

**TANSİYON VE VÜCUT SICAKLIĞINI ÖLÇEN CİHAZIN
TASARIMI**

Hakan ÖCAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2010
ANKARA**

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.

Hakan ÖCAL

Hakan ÖCAL tarafından hazırlanan TANSİYON VE VÜCUT SICAKLIĞINI ÖLÇEN CİHAZIN TASARIMI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İnan GÜLER

Tez Yöneticisi

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

Başkan: : Yrd. Doç Dr. Derya YILMAZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa BURUNKAYA

Üye : Prof. Dr. İnan GÜLER

Tarih : 13 / 04 / 2010

Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TANSİYON VE VÜCUT SICAKLIĞINI ÖLÇEN CİHAZIN TASARIMI
(Yüksek Lisans Tezi)

Hakan ÖCAL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ
Mayıs 2010

ÖZET

Hastanın vital bulgularının değerlendirilmesinde, enfeksiyon şüphesinde, antibiyotiklerin yönetiminde, immun komprez hastalarda vücut ısısının doğru ölçümü önemlidir. İnsan sağlığı için önemli olan diğer bir konu da kan basıncı ölçümü ile elde edilen yüksek tansiyon (sistolik), düşük tansiyon (diastolik) ve nabız değerlerinin, kan damarlarının durumu ve kalp karıncığındaki kan atımı hakkında bilgi vermesidir. Yüksek kan basıncı (hipertansiyon), damar tıkanıklığı, inme, kalp yetmezliği ve böbrek yetmezliği açısından önemli risk faktörlerinden birisidir. Sürekli düşük kan basıncı (hipotansiyon) da altta yatan bazı hastalıklar konusunda bize bilgi vermektedir. Ayrıca nabız-sıcaklık ilişkisi de önemlidir. Normal bir insanda her 1 °C'lik vücut sıcaklığı artımında nabız değerinin 20 atım arttığı görülmüştür.

Bu bilgiler dikkate alınarak tanılamada kullanılmak üzere MSP430F169 mikrodenetleyicisi, MPX5050GP basınç sensörü, I²C arayüzlü TMP100 sıcaklık sensörü kullanılarak, vücut sıcaklığı ve osilometrik yöntemle tansiyon ölçen bir sistem tasarlanmıştır. Sistemde I²C seri iletişim protokolü kullanılarak 0,0625 °C ölçüm aralığı ile çok hassas vücut sıcaklığı ölçümü yapılmıştır. Aynı zamanda osilometrik yöntemle yapılan tansiyon ölçümünde de laboratuvar ortamında kalibre edilmiş oskültasyon yöntemiyle ölçüm yapan tansiyon cihazına, diğer tansiyon ölçen cihazlardan daha yakın ölçüm yapıldığı deneklerle yapılan karşılaştırmalı ölçüm sonuçlarında görülmektedir. Elde

edilen tansiyon ve vücut sıcaklığı ölçüm sonuçları incelenerek çeşitli öneriler getirilmiştir.

Bilim Kodu : 702.3.006
Anahtar Kelime : Kan basıncı ölçümü, vücut sıcaklığı ölçümü , msp430f169, tmp100, mpx5050gp, tıp elektroniği
Sayfa Adedi : 119
Tez Yöneticisi : Pr of. Dr. İnan GÜLER

**THE DESIGN OF BLOOD PRESSURE AND BODY TEMPERATURE
MEASUREMENT DEVICE**

(M.Sc. Thesis)

Hakan ÖCAL

**GAZI UNIVERSITY
INFORMATICS INSTITUTE**

May 2010

ABSTRACT

True measuring of the immune compromise patient's body temperature is important for the evaluation of the patient's vital findings, suspicion of infection and the management of antibiotics. Another important subject for the health of human is that the high tension (systolic), low tension (diastolic) and pulse values, handled by the measuring of blood pressure, give information about the situation of blood vessels and the omission of the blood in the heart ventricle. High blood pressure (hypertension) is one of the important risk factor for ebolism, stroke, heart failure and renal failure. Also the continuous low blood pressure (hypotension) informs us about some underlying diseases. Additionally the relation of pulse and temperature is significant. It is seen that for a normal person for each 1 °C on the increasing of body temperature, the pulse value increases 20 beats.

By taking into consideration, to use on diagnostic; by using MSP430F169 microcontroller, MPX5050GP pressure sensor, TPM100 temperature sensor interfaced I²C a system has been designed which meters tension by the body temperature and the method of oscillometric. In system, I²C serial communication protocol is used with 0,0625 °C measuring interval with so sensitive body temperature measuring is succeed. At the same time with oscillometric method in measuring tension in laboratory medium calibrated

auscultatory method versus other conventional tension measure equipment we observe that oscillometric type approach central then other. Observed tension and temperatures value results many.

Science Code : 702.3.006

**Key Words : blood pressure measurement, body temperature measurement
msp430f169, tmp100, mpx5050gp, medicine electronic**

Page Number : 119

Adviser : Prof. Dr. İnan GÜLER

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Prof. Dr. İnan GÜLER'e, ayrıca çok değerli yardımlarını gördüğüm Texas Instruments görevlisi Cem ÖZDERE'ye, her zaman olduğu gibi bu konuda da maddi ve manevi desteğini esirgemeyen babam Yakup ÖCAL'a ve değerli aileme teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xv
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. TANSİYON VE SICAKLIK ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN YÖNTEM VE MATERYALLER.....	4
2.1. Kan Basıncı Ölçüm Yöntemleri.....	4
2.1.1. Tansiyon.....	4
2.1.2. Büyük tansiyon, küçük tansiyon ve ortalama tansiyon.....	9
2.1.3. Direkt yöntemler.....	9
2.1.4. İndirekt yöntemler.....	10
2.2. Vücut Sıcaklığı Ölçüm Metodları.....	16
2.2.1. Makattan (rektal) ölçüm.....	16
2.2.2. Koltuk altı ölçüm (Aksiller).....	17
2.2.3. Ağızdan ölçüm.....	17
2.2.4. Kulaktan (timpanik) ölçüm.....	18
2.3. Kullanılan Malzemeler.....	18
2.3.3. Msp430F169 mikrodenetleyicisi.....	22
3. SİSTEMİN TASARIMI VE ÇALIŞMASI.....	26

Sayfa

3.1. Manşetin Ölçüm Alınacak Basınca Getirilmesi.....	27
3.2. Kan Basıncının Ölçümü	28
3.3. Yüksek Tansiyonun Ölçümü.....	29
3. 4. Nabız Ölçümü	30
3.5. Düşük Tansiyonun Ölçülmesi	31
4. UYGULAMA SONUÇLARI VE İRDELEME	46
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	58
KAYNAKLAR	59
EKLER.....	60
Ek-I Cihazın program kodları	61
Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri	85
Ek-III Mpx5050gp basınç sensörü datasheet bilgileri	108
Ek-IV Tmp100 sıcaklık sensörü datasheet bilgileri	111
Ek-V Opa2340 datasheet bilgileri	114
ÖZGEÇMİŞ	119

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan simgeler ve kısaltmalar aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
P1	Alt Kesim Frekansı
P2	Üst Kesim Frekansı
Π	Pi Sayısı
R _p	Pull-up Direnci
N	Dizideki sayıların adedi
x _i	Terimin dizideki sırası
\bar{x}	Dizideki terimlerin ortalama değerleri
Kısaltmalar	Açıklama
ACP	Adjacent Channel Power
ACR	Adjacent Channel Rejection
ADC	Analog-to-Digital Converter
AFC	Automatic Frequency Control
AGC	Automatic Gain Control
AMR	Automatic Meter Reading
ASK	Amplitude Shift Keying
BER	Bit Error Rate
BOM	Bill Of Materials
bps	bits per second
BT	Bandwidth-Time product (for GFSK)
ChBW	Receiver Channel Filter Bandwidth
CW	Continuous Wave
DAC	Digital-to-Analog Converter
DNM	Do Not Mount
ESR	Equivalent Series Resistance

Kısaltmalar**Açıklama**

FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
FM	Frequency Modulation
FS	Frequency Synthesizer
FSK	Frequency Shift Keying
GFSK	Gaussian Frequency Shift Keying
IC	Integrated Circuit
IF	Intermediate Frequency
IP3	Third Order Intercept Point
ISM	Industrial Scientific Medical
kbps	kilo bits per second
LNA	Low Noise Amplifier
LO	Local Oscillator (in receive mode)
MCU	Micro Controller Unit
NRZ	Non Return to Zero
OOK	On-Off Keying
PA	Power Amplifier
PD	Phase Detector / Power Down
PER	Packet Error Rate
PCB	Printed Circuit Board
PN9	Pseudo-random Bit Sequence (9-bit)
SBW	Signal Bandwidth
SPI	Serial Peripheral Interface
SRD	Short Range Device
TBD	To Be Decided/Defined
T/R	Transmit/Receive (switch)
VGA	Variable Gain Amplifier
XOSC	Crystal oscillator
I ² C	Inter Integrated Circuit

