min	SCLK High Pulsewidth
t ₇	100	ns min	SCLK Low Pulsewidth
t ₈	0	ns min	$\overline{\text{CS}}$ Rising Edge to SCLK Inactive Edge Hold Time ³
t ₉ ⁶	10	ns min	Bus Relinquish Time after SCLK Inactive Edge ³
	80	ns max	
t ₁₀	100	ns max	SCLK Active Edge to RDY High ^{3,7}
Write Operation			
t ₁₁	0	ns min	$\overline{\text{CS}}$ Falling Edge to SCLK Active Edge Setup Time ³
t ₁₂	30	ns min	Data Valid to SCLK Edge Setup Time
t ₁₃	25	ns min	Data Valid to SCLK Edge Hold Time
t ₁₄	100	ns min	SCLK High Pulsewidth
t ₁₅	100	ns min	SCLK Low Pulsewidth
t ₁₆	0	ns min	$\overline{\text{CS}}$ Rising Edge to SCLK Edge Hold Time

NOTES

¹Sample tested during initial release to ensure compliance. All input signals are specified with tr = tf = 5 ns (10% to 90% of DV_{DD}) and timed from a voltage level of 1.6 V.²See Figures 18 and 19.³SCLK active edge is falling edge of SCLK with POL = 1; SCLK active edge is rising edge of SCLK with POL = 0.⁴These numbers are measured with the load circuit of Figure 1 and defined as the time required for the output to cross the V_{OL} or V_{OH} limits.⁵This specification only comes into play if $\overline{\text{CS}}$ goes low while SCLK is low (POL = 1) or if $\overline{\text{CS}}$ goes low while SCLK is high (POL = 0). It is primarily required for interfacing to DSP machines.⁶These numbers are derived from the measured time taken by the data output to change 0.5 V when loaded with the circuit of Figure 1. The measured number is then extrapolated back to remove effects of charging or discharging the 50 pF capacitor. This means that the times quoted in the timing characteristics are the true bus relinquish times of the part and as such are independent of external bus loading capacitances.⁷RDY returns high after the first read from the device after an output update. The same data can be read again, if required, while RDY is high, although care should be taken that subsequent reads do not occur close to the next output update.

EK-3 (Devam) AD7730BN veri sayfası

AD7730/AD7730L

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

(T_A = +25°C unless otherwise noted)

AV _{DD} to AGND	−0.3 V to +7 V
AV _{DD} to DGND	−0.3 V to +7 V
DV _{DD} to AGND	−0.3 V to +7 V
DV _{DD} to DGND	−0.3 V to +7 V
AGND to DGND	−5 V to +0.3 V
AV _{DD} to DV _{DD}	−2 V to +5 V
Analog Input Voltage to AGND	−0.3 V to AV _{DD} + 0.3 V
Reference Input Voltage to AGND	−0.3 V to AV _{DD} + 0.3 V
A _{IN} /REF _{IN} Current (Indefinite)	30 mA
Digital Input Voltage to DGND	−0.3 V to DV _{DD} + 0.3 V
Digital Output Voltage to DGND	−0.3 V to DV _{DD} + 0.3 V
Output Voltage (ACX, ACC X, D0, D1) to DGND	−0.3 V to AV _{DD} + 0.3 V

Operating Temperature Range

Industrial (B Version)	−40°C to +85°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Junction Temperature	+150°C

Plastic DIP Package, Power Dissipation	450 mW
θ _{JA} Thermal Impedance	105°C/W
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	+260°C
TSSOP Package, Power Dissipation	450 mW
θ _{JA} Thermal Impedance	128°C/W
Lead Temperature, Soldering	
Vapor Phase (60 sec)	+215°C
Infrared (15 sec)	+220°C
SOIC Package, Power Dissipation	450 mW
θ _{JA} Thermal Impedance	75°C/W
Lead Temperature, Soldering	
Vapor Phase (60 sec)	+215°C
Infrared (15 sec)	+220°C

*Stresses above those listed under Absolute Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only; functional operation of the device at these or any other conditions above those listed in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ORDERING GUIDE

Model	Temperature Range	Package Description	Package Options
AD7730BN	−40°C to +85°C	Plastic DIP	N-24
AD7730BR	−40°C to +85°C	Small Outline	R-24
AD7730BRU	−40°C to +85°C	Thin Shrink Small Outline	RU-24
EVAL-AD7730EB	Evaluation Board		
AD7730LBR	−40°C to +85°C	Small Outline	R-24
AD7730LBRU	−40°C to +85°C	Thin Shrink Small Outline	RU-24
EVAL-AD7730LEB	Evaluation Board		



Figure 1. Load Circuit for Access Time and Bus Relinquish Time

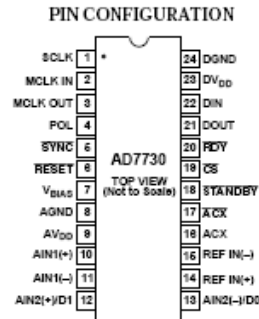
CAUTION

ESD (electrostatic discharge) sensitive device. Electrostatic charges as high as 4000 V readily accumulate on the human body and test equipment and can discharge without detection. Although the AD7730 features proprietary ESD protection circuitry, permanent damage may occur on devices subjected to high energy electrostatic discharges. Therefore, proper ESD precautions are recommended to avoid performance degradation or loss of functionality.



Figure 3. Signal Processing Chain

EK-3 (Devam) AD7730BN veri sayfası

**PIN FUNCTION DESCRIPTIONS**

Pin No.	Mnemonic	Function
1	SCLK	Serial Clock. Schmitt-Triggered Logic Input. An external serial clock is applied to this input to transfer serial data to or from the AD7730. This serial clock can be a continuous clock with all data transmitted in a continuous train of pulses. Alternatively, it can be a noncontinuous clock with the information being transmitted to or from the AD7730 in smaller batches of data.
2	MCLK IN	Master Clock signal for the device. This can be provided in the form of a crystal/resonator or external clock. A crystal/resonator can be tied across the MCLK IN and MCLK OUT pins. Alternatively, the MCLK IN pin can be driven with a CMOS-compatible clock and MCLK OUT left unconnected. The AD7730 is specified with a clock input frequency of 4.9152 MHz while the AD7730L is specified with a clock input frequency of 2.4576 MHz.