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Yüksek ve düşük tansiyon değerleri	5
Şekil 2.2. Dolaşım sistemindeki basınç profili	6
Şekil 2.3. Arter basıncının değişimi ve ortalama basıncı veren bağıntılar	9
Şekil 2.4. Dokunma yöntemi.....	11
Şekil 2.5. Kaf basıncındaki osilasyonlar	11
Şekil 2.6. Osilometrik yöntem	12
Şekil 2.7. Dinleme yönteminde algılanan sesin değişimi	13
Şekil 2.8. Ultrasonik basınç ölçüm sistemi	15
Şekil 2.9. Ultrasonik basınç ölçüm sisteminde kullanılan pnomatik sistem	16
Şekil 2.10. Gerilme ölçer sensör yapısı.....	19
Şekil 2.11. Piezoelektrik sensör yapısı	19
Şekil 2.12. I ² C Cihazları devreye bağlantısı	21
Şekil 2.13. MSP430F169'un bacak tasarımı.....	25
Şekil 3.1. Sistemin akış diyagramı	27
Şekil 3.2. Kan basınç ölçüm algoritması 1	32
Şekil 3.3. Kan basınç ölçüm algoritması 2.....	33
Şekil 3.4. Kan basınç ölçüm algoritması 3	34
Şekil 3.5. Kan basınç ölçüm algoritması 4.....	35
Şekil 3.6. Sıcaklık ölçüm Algoritması	36
Şekil 3.7. Cihazın besleme devresi	37
Şekil 3.8. Tansiyon ölçümünde kullanılan mikroişlemci bağlantısı	38

Şekil	Sayfa
Şekil 3.9. LCD bağlantısı	38
Şekil 3.10. TMP100 bağlantısı	39
Şekil 3.11. Sensörden kolluk basıncının alınması.....	39
Şekil 3.12. Kolluk basıncının filtrelenmesi (bant geçiren filtre)	40
Şekil 3.13. Kan basınç işaretlerinin elde edilmesi	41
Şekil 3.14. ADC’de kan basınç işaretlerindeki gürültü ve spike’ların eliminasyonu	41
Şekil 3.15. Vana sürme devresi.....	42
Şekil 3.16. Motor sürme devresi	42
Şekil 3.17. Buzzer sürme devresi.....	43
Şekil 3.18. Tasarlanan devre şeması (alt görünüş)	43
Şekil 3.19. Tasarlanan devre şeması (üst görünüş).....	44

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Kan basıncı ölçümünde kullanılan indirekt yöntemler	10
Çizelge 4.1. Erka marka oskültasyon aleti tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (açlık).....	47
Çizelge 4.2. Omron marka dijital tansiyon aleti tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (açlık).....	48
Çizelge 4.3. Sinbo marka dijital tansiyon aleti tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (açlık).....	49
Çizelge 4.4. Tasarlanan sistemin tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (açlık).....	50
Çizelge 4.5. Erka marka oskültasyon aleti tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (tokluk)	51
Çizelge 4.6. Omron marka dijital tansiyon aleti tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (tokluk)	52
Çizelge 4.7. Sinbo marka dijital tansiyon aleti tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (tokluk)	53
Çizelge 4.8. Tasarlanan sistemin tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (tokluk)	54
Çizelge 4.9. Aç karnına yapılan tansiyon ve nabız ölçümlerinde oluşan farkların ortalama değerleri	55
Çizelge 4.10. Tok karnına yapılan tansiyon ve nabız ölçümlerinde oluşan farkların ortalama değerleri	55
Çizelge 4.11. Aç karnına yapılan tansiyon ve nabız ölçümlerinde oluşan farkların standart sapma değerleri	55
Çizelge 4.12. Tok karnına yapılan tansiyon ve nabız ölçümlerinde oluşan farkların standart sapma değerleri	56
Çizelge 4.13. Aç karnına yapılan tansiyon ve nabız ölçümlerinde oluşan farkların varyans değerleri	56
Çizelge 4.14. Tok karnına yapılan tansiyon ve nabız ölçümlerinde oluşan farkların varyans değerleri	56

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.15. sıcaklık ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması oluşan farkların ortalama değerleri.....	57

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Makattan (rektal) ölçüm16
Resim 2.2. Koltuk altı (aksiller) ölçüm.....	..17
Resim 2.3. Omron dijital tansiyon aleti ölçümü17
Resim 2.4. Kulaktan (timpanik) ölçüm.....	..18
Resim 2.5. Msp430 uif fet debugger24
Resim 3.1. Tasarlanan cihaz' ın üstten görünüşü44
Resim 3.2. Tasarlanan cihaz' ın yandan görünüşü.....	..45
Resim 3.3. Tasarlananan cihazın montajlanmış devre resmi45

1. GİRİŞ

Damarların içinde dolaşan kanın, damarın iç çeperlerine yapmış olduğu basınca kan basıncı denir. Kişiyeye ait kan basıncı değerlerinin belirlenmesi standart bir klinik ölçümdür. Kan basıncı ölçümü ile elde edilen sistolik ve diastolik basınçlar kan damarlarının durumu ve karıncıktaki kan atımı hakkında bilgi verir. Çevresel kan damarlarında bir daralma kendini kan basıncının artışı ile gösterir.

Sertleşmiş ve daralmış arterler, vücudun organlarına yeterli miktarda kan ve oksijeni iletmez ve organların doğru bir şekilde çalışmasını engeller. Yüksek kan basıncı, sistolik kan basıncının 140 mmHg ve üzerinde, diastolik kan basıncının 90 mmHg ve üzerinde olması halidir. Yüksek kan basıncı (hipertansiyon) damar tıkanıklığı, inme, kalp yetmezliği ve böbrek yetmezliği açısından önemli risk faktörlerinden birisidir. Hipertansiyon, görülme sıklığının ve getirdiği ekonomik yükün büyüklüğü nedeni ile tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kalıcı sakatlık ve ölüm nedeni olan toplumsal bir sorundur [1].

Hastaların azımsanmayacak bir kısmının kan basıncı yüksekliğinin farkında olmaması, hipertansiyonun önemini artırmaktadır. Yüksek kan basıncının olumsuz etkilerinin bir anda ortaya çıkması ve bu etkilerin ölümle sonuçlanabilecek riskler içermesi sebebiyle hipertansiyonun tespiti için kan basıncının ölçümü ve yüksek tansiyon hastalarının kan basıncının sürekli izlenmesi gereklidir. Kan basıncı değerlerinin kliniklerde doktorlar tarafından ölçümü, beyaz önlük hipertansiyonlu hastalarda bir takım hatalı tespitlere neden olabilir. “Beyaz Önlük Hipertansiyon” u hastanın klinikte ölçülen kan basıncı değerlerinin psikolojik etkilerden dolayı normal değerlerinden daha fazla çıkması olarak tanımlanır. Beyaz önlük hipertansiyonun gerçek hipertansiyondan ayrılabilmesi, hastanın evde kendi kan basıncı değerlerini ölçmesi ve kayıt etmesi ile sağlanır. Ayrıca yatak ucu veya vücutta taşınabilir (ambulator) otomatik ölçüm aletlerinin kullanımı ile kan basıncının 24 saat takibi, hastanın tedaviye verdiği cevabın öğrenilmesini, kardiyovasküler olayların izlenmesini ve beyaz önlük hipertansiyonun anlaşılmasını sağlar.

Tansiyon ölçümlerinde klasik ölçüm (oskültasyon) yöntemi kafi şişirerek bir steteskop yardımı ile korotkoff seslerinin algılanması yöntemidir. Bu ölçüm yönteminin yanında dokunma, ultrasonik yöntem, osilometrik yöntem ve osilometrik yöntem ile korotkoff sesleri algılama yönteminin bir arada kullanıldığı çift sensörlü tansiyon ölçüm sistemleri kullanılmaktadır.

Bahsedilen çift sensör teknolojisi ile ölçüm korotkoff yöntemi ile yapılmaktadır. Çift sensör sistemi nabız tonu düşük hastalarda ise korotkoff seslerinin algılanma yönteminden osilometrik yöntemine geçiş yapar.

Hastaneye yatışta, hastanın vital bulgularının değerlendirilmesinde, enfeksiyon şüphesinde, antibiyotiklerin yönetiminde, immun komprezite hastalarda vücut ısısının doğru ölçümü önemlidir. Vücut ısısı ölçümü için teknolojik gelişmelere paralel olarak değişik yöntemler geliştirilmiştir. Kullanılan yöntemlere göre ağız, aksiller, rektal, timpanik gibi birkaç vücut bölgesinden cıvalı-cam, elektronik, digital, transtimpanik, tek kullanımlık termometreler ile ölçüm yapılabilir [2].