REV. A

-7-

EK-3 (Devam) AD7730BN veri sayfası

AD7730/AD7730L

Pin No.	Mnemonic	Function
3	MCLK OUT	When the master clock for the device is a crystal/resonator, the crystal/resonator is connected between MCLK IN and MCLK OUT. If an external clock is applied to the MCLK IN, MCLK OUT provides an inverted clock signal. This clock can be used to provide a clock source for external circuits and MCLK OUT is capable of driving one CMOS load. If the user does not require it, MCLK OUT can be turned off with the CLKDIS bit of the Mode Register. This ensures that the part is not burning unnecessary power driving capacitance on the MCLK OUT pin.
4	POL	Clock Polarity. Logic Input. This determines the polarity of the serial clock. If the active edge for the processor is a high-to-low SCLK transition, this input should be low. In this mode, the AD7730 puts out data on the DATA OUT line in a read operation on a low-to-high transition of SCLK and clocks in data from the DATA IN line in a write operation on a high-to-low transition of SCLK. In applications with a noncontinuous serial clock (such as most microcontroller applications), this means that the serial clock should idle low between data transfers. If the active edge for the processor is a low-to-high SCLK transition, this input should be high. In this mode, the AD7730 puts out data on the DATA OUT line in a read operation on a high-to-low transition of SCLK and clocks in data from the DATA IN line in a write operation on a low-to-high transition of SCLK. In applications with a noncontinuous serial clock (such as most microcontroller applications), this means that the serial clock should idle high between data transfers.
5	SYNC	Logic Input that allows for synchronization of the digital filters and analog modulators when using a number of AD7730s. While SYNC is low, the nodes of the digital filter, the filter control logic and the calibration control logic are reset and the analog modulator is also held in its reset state. SYNC does not affect the digital interface but does reset RDY to a high state if it is low. While SYNC is asserted, the Mode Bits may be set up for a subsequent operation which will commence when the SYNC pin is deasserted.
6	RESET	Logic Input. Active low input that resets the control logic, interface logic, digital filter, analog modulator and all on-chip registers of the part to power-on status. Effectively, everything on the part except for the clock oscillator is reset when the RESET pin is exercised.
7	V _{BIAS}	Analog Output. This analog output is an internally-generated voltage used as an internal operating bias point. This output is not for use external to the AD7730 and it is recommended that the user does not connect anything to this pin.
8	AGND	Ground reference point for analog circuitry.
9	AV _{DD}	Analog Positive Supply Voltage. The AV _{DD} to AGND differential is 5 V nominal.
10	AIN1(+)	Analog Input Channel 1. Positive input of the differential, programmable-gain primary analog input pair. The differential analog input ranges are 0 mV to +10 mV, 0 mV to +20 mV, 0 mV to +40 mV and 0 mV to +80 mV in unipolar mode, and ± 10 mV, ± 20 mV, ± 40 mV and ± 80 mV in bipolar mode.
11	AIN1(-)	Analog Input Channel 1. Negative input of the differential, programmable gain primary analog input pair.
12	AIN2(+)/D1	Analog Input Channel 2 or Digital Output 1. This pin can be used either as part of a second analog input channel or as a digital output bit as determined by the DEN bit of the Mode Register. When selected as an analog input, it is the positive input of the differential, programmable-gain secondary analog input pair. The analog input ranges are 0 mV to +10 mV, 0 mV to +20 mV, 0 mV to +40 mV and 0 mV to +80 mV in unipolar mode and ± 10 mV, ± 20 mV, ± 40 mV and ± 80 mV in bipolar mode. When selected as a digital output, this output can be programmed over the serial interface using bit D1 of the Mode Register.
13	AIN2(-)/D0	Analog Input Channel 2 or Digital Output 0. This pin can be used either as part of a second analog input channel or as a digital output bit as determined by the DEN bit of the Mode Register. When selected as an analog input, it is the negative input of the differential, programmable-gain secondary analog input pair. When selected as a digital output, this output can be programmed over the serial interface using bit D0 of the Mode Register.
14	REF IN(+)	Reference Input. Positive terminal of the differential reference input to the AD7730. REF IN(+) can lie anywhere between AV _{DD} and AGND. The nominal reference voltage (the differential voltage between REF IN(+) and REF IN(-)) should be +5 V when the HIREF bit of the Mode Register is 1 and +2.5 V when the HIREF bit of the Mode Register is 0.
15	REF IN(-)	Reference Input. Negative terminal of the differential reference input to the AD7730. The REF IN(-) potential can lie anywhere between AV _{DD} and AGND.
16	ACX	Digital Output. Provides a signal that can be used to control the reversing of the bridge excitation in ac-excited bridge applications. When ACX is high, the bridge excitation is taken as normal and when ACX is low, the bridge excitation is reversed (chopped). If AC = 0 (ac mode turned off) or CHP = 0 (chop mode turned off), the ACX output remains high.
17	$\overline{\text{ACX}}$	Digital Output. Provides a signal that can be used to control the reversing of the bridge excitation in ac-excited bridge applications. This output is the complement of ACX. In ac mode, this means that it toggles in anti-phase with ACX. If AC = 0 (ac mode turned off) or CHP = 0 (chop mode turned off), the $\overline{\text{ACX}}$ output remains low. When toggling, it is guaranteed to be nonoverlapping with ACX. The non-overlap interval, when both ACX and $\overline{\text{ACX}}$ are low, is one master clock cycle.

EK-3 (Devam) AD7730BN veri sayfası

AD7730/AD7730L		
Pin No.	Mnemonic	Function
18	STANDBY	Logic Input. Taking this pin low shuts down the analog and digital circuitry, reducing current consumption to the 5 μ A range. The on-chip registers retain all their values when the part is in standby mode.
19	$\overline{CS}$	Chip Select. Active low Logic Input used to select the AD7730. With this input hardwired low, the AD7730 can operate in its three-wire interface mode with SCLK, DIN and DOUT used to interface to the device. $\overline{CS}$ can be used to select the device in systems with more than one device on the serial bus or as a frame synchronization signal in communicating with the AD7730.
20	RDY	Logic Output. Used as a status output in both conversion mode and calibration mode. In conversion mode, a logic low on this output indicates that a new output word is available from the AD7730 data register. The RDY pin will return high upon completion of a read operation of a full output word. If no data read has taken place after an output update, the RDY line will return high prior to the next output update, remain high while the update is taking place and return low again. This gives an indication of when a read operation should not be initiated to avoid initiating a read from the data register as it is being updated. In calibration mode, RDY goes high when calibration is initiated and it returns low to indicate that calibration is complete. A number of different events on the AD7730 set the RDY high and these are outlined in Table XVIII.
21	DOUT	Serial Data Output with serial data being read from the output shift register on the part. This output shift register can contain information from the calibration registers, mode register, status register, filter register, DAC register or data register, depending on the register selection bits of the Communications Register.
22	DIN	Serial Data Input with serial data being written to the input shift register on the part. Data from this input shift register is transferred to the calibration registers, mode register, communications register, DAC register or filter registers depending on the register selection bits of the Communications Register.
23	DV _{DD}	Digital Supply Voltage, +3 V or +5 V nominal.
24	DGND	Ground reference point for digital circuitry.

TERMINOLOGY**INTEGRAL NONLINEARITY**

This is the maximum deviation of any code from a straight line passing through the endpoints of the transfer function. The endpoints of the transfer function are zero scale (not to be confused with bipolar zero), a point 0.5 LSB below the first code transition (000 . . . 000 to 000 . . . 001) and full scale, a point 0.5 LSB above the last code transition (111 . . . 110 to 111 . . . 111). The error is expressed as a percentage of full scale.

POSITIVE FULL-SCALE ERROR

Positive Full-Scale Error is the deviation of the last code transition (111 . . . 110 to 111 . . . 111) from the ideal AIN(+) voltage ($AIN(-) + V_{REF}/GAIN - 3/2$ LSBs). It applies to both unipolar and bipolar analog input ranges. Positive full-scale error is a summation of offset error and gain error.

UNIPOLAR OFFSET ERROR

Unipolar Offset Error is the deviation of the first code transition from the ideal AIN(+) voltage ($AIN(-) + 0.5$ LSB) when operating in the unipolar mode.

BIPOLAR ZERO ERROR

This is the deviation of the midscale transition (0111 . . . 111 to 1000 . . . 000) from the ideal AIN(+) voltage ($AIN(-) - 0.5$ LSB) when operating in the bipolar mode.

GAIN ERROR

This is a measure of the span error of the ADC. It is a measure of the difference between the measured and the ideal span between any two points in the transfer function. The two points used to calculate the gain error are full scale and zero scale.

BIPOLAR NEGATIVE FULL-SCALE ERROR

This is the deviation of the first code transition from the ideal AIN(+) voltage ($AIN(-) - V_{REF}/GAIN + 0.5$ LSB) when operating in the bipolar mode. Negative full-scale error is a summation of zero error and gain error.

POSITIVE FULL-SCALE OVERRANGE

Positive Full-Scale Overrange is the amount of overhead available to handle input voltages on AIN(+) input greater than $AIN(-) + V_{REF}/GAIN$ (for example, noise peaks or excess voltages due to system gain errors in system calibration routines) without introducing errors due to overloading the analog modulator or overflowing the digital filter.