Bazı zehirlenme durumlarında hastanın vücut sıcaklığı düşerken kalp atışları hızlanır. Virüslerin sebep olduğu hastalıklarda da nabız yükselirken tansiyon düşer. Hipotermia vakalarında vücut ısısı düşerken nabız atımı yavaşlar. Hipotermia vakalarında sık sık nefes, vücut ısısı ve nabız kontrol edilmelidir. Normal bir insanda, vücut ısısı 1 °C artarsa nabız 20 atım artar [3].

Tasarlanan devrede bu bilgiler dikkate alınarak bir ilk olarak bileklik tipi nabız ve tansiyon ölçen sisteme, vücut sıcaklığı ölçüm sistemi de eklenmiştir. Sistem osilometrik yöntemle yüksek tansiyon, düşük tansiyon ve nabız ölçerken, I²C arayüzü ile de vücut sıcaklığı ölçmektedir.

Tezin ikinci bölümünde tasarlanan sistemde kullanılan yöntem ve metaryallere değinilmiştir. Tansiyon ve sıcaklık ölçüm çeşitlerinden bahsedilerek tasarımda kullanılan sensörler ve sıcaklık algılamada kullanılan I²C seri iletişim protokolünden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde, tasarlanan sistem detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

Tansiyon ölçümünde kafın içerisinde alınan osilasyonların yükseltilecek mikrodenetleyicide işlenmesi ve değerlerin görsel olarak LCD'ye aktarılması anlatılmıştır. Vücut sıcaklığı ölçümünde ise I²C seri iletişim protokolü kullanılarak seri iletim yolu üzerinde verilerin alınıp LCD'ye aktarılması şekillerle desteklenerek anlatılmıştır. Dördüncü bölümde, uygulama sonuçları değerlendirilmiş ve sonuçlar irdelenmiştir. Bu bölümde tasarlanan sistem kalibre edilmiş bir sistem ve piyasada bulunan birkaç farklı tansiyon ölçüm sistemiyle karşılaştırılarak sonuçlar irdelenmiştir. Beşinci bölümde, sonuçlar değerlendirilerek çeşitli öneriler sunulmuştur.

2. TANSİYON VE SICAKLIK ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN YÖNTEM VE MATERYALLER

2.1. Kan Basıncı Ölçüm Yöntemleri

2.1.1. Tansiyon

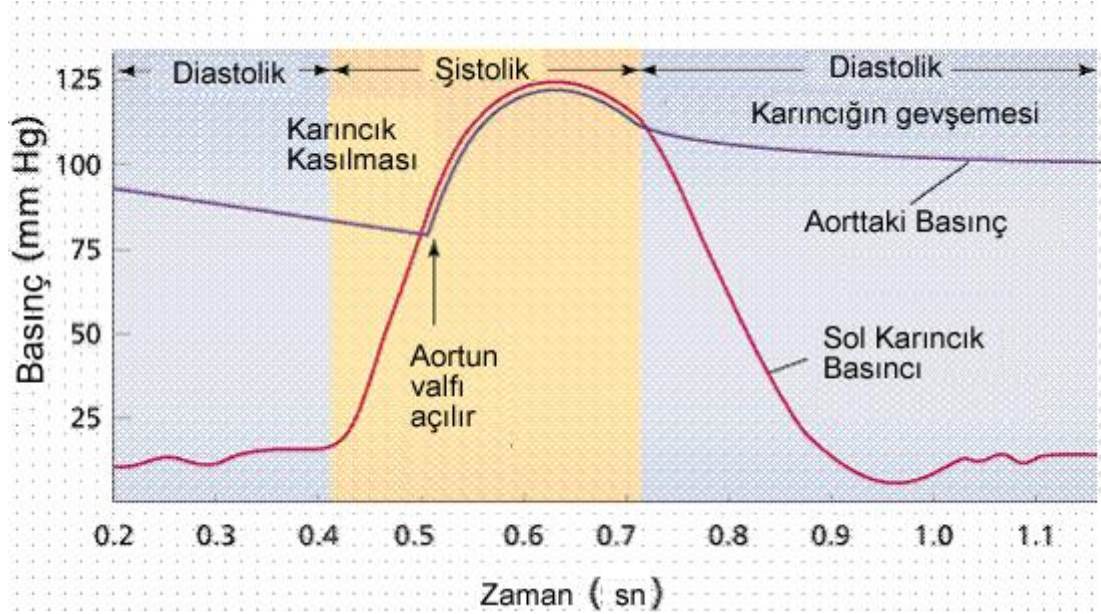
İnsan vücudunda trilyonlarca hücre vardır. Bunlar mükemmel bir işbölümüyle çalışırlar. Ama çalışabilmeleri için yakıt ve oksijene gereksinimleri vardır. Bu yakıtı, hücrede oksijenle yakıp, çalışabilmeleri için gerekli enerjiyi sağlarlar. Sonra bu yanmadan arta kalan artıkların ve açığa çıkan karbondioksitin hücreden uzaklaştırılması gerekir. İşte hücreye gereken yakıt ve oksijenin hücreye taşınması, oluşan artık ve karbondioksitin hücreden uzaklaştırılması işini kan üstlenir.

Kanla hücre arasında az önce söylediğimiz alışverişin yapılabilmesi için, tüm hücrelerin kanla temas etmesi gerekir. Bu yüzden, nasıl ki dallar incele incele tüm yapraklara kadar ulaşıyorlarsa, kan damarları da benzer biçimde damarlarla tüm hücrelere kadar uzanırlar.

Ne var ki, kanın hücrelere kadar bir kere gitmesi yetmez. Sürekli yeni yakıtın, taze oksijenin hücrelere taşınması, artıkların da sürekli uzaklaştırılması gerekir. Yani bunun için kanın sürekli hareket etmesi gerekir. Bu işi, doğumdan ölüme kadar hiç durup dinlenmeden kalp üstlenir. Bir kaç dakika bile dursa, bizim için tam bir felaket olur.

Kalp, akciğerden gelen temizlenmiş, bol oksijenli kanı hücrelere kadar, atardamarlarla pompalar. Kirlenmiş kan ise toplardamarlarla yeniden kalbe taşınır. Yani kalp her atımda, önce kanı pompalar, sonra da kanın yeniden kalbe dolması için istirahata geçer. Bu durmadan tekrarlanır. Öyle ki, kalp her dakikada 70-80 kere pompalar bekler; pompalar bekler. Tansiyon, kanın damarın iç çeperine uyguladığı basıncıdır. Kalp kanı pompaladığında, atardamarların duvarı daha fazla gerilir; bekleme sırasında ise bu gerginlik daha azdır [4].

Yani iki farklı tansiyon vardır (Şekil 2.1). İlki pompalama sırasında, daha fazla olanı. Buna büyük ya da sistolik tansiyon denir. İkincisi, kalbin istirahatı sırasında, daha düşük olanı. Buna da küçük ya da diastolik tansiyon denir.



Şekil 2.1. Yüksek ve düşük tansiyon değerleri

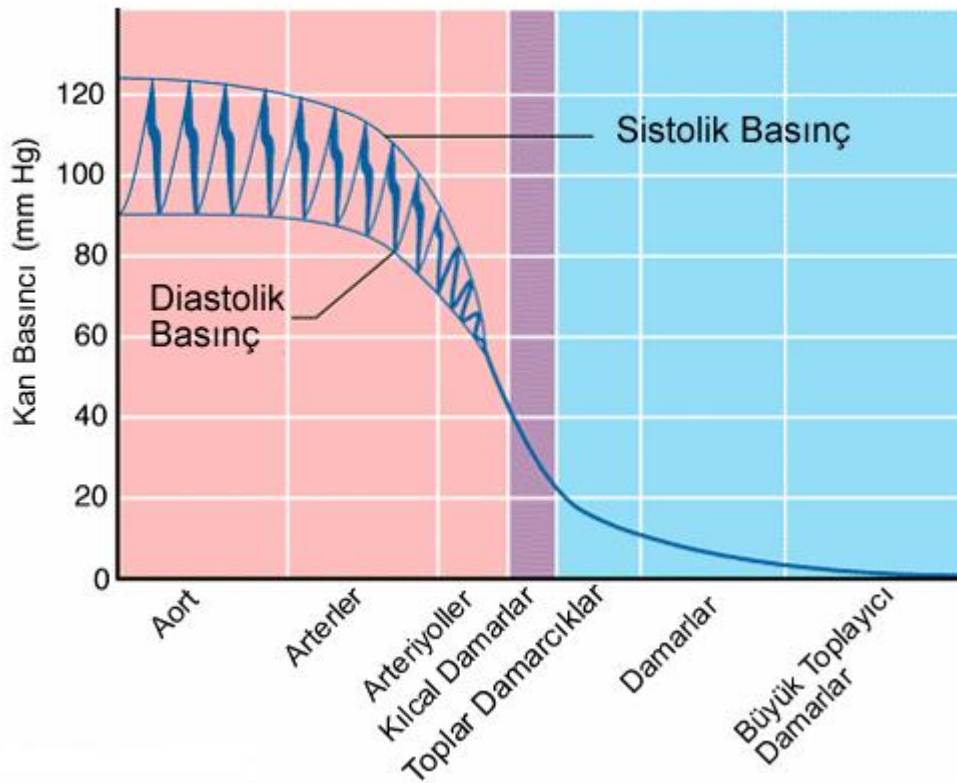
Kanın damar duvarına ne kadar basınç yaptığı, bir cıva sütununu ne kadar yükseltebildiğiyle ölçülür. Örneğin 120 mm yükseltebiliyorsa 120 mmHg ya da 12 cmHg olarak söylenir. Hg, civanın kimya dilindeki kısaltımıdır. Bu basınç değerleri, 1 cm² alanındaki cıva sütununun tabanına yaptığı basınçla karşılaştırılarak belirtilir. Örneğin bir kişinin tansiyonu 12 denildiği zaman, bu basınç 120 mmHg yüksekliğindeki cıva sütununun tabanına yaptığı basınca eşdeğerdir.