NEGATIVE FULL-SCALE OVERRANGE

This is the amount of overhead available to handle voltages on AIN(+) below $AIN(-) - V_{REF}/GAIN$ without overloading the analog modulator or overflowing the digital filter.

OFFSET CALIBRATION RANGE

In the system calibration modes, the AD7730 calibrates its offset with respect to the analog input. The Offset Calibration Range specification defines the range of voltages the AD7730 can accept and still accurately calibrate offset.

FULL-SCALE CALIBRATION RANGE

This is the range of voltages that the AD7730 can accept in the system calibration mode and still calibrate full scale correctly.

INPUT SPAN

In system calibration schemes, two voltages applied in sequence to the AD7730's analog input define the analog input range. The input span specification defines the minimum and maximum input voltages, from zero to full scale, the AD7730 can accept and still accurately calibrate gain.

EK-4 PC 817 veri sayfası

SHARP

PC817 Series

PC817 Series**High Density Mounting Type Photocoupler**

- Lead forming type (I type) and tape/reel type (P type) are also available. (PC817/PC817P)
- TUV (VDE884) approved type is also available as an option.

■ Features

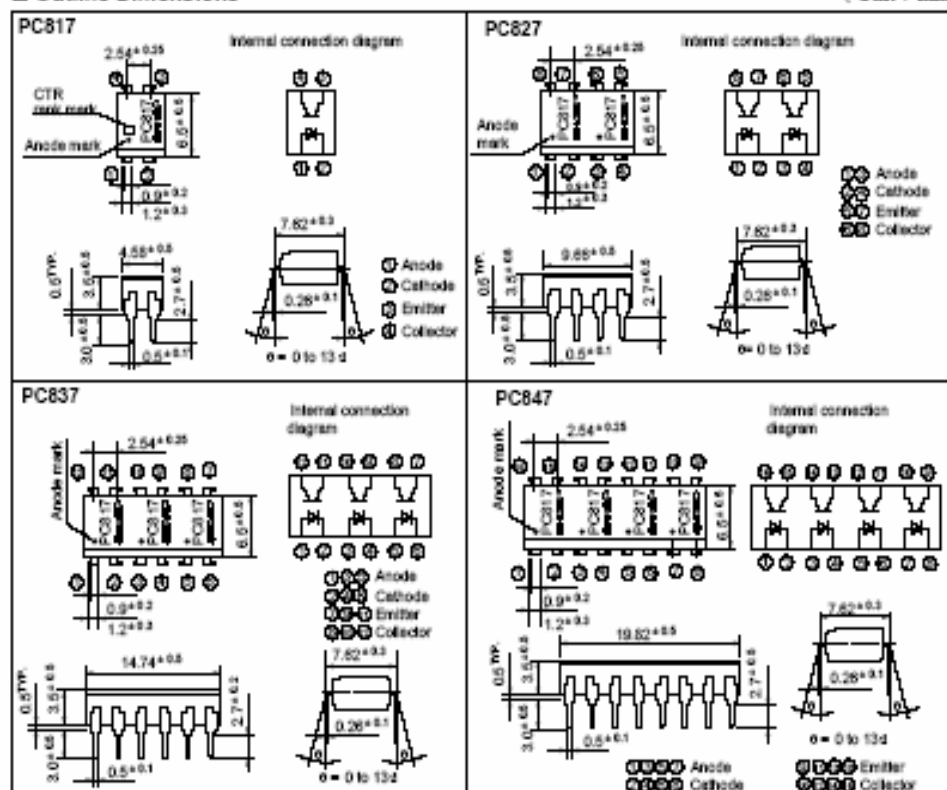
1. Current transfer ratio
(CTR: MIN. 50% at $I_F = 5\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$)
2. High isolation voltage between input and output ($V_{iso} : 5000\text{V}_{rms}$)
3. Compact dual-in-line package
PC817 : 1-channel type
PC827 : 2-channel type
PC837 : 3-channel type
PC847 : 4-channel type
4. Recognized by UL, file No. E64380

■ Applications

1. Computer terminals
2. System appliances, measuring instruments
3. Registers, copiers, automatic vending machines
4. Electric home appliances, such as fan heaters, etc.
5. Signal transmission between circuits of different potentials and impedances

■ Outline Dimensions

(Unit : mm)



On the absence of confirmation by device specification sheets, SHARP takes no responsibility for any defects that occur in equipment using any of SHARP's devices, shown in catalogs, data books, etc. Contact SHARP in order to obtain the latest version of the device specification sheets before using any SHARP's device.

EK-4 (Devam)PC 817 veri sayfası



PC817 Series

■ Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Input	Forward current	I_F	20 mA
	¹⁾ Peak forward current	I_{FM}	1 A
	Reverse voltage	V_R	6 V
	Power dissipation	P	70 mW
Output	Collector-emitter voltage	V_{CE0}	35 V
	Emitter-collector voltage	V_{EC0}	6 V
	Collector current	I_C	20 mA
	Collector power dissipation	P_C	150 mW
Total power dissipation		P_{tot}	200 mW
²⁾ Isolation voltage	V_{iso}	5 000	V _{eff}
Operating temperature	T_{op}	-30 to +100	°C
Storage temperature	T_{stg}	-55 to +125	°C
³⁾ Soldering temperature	T_{sol}	260	°C

¹⁾ Pulse width $\leq 100 \mu s$, Duty ratio : 0.001²⁾ 40 to 60% RH, AC for 1 minute³⁾ For 10 seconds

■ Electro-optical Characteristics (Ta = 25°C)

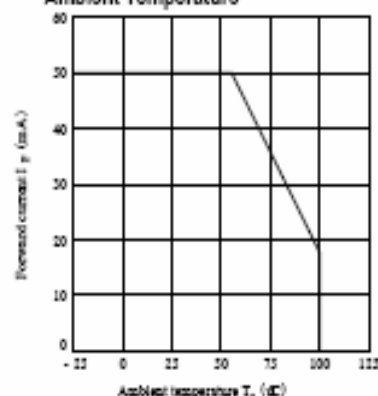
Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Input	Forward voltage	V_F $I_F = 10 \text{ mA}$	-	1.2	1.4	V
	Peak forward voltage	V_{FM} $I_{FM} = 0.5 \text{ A}$	-	-	3.0	V
	Reverse current	I_R $V_R = 4 \text{ V}$	-	-	10	μA
	Terminal capacitance	C_t $V = 0, f = 1 \text{ kHz}$	-	30	250	pF
Output	Collector dark current	I_{C0} $V_{CE} = 30 \text{ V}$	-	-	10^{-11}	A
	¹⁾ Current transfer ratio	CTR $I_F = 2 \text{ mA}, V_{CE} = 2 \text{ V}$	20	-	600	%
Transfer characteristics	Collector-emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$ $I_F = 10 \text{ mA}, I_C = 1 \text{ mA}$	-	0.1	0.2	V
	Isolation resistance	R_{iso} DC500V, 40 to 60% RH	3×10^{10}	10^{11}	-	Ω
	Floating capacitance	C_f $V = 0, f = 1 \text{ MHz}$	-	0.6	1.0	pF
	Cut-off frequency	f_c $V_{CE} = 2 \text{ V}, I_C = 1 \text{ mA}, R_L = 100 \Omega, -3\text{dB}$	-	30	-	kHz
	Response time	Rise time t_r	-	4	15	μs
		Fall time t_f	-	3	15	μs

¹⁾ Classification table of current transfer ratio is shown below.