Kan basıncı çeşitli aletlerle ölçülür. En bilinenleri cıva sütunlu olanlardır. Ama yay sistemli ölçümler de geliştirilmiştir. Son yıllarda elektronik ölçme teknikleri kullanılarak geliştirilen tansiyon aletleri, basit kullanımları nedeniyle, oldukça kullanışlıdır.

Kalbin gevşemesiyle, damar içine pompalanan kan durur. İşte bu sırada devreye damarın elastikliği girer. Önce genişlemiş olan damar, kana bir basınç uygulayarak kalbin gevşemesi anında da kan akımını sağlar. İşte bu sırada oluşan en düşük

basınca da tıpta diastolik tansiyon, halk arasında da küçük tansiyon denilir.

Tansiyon değerleri kişinin yaşına ve cinsiyetine bağlı olmakla birlikte, erişkin bir kimsede büyük tansiyon 130 mmHg'nin, küçük tansiyonun da 80 mmHg'nin altında olması istenir. Bu değerlerin üzeri, derecesine göre sınırdan yüksek, yüksek ve çok yüksek tansiyon (hipertansiyon) değerleri olarak adlandırılır. Büyük tansiyonun 90 mmHg'nin, küçük tansiyonun 70 mmHg'nin altında olması da düşük tansiyon olarak adlandırılır. 45-70 mmHg aralığı düşük tansiyon değerleridir. 45 mmHg'nin altı koma halidir [4].



Şekil 2.2. Dolaşım sistemindeki basınç profili

Kalp sürekli pompa gibi çalışarak, kanın vücutta dolaşımını sağlar. Şekil 2.2' de kanın damarlar boyunca değişen basınç ve hız grafiği gösterilmiştir.

Vücuttaki organları oluşturan dokular, kalp ve damar yoluyla düzenli bir şekilde oksijen ve besin maddeleri alış-verişi yaparak görevlerini yerine getirir. Bu işlemin

sürekliği için kalp düzenli olarak çalışır. Kendisine kulakçıklardan gelen kanı karıncıklar yoluyla büyük ve küçük dolaşıma pompalar. Bu pompalama vücudun değişik bölgelerinde, örneğin, boyun ve el bilek damarlarında nabız atması şeklinde hissedilir. Nabız sol karıncıktan atılan temiz kanın bu damarlarda oluşturduğu basıncıdır. Büyük dolaşım sistemi ile dokuların gereksinimini karşılamak için dağıtılan bu kan kullanıldıktan sonra tekrar temizlenmek üzere küçük dolaşım yardımı ile akciğerlerden geçirilir [1,4].

Damarın içinde kanın akabilmesi için belirli bir basıncının olması gerekir. Bu basıncı, kalbin kasılmasıyla kanı damarların içine pompalaması ve atardamarların elastikliğiyle bu basıncı dengelemesi oluşturur.

Kalp kasıldığı zaman atardamarların içine kanı belirli bir basınçla pompalar. Bu sırada damar içindeki basınç en yüksek düzeye ulaşır. Bu basınca tıpta sistolik basınç, halk arasında büyük tansiyon adı verilir.

Kalbin gevşemesiyle, damar içine pompalanan kan durur. İşte bu sırada devreye damarın elastikliği girer. Önce genişlemiş olan damar, kana bir basınç uygulayarak kalbin gevşemesi anında da kan akımını sağlar. İşte bu sırada oluşan en düşük basınca da tıpta diastolik tansiyon denir.

Tansiyon ne kadar yüksekse, damarın iç çeperi o kadar çok zorlanır. Yani o kadar çok bozulur. Öyle bir kaç ayda değil ama uzun yıllar bu zorlanma devam ederse, damar duvarı sertleşmeye başlar. Damar duvarı sertleştikçe tansiyon daha da yükselir. Tansiyon daha da yükselince, damar duvarı da daha çok bozulur. Damar duvarının bu bozulup sertleşmesine, “damar sertliği” ya da “aterosklerozis” denmektedir.

Vücudun her yerinde damar olduğu için vücudun her yeri etkilenir (Şekil 2.2). Ama bazı yerler, daha da çok etkilenir.

Atış basıncı (Pulse Pressure) = Sistolik Basınç – Diastolik Basınç

Örneğin; Kan basıncı 120/80

$$\text{Atış basıncı} = 120 - 80 = 40 \text{ mmHg}$$

Örneğin; Kan basıncı 140/80

$$\text{Atış Basıncı} = 140 - 80 = 60 \text{ mmHg (Güçlü kasılma, Fazla kan hacmi)}$$

En başta kalbi besleyen damarlar (yani koroner damarlar) etkilenir. Kalbi besleyen damarlar birden tıkanırsa, “kalp krizi” dediğimiz durum ortaya çıkar. Kalp krizi o kadar ağır bir hastalıktır ki, kriz geçirenlerin dörtte biri hastaneye bile yetişmeden ölür. Dörtte bir kadarı da hastanede, doktorların müdahalesine rağmen hayatlarını kaybederler.

Kalpten sonra en çok etkilenen ikinci organ beyindir. Beyindeki damarların tıkanması ya da bazen yırtılıp kanamaları yüzünden “felç” oluşur. Üçüncü sırada alt üyelere yani uyluk, bacak ve ayağa giden damarların tıkanması vardır. Onlar tıkanınca “kangren” denilen ve tıkanan yerde çürümeye neden olan, o yüzden de kesip çıkarılmalarını gerektiren hastalık gelişir.

Damar sertliğinin çokça etkilediği önemi fazla olan iki organ daha vardır. Bunlar göz ve böbrektir. İlki körlüğe, ikincisi idrarın atılamamasına kadar gidebilen kötü sonuçlar doğurabilir.

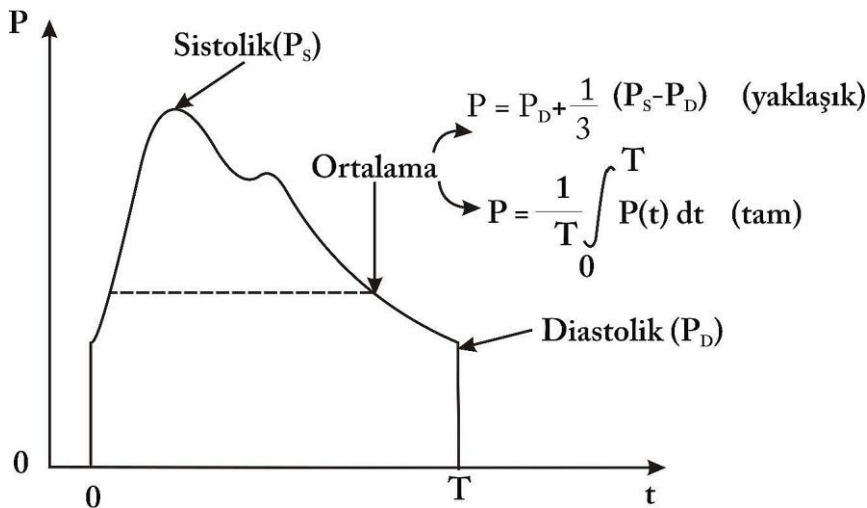
Yukarıda sıralanan hastalıklar, günümüzde insanların ölüm nedenlerinin yarısını oluşturmaktadır. Yani, günümüzde, her iki kişiden biri, damar sertliği yüzünden ölmektedir. Bu yüzden, son zamanlarda tıp, damar sertliğine bağlı hastalıklar konusunda seferber olmuştur. Bu hastalıkların nasıl önlenebilecekleri ve bu hastalıkların nasıl daha iyi tedavi edilebilecekleri son zamanların en önemli çalışma konusudur.

Tansiyon, zarar vermek için bazen yıllarca damarların bozulmasını beklemeyebilmektedir. Damarda önceden var olan bir baloncuk (anevrizma), tansiyon yükselince patlayıp, anî ölüme neden olabilmektedir. Ya da, kalp pompası bir başka nedenle bozulmuşsa, yükselen tansiyon, kalp yetmezliğini ölüme götürebilecek kadar kötüleştirebilmektedir.

Ancak tansiyonun zararı, başta da söylendiği gibi, daha çok damarları bozması yoluyla. Tansiyon, damarı, yıllar içinde yavaş yavaş ama kararlı bir şekilde bozar. Sonunda, yukarıda sayılan kötü sonuçlara ve ölüme kadar götürür.

2.1.2. Büyük tansiyon, küçük tansiyon ve ortalama tansiyon

Şekil 2.3'de arter basıncının zamanla değişimini, sistolik, diyastolik basınçları, ortalama basıncı yaklaşık ve tam veren bağıntılar gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Arter basıncının değişimi ve ortalama basıncı veren bağıntılar [5]

Kan basıncının belirlenmesinde;

- a. Direkt (doğrudan ölçüm - "invasive") yöntemler,
- b. İndirekt (dolaylı - "noninvasive") yöntemler kullanılmaktadır.

2.1.3. Direkt yöntemler

Bir kateter yardımıyla arter veya ven içerisinden basıncın ölçüleceği noktaya ulaşılır ve ölçüm yapılır. Direkt yöntemde basınç ölçümü iki şekilde yapılabilir. Basınç dönüştürücüsü kateterin ucuna yerleştirilmiştir. Böylece basınç ölçülen noktada dönüşüm işlemi yapılır. Bu amaçla, çeşitli tipte minyatür dönüştürücüler kullanılabilir.

Ölçüm yapılan yerdeki basınç, kateterin içerisine konmuş saline (damar yolu ile verilmek üzere hazırlanmış tuzlu eriyik) yardımıyla vücudun dışına taşınır ve dönüşüm işlemi vücudun dışında bir basınç dönüştürücüsü yardımıyla yapılır [5].

Kullanımındaki kolaylık, ucuzluk ve uzun süre kullanılabilmesinin mümkün olması bakımından, bir önceki yöntemle göre bu yöntem daha üstündür. Rezonans problemi ve hayati tehlike oluşturabilecek hava kabarcığı oluşum riski ise bu yöntemin sakıncalarıdır.

2.1.4. İndirekt yöntemler

İndirekt yöntemlerde, kan basıncının ölçülmesinde tıkayıcı (kapayıcı -"occlusive") düzenler kullanılır. Çok yaygın olarak kullanılan tıkayıcı düzen, kaf (kolluk - "cuff") adı verilen, içi hava ile doldurulabilen, lastik bir torbadır. Hastanın yaşına göre çeşitli boyutlarda yapılır [5].

Bu gruba giren beş yöntem vardır. Bu yöntemler, ölçebildiği arter basınç büyüklükleriyle birlikte Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Kan basıncı ölçümünde kullanılan indirekt yöntemler [5]

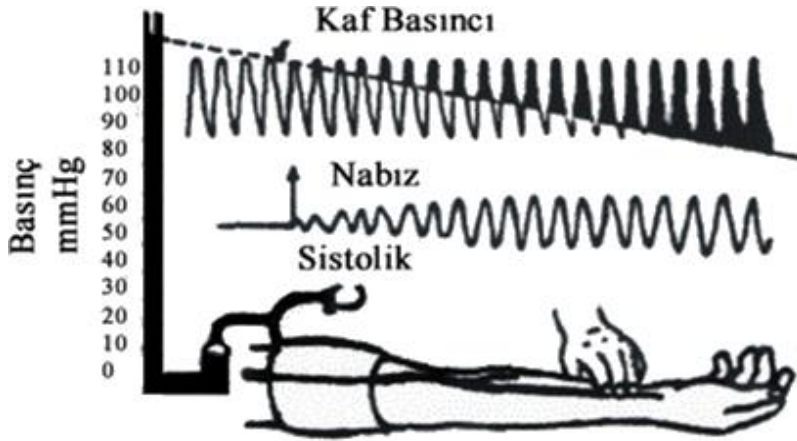
Metodun adı	Sistolik	Ortalama	Diastolik
Dokunma	Evet	Hayır	Hayır
Osilometrik	Evet	Evet	Evet
Dinleme	Evet	Hayır	Evet
Ultrasonik	Evet	Hayır	Evet
Flush	Evet	Hayır	Hayır

Dokunma (palpatory) yöntemi

Şekil 2.4'de bu yöntem gösterilmiştir. Kolu saran kafın basıncı sistolik basıncın üzerine çıkarılır. Basıncın zamana bağlı olarak azalması sağlanır. Kafın aşağısında (bilek), parmakla arterden darbelerin hissedildiği basınç, sistolik basınç olarak belirlenir (Şekil 2.5).



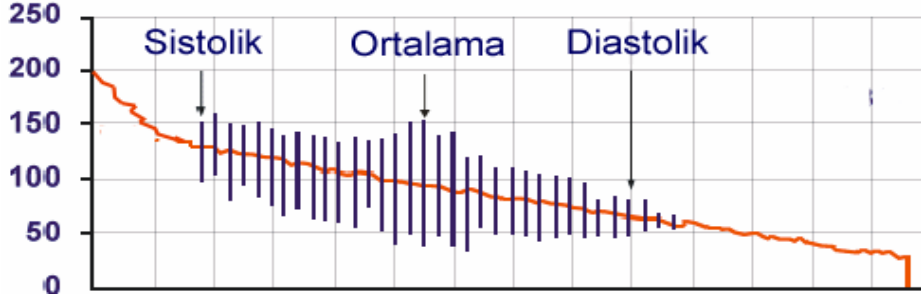
Şekil 2.4. Dokunma yöntemi



Şekil 2.5. Kaf basıncındaki osilasyonlar [7]

Osilometrik yöntem

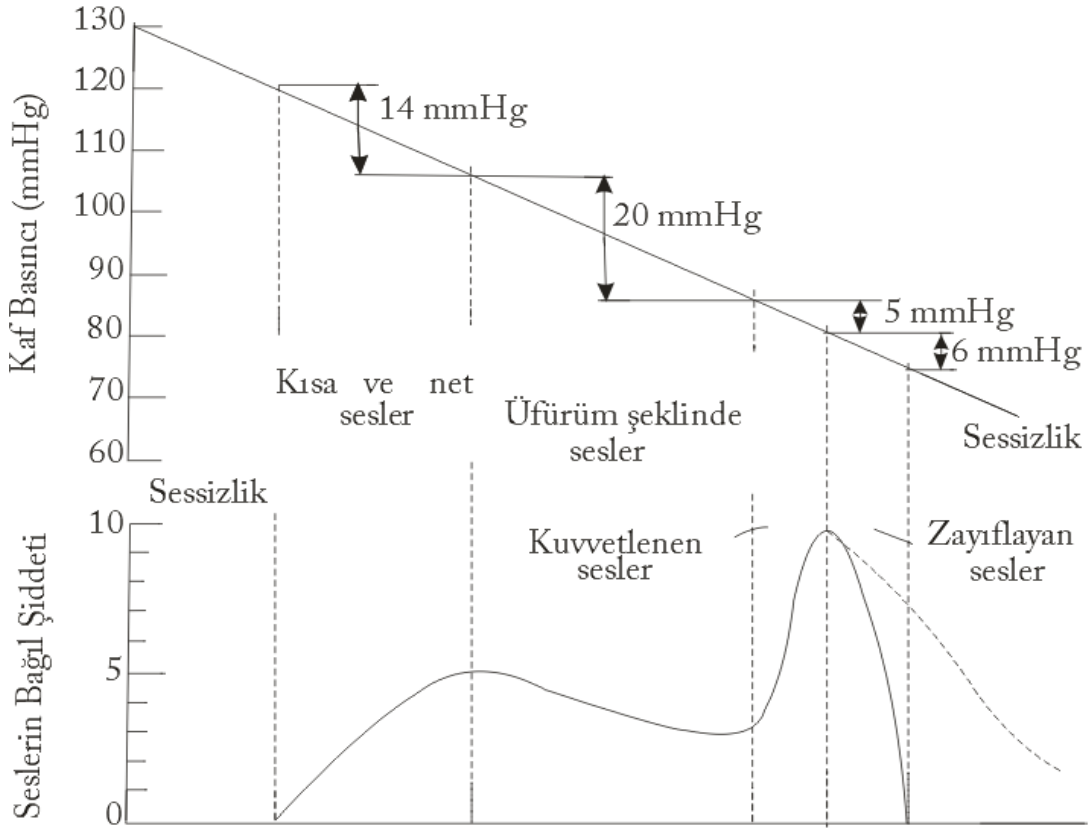
Osilometrik yöntem Şekil 2.6'da gösterilmiştir. Sistolik basınç değerinin üzerine çıkarılan kaf basıncı azaltılırken, kaf basıncında osilasyonun başladığı değer sistolik basınç, osilasyonun maksimum olduğu değer ortalama basınç ve osilasyonun bittiği değer ise diyastolik basıncı verir [5] .