Model No.	Rank mark	CTR (%)
PC817A	A	80 to 160
PC817B	B	130 to 260
PC817C	C	200 to 400
PC817D	D	300 to 600
PC8*7AB	A or B	80 to 260
PC8*7BC	B or C	130 to 400
PC8*7CD	C or D	200 to 600
PC8*7AC	A, B or C	80 to 400
PC8*7BD	B, C or D	130 to 600
PC8*7AD	A, B, C or D	80 to 600
PC8*7	A, B, C, D or No mark	50 to 600

* : 1 or 2 or 3 or 4

Fig. 1 Forward Current vs. Ambient Temperature



EK-4 (Devam)PC 817 veri sayfası



PC817 Series

Fig. 2 Collector Power Dissipation vs. Ambient Temperature

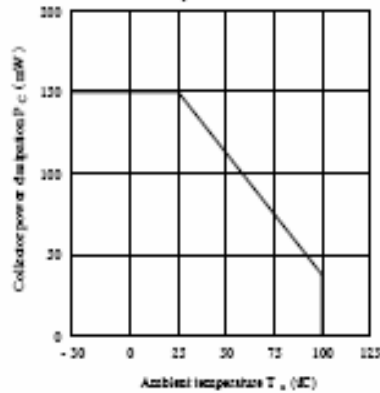


Fig. 3 Peak Forward Current vs. Duty Ratio

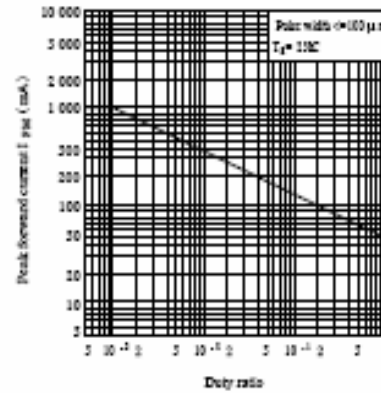


Fig. 4 Current Transfer Ratio vs. Forward Current

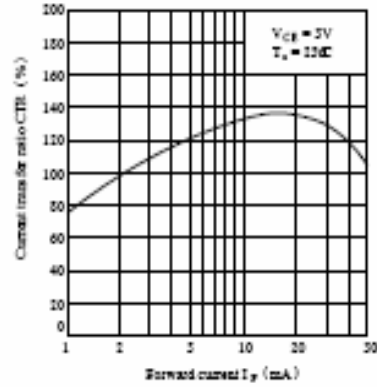


Fig. 5 Forward Current vs. Forward Voltage

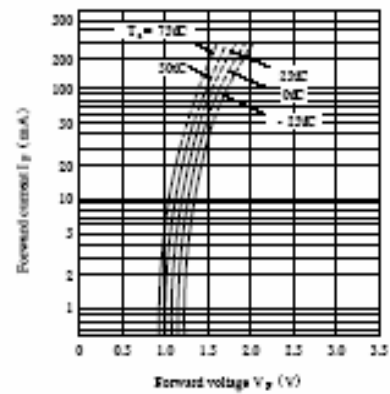


Fig. 6 Collector Current vs. Collector-emitter Voltage

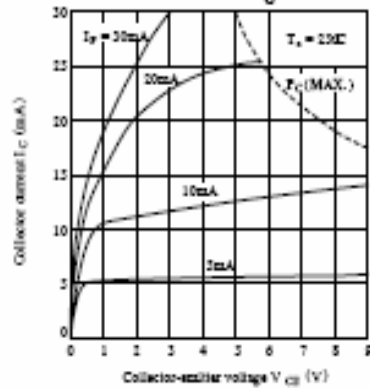
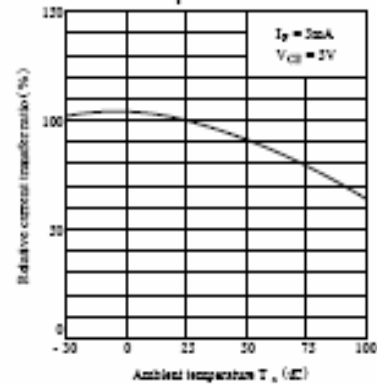
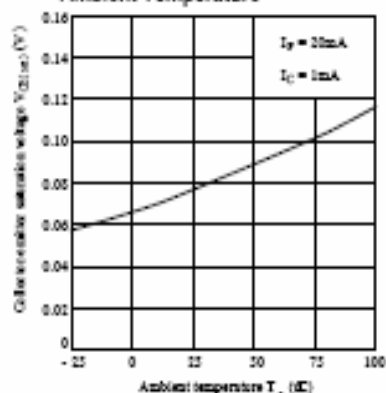
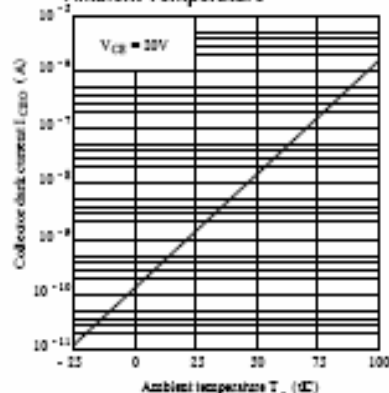
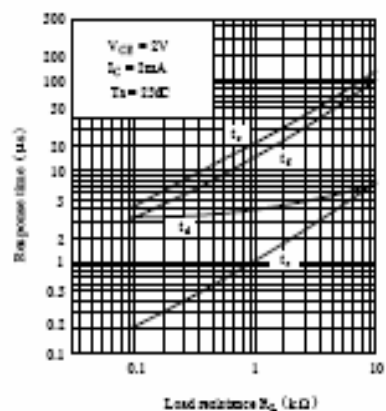
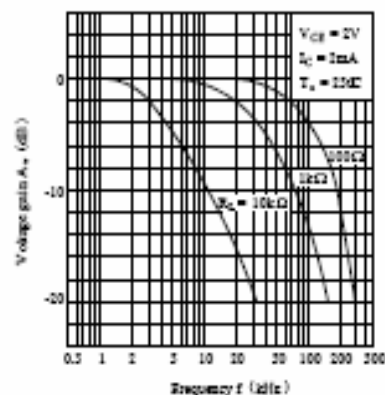
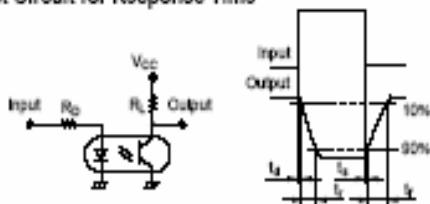
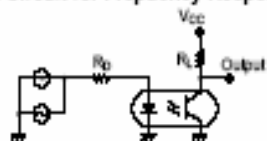
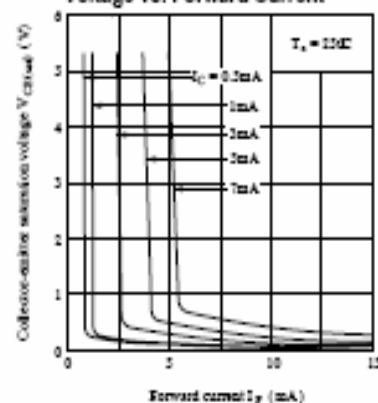


Fig. 7 Relative Current Transfer Ratio vs. Ambient Temperature



EK-4 (Devam)PC 817 veri sayfası

SHARP**PC817 Series****Fig. 8 Collector-emitter Saturation Voltage vs. Ambient Temperature****Fig. 9 Collector Dark Current vs. Ambient Temperature****Fig.10 Response Time vs. Load Resistance****Fig.11 Frequency Response****Test Circuit for Response Time****Test Circuit for Frequency Response****Fig.12 Collector-emitter Saturation Voltage vs. Forward Current**

● Please refer to the chapter "Precautions for Use" ○

EK-5 Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı



Getting started

Creating a simple Modbus protocol application

EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı

1. Introduction

In this guide we propose, as an example, the design of a simple supervision application Modbus RTU protocol based; this example is a little step towards the design of more complex SCADA applications, but it can be useful for anybody who approaches for the first time to a SCADA, and in particular to Winlog Pro software, to quickly understand how to communicate with external devices.