Şekil 2.6. Osilometrik yöntem

Dinleme (oskültasyon - auscultatory) yöntemi

Oskültasyon, bir organda meydana gelen sesi dinleme demektir. Kaf yardımıyla, üzerinde basınç ölçümü yapılacak arter tıkanır, Şekil 2.7’de basınç yavaşça azaltılırken, arter içerisinde kesikli akan kanın oluşturduğu ses dinlenir. Sesin başladığı ve bittiği basınç değerleri sistolik ve diastolik basınç değerleridir. Dinleme işlemi, kaftan sonra arter üzerinde bir steteskop yardımıyla gerçekleştirilir. Bu sesler, Rus doktoru Korotkoff’un adına izafeten Korotkoff sesleri olarak isimlendirilmiştir. Algılanan ses genliğinin kaf basıncıyla değişimi, Şekil 2.7’de gösterilmiştir [5].



Şekil 2.7. Dinleme yönteminde algılanan sesin değişimi [5]

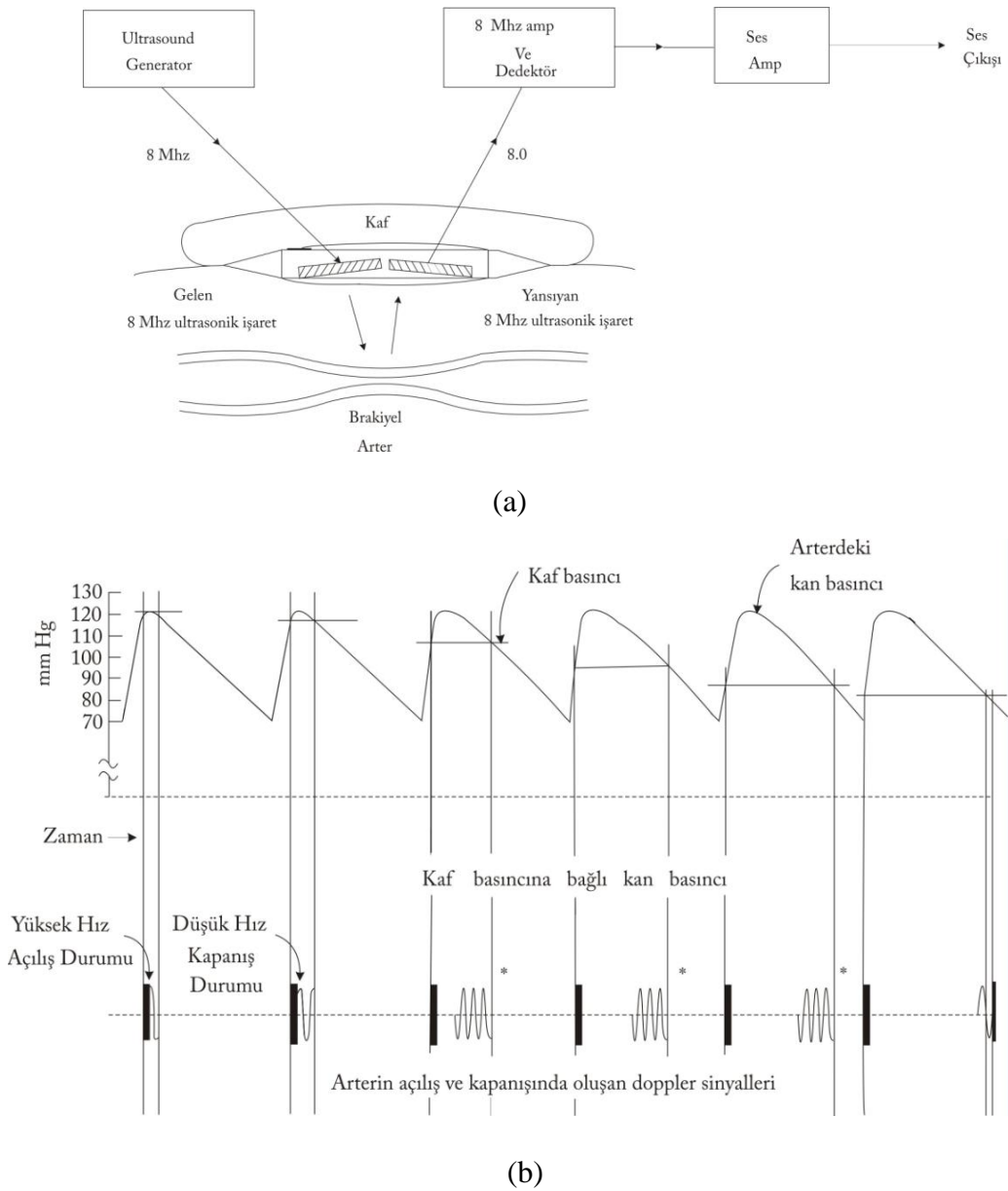
Flush yöntemi

Özerinde basınç ölçümü yapılacak, organ (kol, bacak) ucundan başlayarak band ile sıkıca sarılır ve böylece o bölge kansız bırakılır. Organın üst kısmına kaf bağlanır ve basınç sistolik basıncın üzerine çıkarılır. Band açılır ve kafın basıncı yavaşça azaltılır. Sistolik basınca ulaşılnca, kansız bölgeye kesikli olarak kan gelmeye başlar. Bu durum kansız organın renk değiştirmesi ve hastanın o bölgede bir sıcaklık duymasıyla belirlenir [5].

Ultrasonik yöntem

Şekil 2.8'de ultrasonik kan basınç ölçüm sistemi gösterilmiştir Ultrasonik yöntemle kan basıncı, hem manuel hem de otomatik olarak ölçülebilir. Piezoelektrik kristaller hasta kolu ile kaf arasına yerleştirilmiştir. Damar duvarlarının, kaf basıncının sistolik

ve diastolik basınca eşit olduğu anlarda, hareketli olması sonucu yansıyan ultrasonik dalganın frekansında, doppler olayı nedeniyle kayma olur. Bu değişim, kan akışının başlaması anında 200-500 Hz, akışın kesilmesi anında ise 25-100 Hz kadardır. Bu frekans kaymasının tespit edildiği andaki basınç sistolik basınç ve frekans kaymasının bittiği andaki basınç, ise diyastolik basınçtır. Kaf basıncının değişimiyle ilgili ayrıntılar diğer yöntemlerin aynısıdır [5].

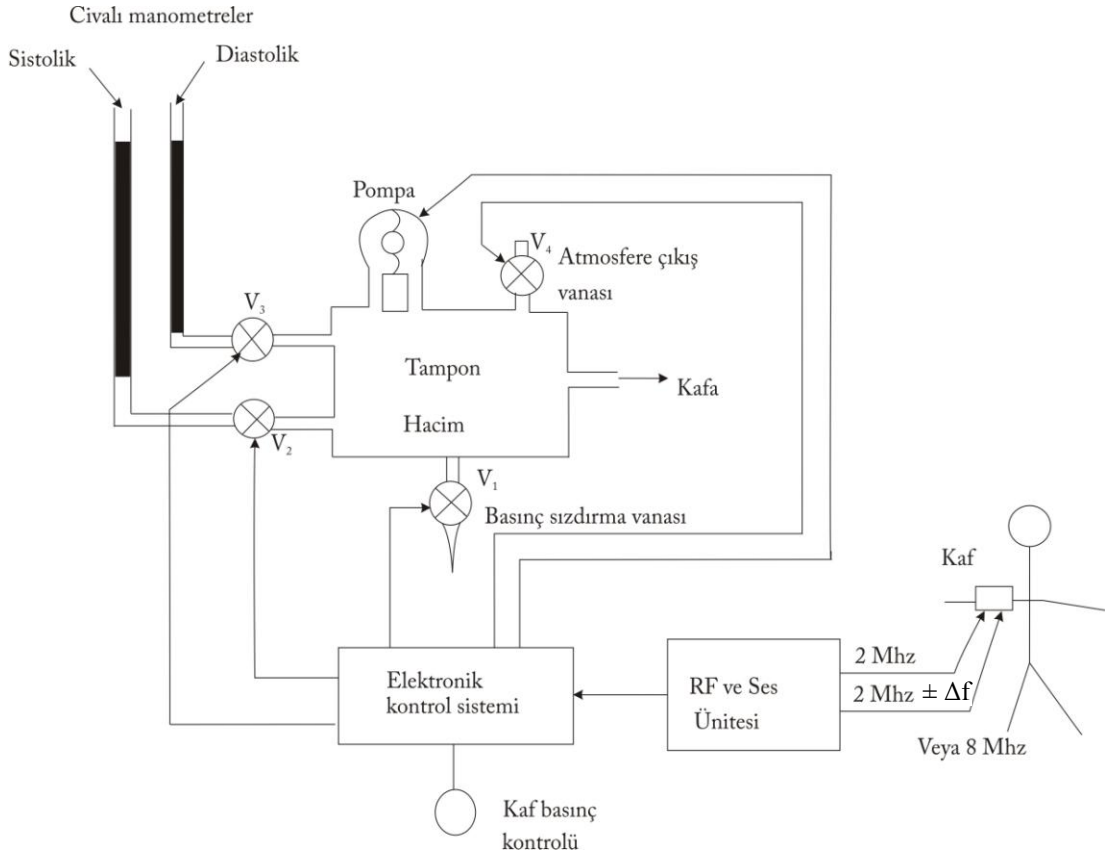


Şekil 2.8. Ultrasonik basınç ölçüm sistemi [6]

- Dönüştürücünün yerleşimi ve blok diyagram
- Zamanlama

Otomatik ölçüm yöntemi

Şekil 2.9'da ultrasonik kan basınç ölçüm sisteminde kafın şişirilip belirli aralıklarla boşaltılmasını sağlayan pnomatik sistem gösterilmiştir. Sistemin çalışması elektronik kontrol sisteminden, kaf basıncını sağlayan pompayı çalıştıran bir işaretin gelmesiyle başlar. Bu basınç önceden belirlenen seviyeye çıkar, ikinci kontrol işareti V1, basınç azaltma vanasını açar. Kaf basıncı sistolik basınca eşit olduğunda Doppler kayması oluşur. Bu işaret kontrol sistemi tarafından algılanınca, V2 sistolik vanasını kapatan bir işaret vanaya ulaşır. Kaf basıncı diyastolik basınca ulaştığında ise kontrol sistemi, V3 vanasını kapatır. Son üretilen kontrol işareti V4 valfin açılmasını sağlar ve kaf basıncı atmosfer basıncına düşer. Bu işlemler istenirse periyodik olarak tekrarlanabilir. Sistolik ve diyastolik manometreler üzerinde basınçlar okunur [5].



Şekil 2.9. Ultrasonik basınç ölçüm sisteminde kullanılan pnomatik sistem [6]

2.2. Vücut Sıcaklığı Ölçüm Metodları

Vücut sıcaklığı ölçen kişiye, ölçüm yapılan saate, ölçümün yapıldığı vücut bölgesine, ölçüm tekniğine, termometrenin türüne, ölçümün yapıldığı ortama, ölçüm öncesi fiziksel aktiviteye bağlı olarak değişebilir. Vücut sıcaklığı termometre ile ölçülür. Günlük hayatta ateş ölçümü amacıyla klasik cam termometreler, elektronik termometreler, tek kullanımlık kristal termometreler, kulak termometreleri ve kağıt termometreler kullanılmaktadır. Vücut sıcaklığı ağızdan, koltuk altından, makattan, kulaktan ve ciltten ölçülebilir.

2.2.1. Makattan (rektal) ölçüm



Resim 2.1. Makattan ölçüm (Rektal)

Vücut sıcaklığının ölçülmesinde altın standart olarak kabul edilen vücut bölgesidir. Makattan ölçüm için dijital termometreler kullanılabilir. Resim 2.1’de görüldüğü gibi dijital termometre ucu vazelin veya jel ile yağlanır ve makatın içine 1,5-2 cm kadar nazik bir şekilde ilerletilir. En az 3 dakika süre ile makat içinde kalması sağlanır. Normal rektal vücut sıcaklığı 36,6-38 °C arasında değişir.

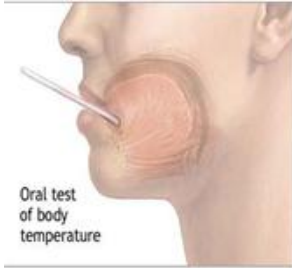
2.2.2. Koltuk altı ölçüm (aksiller)



Resim 2.2. Koltuk altı ölçüm (Aksiller)

Resim 2.2’de görüldüğü gibi dijital termometre alkol veya temiz su ile temizlendikten sonra ucu koltuk altına gelecek şekilde yerleştirilir. Termometrenin koltuk altında en az 3 dakika kalması sağlanır. Koltuk altı ölçümde normal değerler 34,7-37,3 °C arasında değişmektedir.

2.2.3. Ağızdan ölçüm



Resim 2.3. Ağızdan ölçüm

Ağızdan ölçüm için termometre dilin altına yerleştirilir (Resim 2.3). Ağız kapalı tutularak termometrenin 3 dakika süre ile dil altında kalması sağlanır. Ağızdan ölçümde normal vücut sıcaklığı 35,5 ile 37,5 °C arasındadır.

2.2.4. Kulaktan (timpanik) ölçüm



Resim 2.4. Kulaktan (timpanik) ölçüm

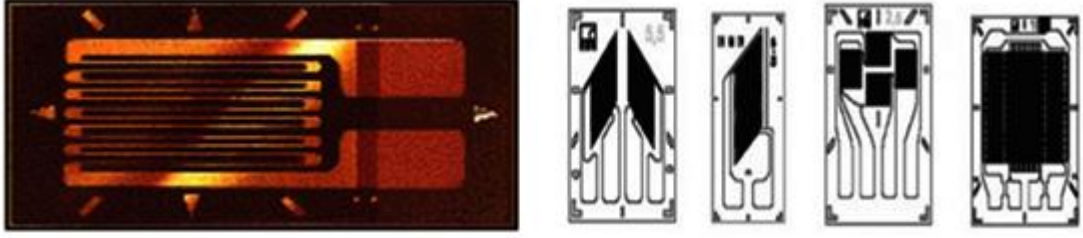
Bu yöntem vücut kor sıcaklığını yansıtmada duyarlı bir yöntemdir. Termometrenin sensör kısmı hafifçe kulak içine itilir (Resim 2.4). Ölçüm birkaç kez tekrarlandıktan sonra bulunan en yüksek değer vücut sıcaklığı olarak kabul edilmektedir. Kulaktan ölçümde normal vücut sıcaklığı 35,8-38 °C arasında değişir.

2.3. Kullanılan Malzemeler

2.3.1. Basınç sensörü

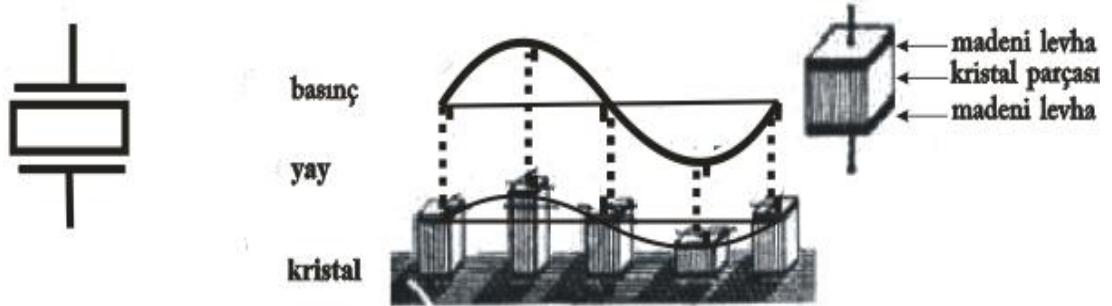
Sensörler, çeşitli enerji biçimlerini elektriksel enerjiye dönüştüren cihazlardır. Transducer ise enerji dönüştürücü olarak tanımlanır. Ancak 1969 yılında ISA (Instrument Society of America) bu iki terimi eş anlamlı olarak kabul etmiş ve ölçülen fiziksel özellik, miktar ve koşulları, kullanılabilir elektriksel miktara dönüştüren bir araç olarak tanımlamıştır.

Her türlü fiziki kuvvet ve basınç değişimini algılayan ve bu değişimi elektriksel sinyale çeviren elemanlara basınç sensörü denir. Devrede kullanılan sensör yapısının daha iyi anlaşılması için gerilme ölçer (Şekil 2.10) ve piezoelektrik sensör (Şekil 2.10) yapılarının bilinmesi gerekir .



Şekil 2.10. Gerilme ölçer sensör yapısı

Temel olarak gerilme ölçerler esneyebilen bir tabaka üzerine ince bir telin veya şeridin çok kuvvetli bir yapıştırıcı ile yapıştırılmasından oluşmuştur. Üzerindeki basıncın etkisinden dolayı tabakanın esnemesi ile birlikte iletken şeridin de gerilerek uzamasına sebep olacaktır. Bu esnada telin boyu uzayarak kesiti azalacaktır. Bilindiği gibi iletkenlerin kesiti azaldıkça dirençleri artacağından uygulanan kuvvete bağlı olarak iletkenin direncinde değişim olacaktır. Bu direnç değişimine bağlı olarak uygulanan kuvvetin miktarı tespit edilebilir.