Every time you design a new application, it is necessary to know, for each external device, the communication protocol, the address and the list of variables that you want read or write.

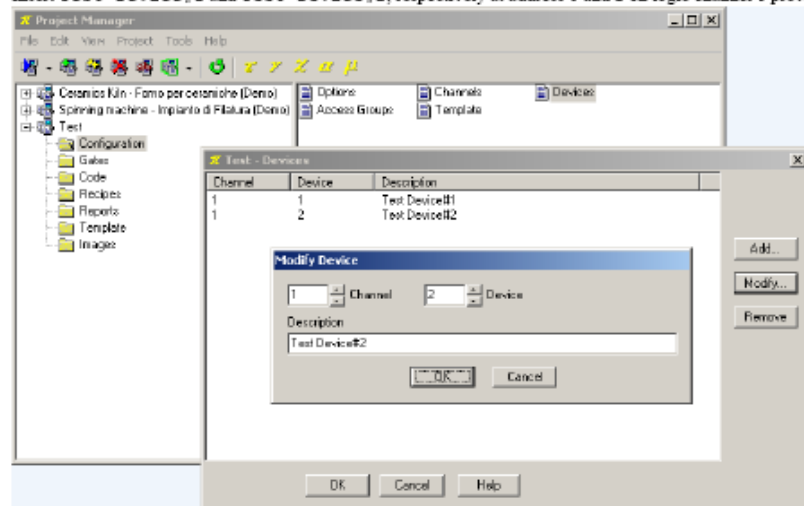
In our example we have to communicate with two devices (Test Device#1 e Test Device#2) whose address are 1 and 2; for each device we want to read 3 numeric variables (Temp, Sp e Out) and 1 digital variable (Alarm).

EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı

4. Devices declaration

From elements in Configuration folder select Devices.

Insert Test Device#1 and Test Device#2, respectively at address 1 and 2 on logic channel 1 previously set



Devices declaration

EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı

5. Creating variables database

Now we can insert the devices variables in gates database

In this example we only consider numeric and digital variables (gates).

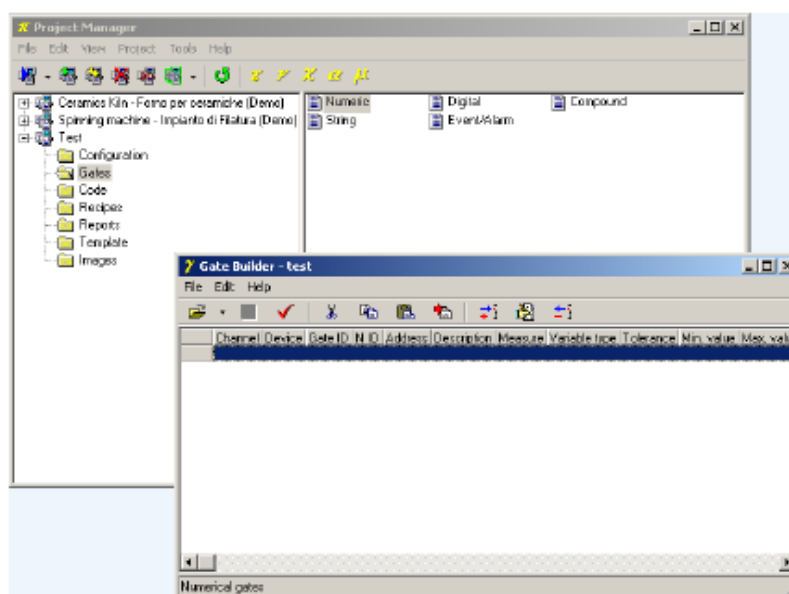
Numeric gates include all those variables that refer to an analog quantity (for example measured variables, set-points, alarm threshold ...) and can be expressed by a byte, a word, a double word, an integer or by a floating-point variable.

Digital gates include all those variables that refer to digital status (for example an alarm conditions, a configuration option, ...) and can be expressed by a single bit.

Sometimes more digital conditions can be gathered in a single numeric variable, but this case will not be explained in this example.

To edit the variables database, you need to run **Gate Builder**

From **Project Manager**, select **Gates** folder and double-click on each of icons (**Numeric**, **Digital**, ...).



Variables database creation

Suppose you need to read the following variables (to adapt this example to a real case it is enough to modify the gates details below).

Name	Channel	Device	Modbus address*	Variable type	Gate type	Unit	Description
TEMP	1	1	(3-) 005	Signed Word	Numeric	°C	Temperature - Measure
SP	1	1	(3-) 010	Signed Word	Numeric	°C	Temperature - Setpoint
OUT	1	1	(3-) 015	Unsigned Word	Numeric	%	Control Output - Value
ALARM	1	1	(1-) 012	Bit	Digitale		Internal alarm status
TEMP	1	2	(3-) 005	Signed Word	Numeric	°C	Temperature - Measure
SP	1	2	(3-) 010	Signed Word	Numeric	°C	Temperature - Setpoint
OUT	1	2	(3-) 015	Unsigned Word	Numeric	%	Control Output - Value
ALARM	1	2	(1-) 012	Bit	Digital		Internal alarm status

* The number between brackets represents Modbus function used to read the variable (refer to protocol manual in Project Manager Help).

EK-5 (Devam) Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı

5.1 Numeric variables configuration

Repeat numeric gates configuration for both devices, having care to change device number (Device) and N ID.

Numeric variable TEMP configuration

The screenshot shows the 'Numerical gates' dialog box with the 'General' tab selected. The 'Variable' dropdown is set to 'Temp'. The 'N ID' dropdown is set to '1'. The 'Description' text box contains 'Temperature - PV - Measured value - TestDevice#1'. The 'Access groups' text box is empty, and the 'Choose...' button is visible. The 'Record on DB' checkbox is checked, and the 'Writing enabled' checkbox is unchecked. The 'Ok', 'Cancel', and 'Help' buttons are at the bottom right.

TEMP numeric variable configuration – General folder

The screenshot shows the 'Numerical gates' dialog box with the 'Sampling' tab selected. The 'Channel' dropdown is set to '1'. The 'Device' dropdown is set to '1'. The 'Address' dropdown is set to '3005'. The 'Sample' dropdown is set to 'Always'. The 'Sample freq. [Sec.]' text box contains '1'. The 'Read block' and 'Write block' dropdowns are empty. The 'Ok', 'Cancel', and 'Help' buttons are at the bottom right.

TEMP numeric variable configuration – Sampling folder

EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı

TEMP numeric variable configuration – Value folder

Numeric variable SP configuration

SP numeric variable configuration – General folder

SP numeric variable configuration – Sampling folder

EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı

SP numeric variable configuration – Value folder

Numeric variable OUT configuration

OUT numeric variable configuration – General folder

EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı

5.2 Digital variables configuration

Repeat numeric gates configuration for both devices, having care to change device number (Device) and N ID.

Digital gates

General | Sampling | Value

Alarm Gate ID 1 Record on DB ☒ Writing enabled ☐

1 N ID

Description
Internal Alarm Status - Test Device #1

Access groups
Choose...

Ok Cancel Help

ALARM digital variable configuration – General folder

Digital gates

General | Sampling | Value

1 Channel 1 Read block

1 Device 1 Write block

1.012 Address

Always Sample

1 Sample freq [Sec]

Ok Cancel Help

ALARM digital variable configuration – Sampling folder

Final result

After you have defined all numeric variables, you should see the Gate Builder main page similar to the one shown below.

Channel	Device	Gate ID	N ID	Address	Description
1	1	Alarm	1	1.012	Internal Alarm Status - Test Device #1
2	1	Alarm	2	1.012	Internal Alarm Status - Test Device #2

Digital gates

Digital variables database

EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı

5.3 Alarms gates configuration

So we have created numeric and digital gates database; now we will create as example an event/alarm gate for each device.

These gates are not read from devices but are software generated and their status will be displayed in runtime as "event and alarm status" and "event and alarm history".

Let's create alarm gates with the following conditions.

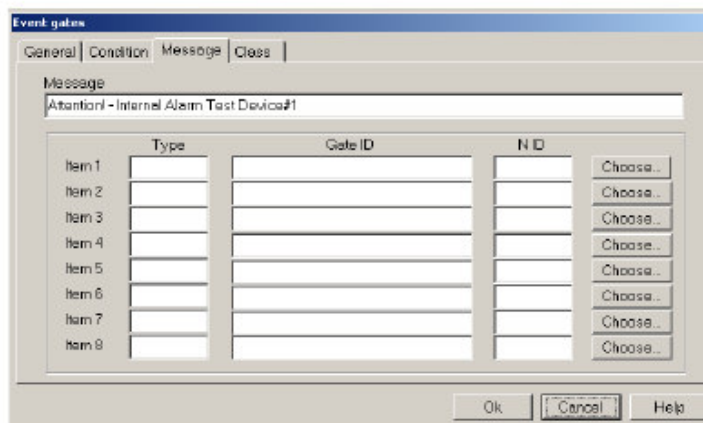
Name	Condition	Filter time	Message	Registration
Internal_Alarm,1	Alarm,1 = 1	10 s	Attention! Internal Alarm Test Device#1	yes
Internal_Alarm,2	Alarm,2 = 1	10 s	Attention! Internal Alarm Test Device#2	yes

Configuration of alarm gate *Internal_Alarm*

Internal_Alarm ALARM gate configuration – General folder

Internal_Alarm ALARM gate configuration – Condition folder

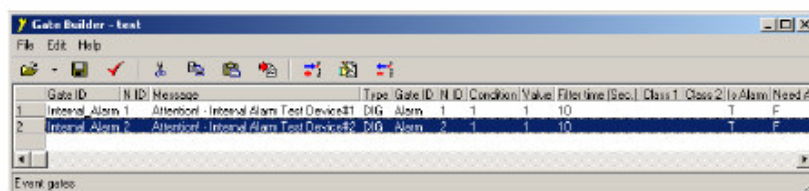
EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı



Internal_Alarm ALARM gate configuration –Message folder

Final result

After you have defined all numeric variables, you should see the Gate Builder main page similar to the one shown below.



Alarm gates database

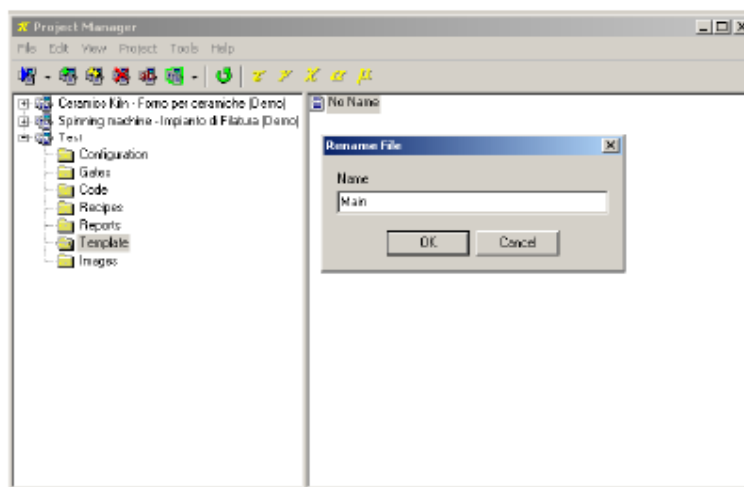
EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı

6. Creating a template

Now supervision network has been set; we have defined the logical channel and its link to PC COM port and we have connected it to Modbus RTU protocol; we have linked to this channel two devices (Test Device#1 e Test Device#2); for both we have declared sampling variables and alarm/event internal variables.

Now it is the moment to build a template for the application.

Select **Template** folder and create a new template, selecting the item **New>File** from **Edit** menu. Rename the just created template using the name **Main**, do this selecting it and then using **Rename** item from **Edit** menu.



Template creating

Double-clicking on created template, **Template Builder** start in order to build the graphic page.

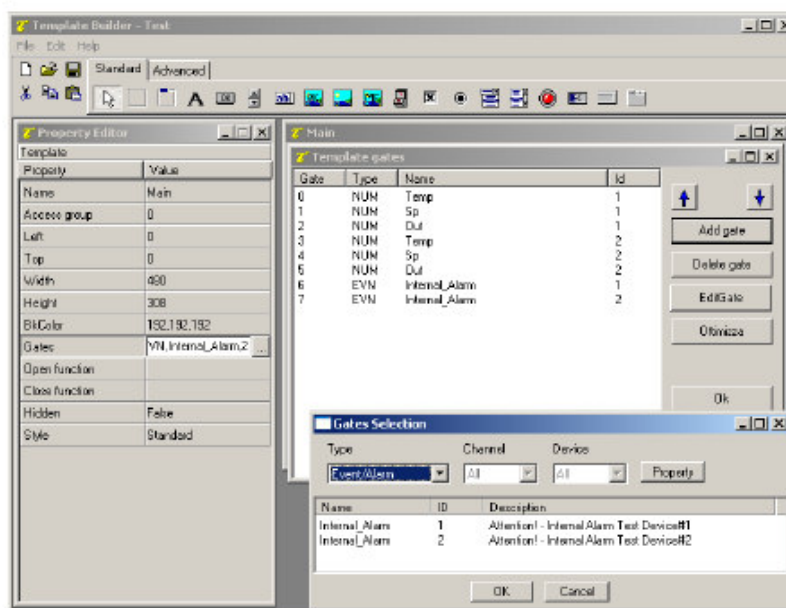
6.1 Declaring template variables

First it is necessary to declare which variables we will use in the template; in this example we will use all of them.

Click on button  alongside of the **Gates** item in the **Property Editor** (**Property Editor** is the window on the left side of the screen that allows to modify template elements properties).

A new windows will appear; press **Add gate** button, select the first numeric gate and press **Ok**. Repeat this operation for each numeric, digital and alarm gate that belongs to the application.

EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı



Template variables declaration

6.2 Inserting a Label object

Firstly build a *Frame* that will contain all the elements that will be inserted later.

To do this, select *Frame* object among the ones on the upper bar (), it is the first on the left) and click on the template, a void rectangle will be displayed.

The next step is to insert into the created frame a static label that is a static text; select *Label* object among the ones on the upper bar (), then click into the frame. To modify the text displayed into the object, use Property Editor, click alongside of the property *Label* and digit *TEMPERATURE*.

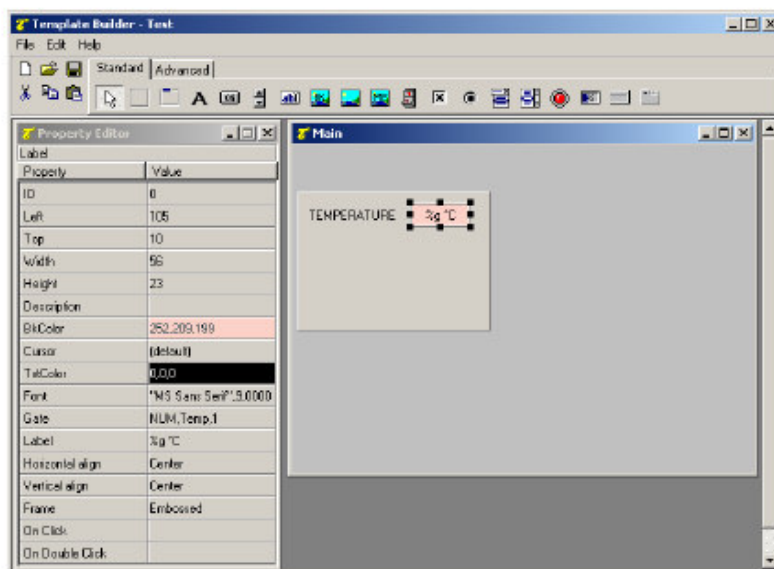
Alongside of just inserted label, position another one to visualise temperature read form the device.

To link the Label to the numeric variable *TEMP*, click on the button  alongside of the item *Gate* in Property Editor and select *NUM, Temp, 1* among the available gates.

Modify in addition the property *Label* inserting eg °C.

Every described object can be formatted and placed as you like using Property Editor.

EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı



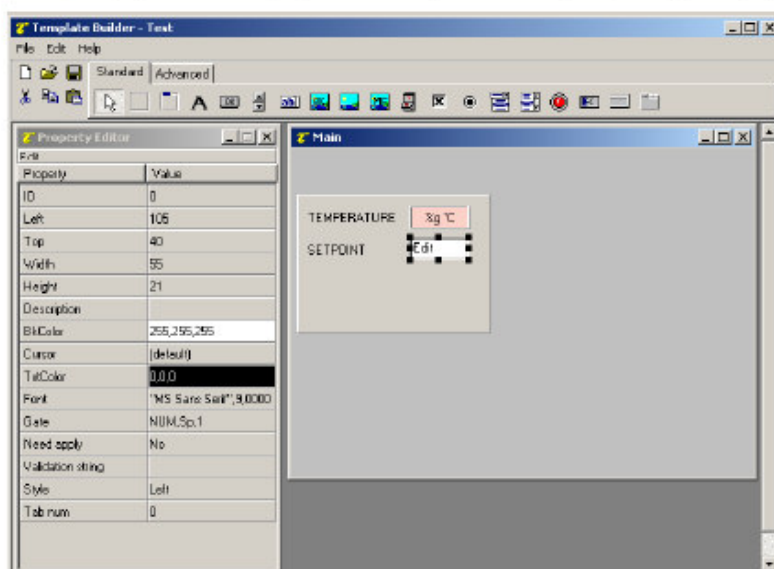
Label object inserting

6.3 Inserting an *Edit* object

Insert another Label, positioning it below *TEMPERATURE* and modify the text in *SETPOINT*

A control will be inserted that will allow to modify the value of the *SP* gate and to send it to the device.

Select *Edit* (B01) object from tool bar; and, as done before, link it to *NUM, Sp, 1* gate using the Property Editor.



Edit object inserting

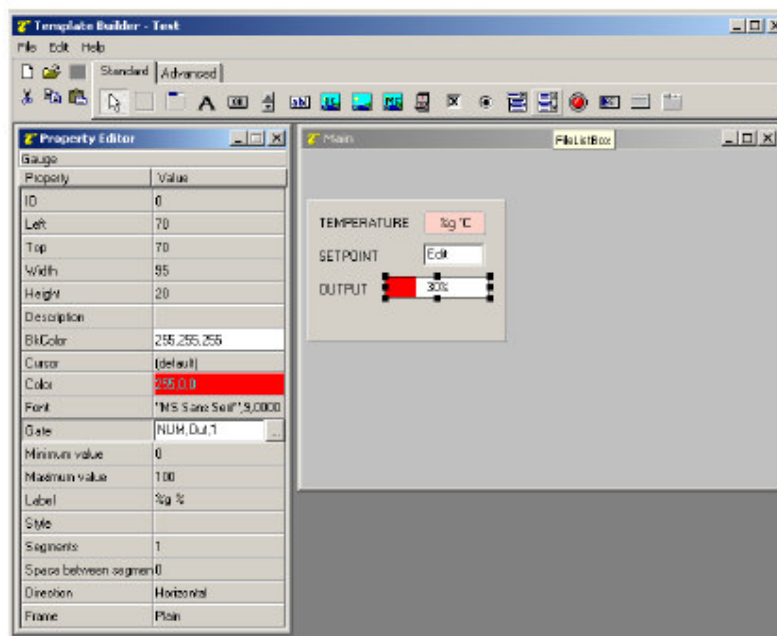
EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı

6.4 Inserting a Gauge object

Insert another Label, positioning it below SETPOINT and modify the text in OUTPUT.

Insert now a Gauge object () alongside of the previous Label; link it to NUM, Out, 1 gate using the Property Editor and modify Label property inserting %g °C.

In this way the value of the device output power will be displayed both in numeric format and in bar format.



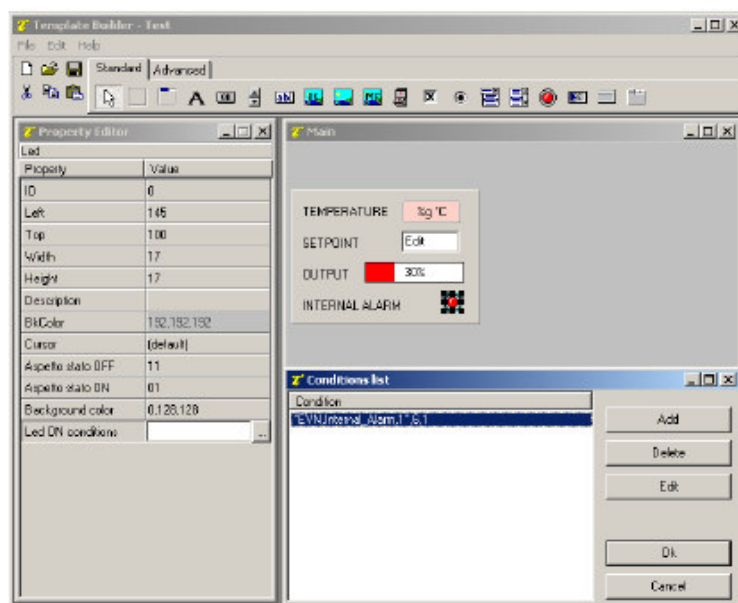
Gauge object inserting

6.5 Inserting a Led object

Insert another Label, positioning it below OUTPUT and modify the text in INTERNAL_ALARM.

Insert now a Led (), alongside of the previous Label. To "give animation" to the object it is necessary to specify which is the condition that make it change colour; modify Led ON conditions property linking led activation condition to Internal_Alarm,1 (Internal_Alarm,1 == true) alarm activation. A red led will be shown in presence of the alarm, otherwise led will be green.

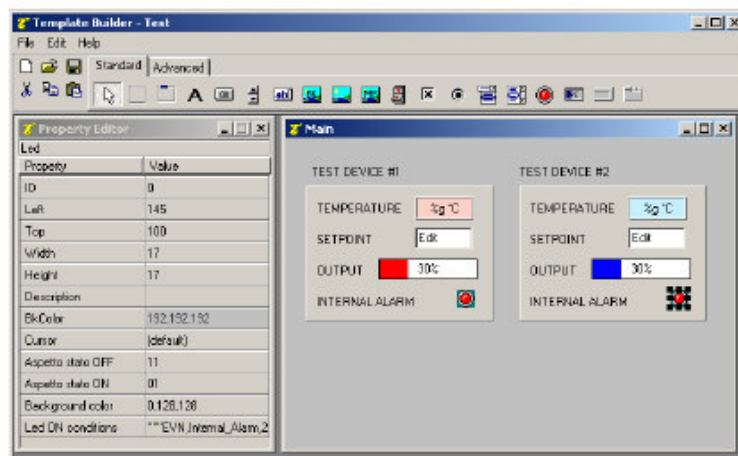
EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı



Led object inserting

6.6 Completing template

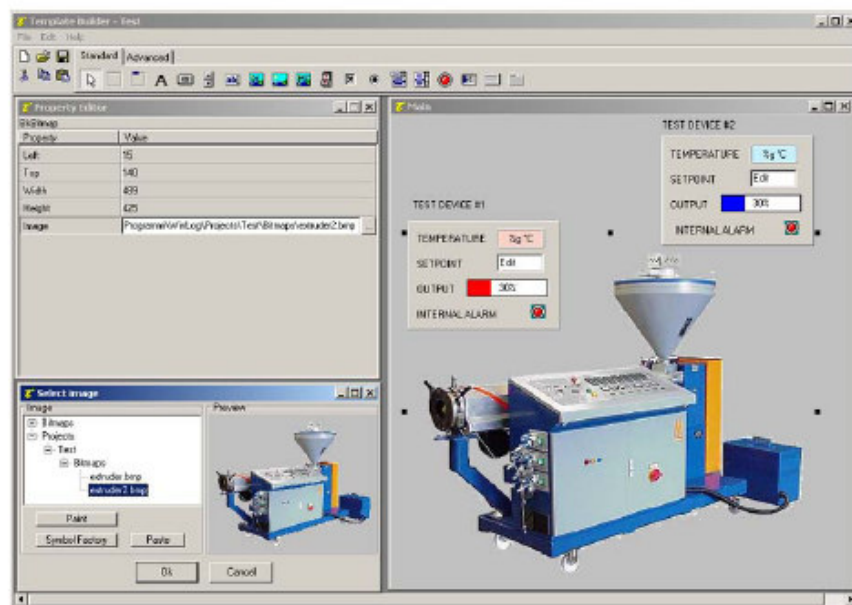
All variables read from device 1 are now displayed; to display also device 2 variables it is enough to select the Frame we have created, copy and paste it in the template. Be careful to not paste it in the source frame; to avoid this mistake click in a free object area of the template before pasting it. Now we have only to modify variables links in Label, Edit, Gauge and Led objects to obtain a supervision interface for the *Test Device #2*.



Two devices supervision template

To complete the template, insert now a *BkBitmap* object (background bitmap, ) previously created using any graphic design software (for example *Paint*) and saved in project *Bitmaps* folder.

EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı



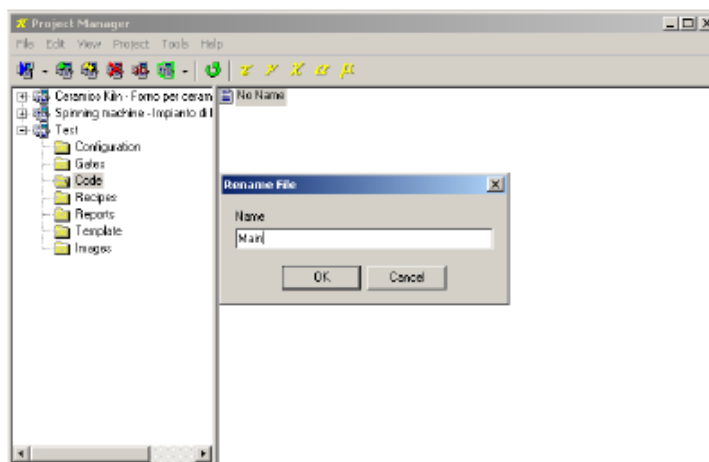
Background bitmap inserting

EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı

7. Winlog Pro code example

Now create the code function that allows showing the template at runtime startup.

In **Code** folder create a file and rename it **Main**; opening it, **Code Builder** starts.



Creazione di un file di codice

Code Builder is the Winlog Pro programming environment; we will use it only to define a function that will open the main template at the application startup.

Copy and paste the following code:

```
// Function called at Winlog startup

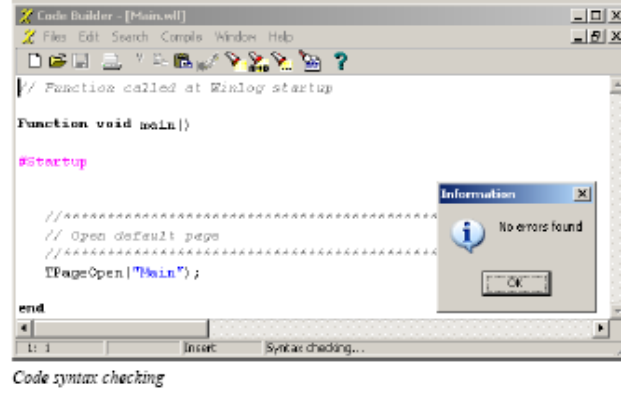
Function void Main()
#Startup

//*****
// Open default page
//*****
TFPageOpen("Main");

end
```

To check syntax of the code use function **Check syntax** ().

EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı



EK-5 (Devam)Örnek bir SCADA programı ile modbus kullanımı

8. Project execution

Our example is complete.

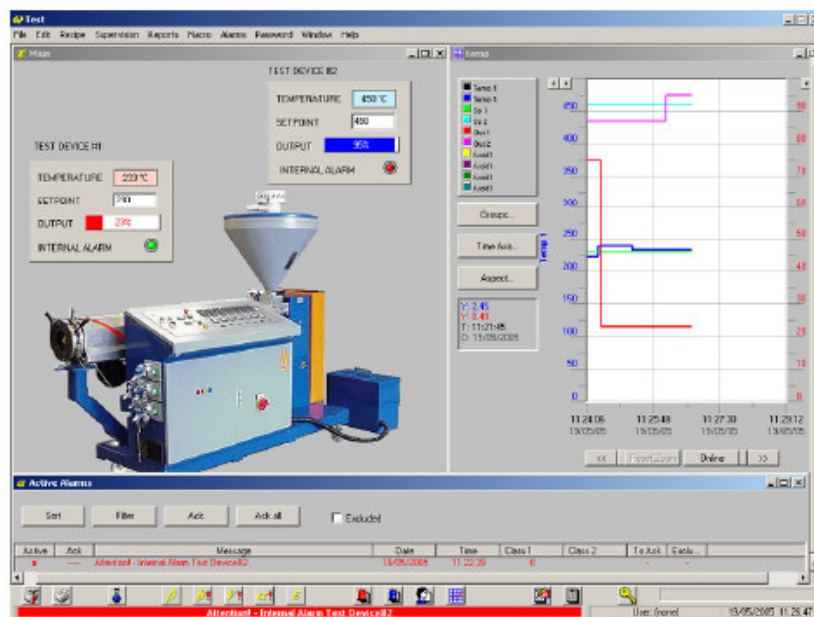
Wire devices to the serial port; to run the project, in **Project Manager** select **Execute...** from **Project** menu.

Now we are entering in the "run-time" phase that is application execution mode. **Winlog Pro** samples variables from devices and processes results in graphical representations (trends and template) and in tabular representations (reports and historical data).

At project startup, main template will appear automatically.

From **Supervision** menu you can display graphical trends; select menu item **Charts...** and define the group of variables that you want to display as graphical trends.

Again in **Supervision** menu you can display both the online status (**Status>Alarms...**) and the story (**Historical>Alarms...**) of all alarms that have been created with **Gate Builder**.



Project execution

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : UYTUN, Erhan
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 03.10.1969 Erzincan
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (312) 472 95 49
 Faks : 0 (312) 472 95 55
 e-mail : erhanuytun@hotmail.com

Eğitim

Derece

Lisans

Lise

Eğitim Birimi

Gazi Üniversitesi/

Elektronik Bölümü

Erzincan Fatih End.Mes.Lisesi

Mezuniyet tarihi

1992

1986

İş Deneyimi

Yıl

1990-1992

1992-2006

Yer

Dateks Elektronik

Balgat ATL

Görev

Servis Görevlisi

Teknik Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Model Uçak Endüstriyel Tasarım