Şekil 2.11. Piezoelektrik sensörün yapısı

Basıncın elektrik akımına dönüştürülme yollarından biri de piezoelektrik olaydır. Şekil 2.11'de piezoelektrik sensör yapısı görülmektedir. Piezoelektrik özellikli algılayıcılarda kuartz (quartz), roşel (rochelle) tuzu, baryum, turmalin gibi kristal yapılu maddeler kullanılır. Bu elemanlar üzerlerine gelen basınca göre küçük değerli bir elektrik gerilimi ve akımı üretir. Bu elektrik akımının değeri basıncın değeri ile doru orantılıdır. Piezoelektrik özellikli elemanlar hızlı tepki verdiklerinden ani basınç değişikliklerini ölçmede yaygın olarak kullanılır.

Tasarlanacak devrede kullanılacak basınç sensörü ise Freescale Semiconductor firmasının MPX5050GP serisi sensörleri direkt olarak uygulanan basınç değerlerine uygun olarak yüksek doğrulukta ve doğrusal olarak gerilim çıkışı verir. Bu devrede kullanılan basınç sensörü silikon piezodirençli basınç sensörüdür. Sensör gerilme ölçer yapıda olup tek parça silikon diyaframı vardır. Yongaya ince film direnci ağı entegre edilmiştir. Bu yongaya daha düzgün bir şekil vermek amacı ile lazer kullanılmıştır ve ofset kalibrasyonu yapılmıştır. 0 – 85 °C sıcaklık aralığında %2,5 hata ile ölçüm yapar. Bu özelliklerinden dolayı MPX5050GP devrede kullanılmak üzere seçilmiştir. Basınç sensörünün diğer kullanım alanları ise robotik uygulamalar, seviye indikatörleri, tıbbi teşhis, basınç kontrollü anahtarlama, barometreler, yükseklikölçer sistemlerdir. 0 ile 50kPa (0 ile 7,25 psi) arası basınç ölçer ve 0,2'den 4,7 Volt'a kadar çıkış gerilimi verir. Bu değerlerde 4,7 Volt 300 mmHg'ya denk gelmektedir. Eğer ilerde 230-240 mmHg seviyelerinde tansiyon ölçümü yapılacaksa seçilen sensör bu seviyelere rahatlıkla cevap verecektir [8,9].

Kullanılan basınç sensörü hakkında geniş bilgi Ek-III'de verilmektedir.

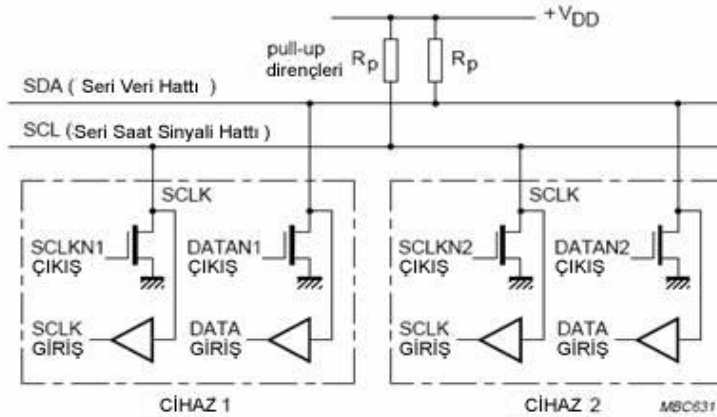
2.3.2. Sıcaklık sensörü

Devrede kullanılan sensör I²C arayüzlü sıcaklık sensörüdür. Sensörün yapısını anlayabilmek için I²C seri veri iletişim standardının bilinmesi gerekir.

I²C veri yolu standardı ilk olarak Philips firması tarafından geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. I²C veri yolunda tüm haberleşmeler için sadece iki hat kullanılır. Bu hatlar ise standart olarak SDA (serial data) ve SCL (serial clock) olarak adlandırılırlar. Her iki yol da iki yönlüdür. Yani hem veri gönderilebilir hem de veri alınabilir. Hatta bağlı cihazlar o anki durumlarına göre Master ya da Slave (efendi – köle) olarak çalışabilirler. I²C veri iletişimini kullanan her cihazın kendi türüne ait bir 7 bit adresi mevcuttur ve bu fabrikasyon olarak ayarlanır. Yalnız bazı cihazlarda bu 7 bitin 4'ü sabit, diğerleri ise donanım tasarımında adresleme için ayrılan uçları Vcc veya şaseye bağlayarak ayarlanır. Bunun en büyük faydası ise I²C arayüzüne sahip cihazlardan aynı yol üstüne 7 adet cihaz bağlanabilmektir. Örneğin, 7 farklı ölçüm

noktası SCL ve SDA iki telli iletişim yolundan alınıp mikrodenetleyici de işlenerek çıktı olarak alınabilir.

I²C veri yolunda aynı anda cihazlardan birisi Master diğerleri Slave olarak çalışırlar. Master olarak seçilen cihaz yoldaki veri transferini yönetir ve transfer boyunca clock sinyalini sağlar. Aynı zamanda herhangi bir cihazı slave olarak adresler. I²C veri yolu standardında zaman içerisinde geliştirilmiş 3 çeşit veri hızı mevcuttur. Standart mode olan 100kbit/s, 400 kbit/s fast-mode ve 3,4 Mbit/s high-speed mode. Hat kapasitansı 400 pF ile sınırlıdır. Daha geniş bilgi Ek-IV'deki veri yapılarında mevcuttur. Şekil 2.12'de cihazların bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 2.12. I²C Cihazların devreye bağlantısı

Cihazlar ile mikrokontrolör arasındaki bağlantı uçları olan SCL ve SDA uçları ile 3,3 Volt besleme gerilimi arasına birer adet Pull-up (yukarı çekme) direnci bağlanmalıdır. Rp (pull-up) direncinin devreye bağlantısı Şekil 2.12'de gösterilmiştir.

Haberleşmeye başlamak için Master (genelde bir mikro işlemcidir) tarafından yola bir START gönderilir. Bundan sonra master olarak çalışan cihaz hangi cihazla haberleşecekse o cihazı slave olarak adresler. Bu adres 7 bitten oluşur ve ilk 7 bitten sonraki 8. bit cihazın okuma/yazma işlevi seçimi için kullanılır. Bu bilgiler gönderildikten sonra slave cihaz mastera bir ACK gönderir. ACK (onaylama) gelmişse veri kabul edilmiştir. Eğer bir hata varsa bu durum NACK (onaylanmama)

olarak kabul edilir. Cihaz adreslemesi yapıldıktan sonra ikinci ve üçüncü bytelar ile hafıza adreslemesi vb. işlemler yaptırılır. İletişim kesilmek istendiğinde master konumuna alınarak yola bir STOP komutu gönderilir. Anlatılan bütün bu işlemler yazılımın sorumluluğundadır.

Bir başka deyişle SCL düşüğe çekilerek yeni veri SDA üzerinden gönderilir. Aksi durumda istenmeyen belirsiz durumlar oluşabilir.

Haberleşme yoksa pull-up dirençlerden dolayı her iki yolda HIGH'dır. Aksi bir durum varsa sistemde bir hata var demektir. Yazılım ile SDA yükseğe çekilir ve peşinden SCL yükseğe çekilir. Yapılan bu iki işlem sadece yol güvenliği içindir. Eğer SCL yüksekken SDA düşüğe çekilirse yola bir START komutu gönderilmiş olur.

Haberleşmenin sonlandırılması ve yolun serbest bırakılması için ise SDA düşüğe, SCL yükseğe çekilir ve bu anda tekrar SDA yükseğe çekilirse yola bir STOP komutu gönderilmiş olur.

2.3.3. MSP430F169 mikrodenetleyicisi

Texas Instruments'in ürettiği ultra düşük güçlü mikrodenetleyicisi MSP430 ailesi, özellikle düşük güç uygulamaları için tasarlanmıştır. Düşük güç tüketimi 5 farklı güç modu ile ayarlanır. Güçlü 16 bit RISC CPU mimarisi kullanılarak oluşturulmuş 16 bit saklayıcıları ile maksimum verimlilik hedeflenmiştir. Dijital olarak kontrol edilen osilatörü (DCO) sayesinde düşük güç modlarından aktif moda 6 µs'den daha az sürede uyandırmaya izin verir. Bu "hızlı uyanış" düşük güç tüketiminin temel mantığını oluşturur. Hızlı uyanış sistemin aktif duruma geçiş tepkisi ne kadar hızlı olursa geçişte sarf edilen güç de o kadar düşük olur .

MSP430/16x serileri halinde ailelere sahiptir. MSP430'un tipik uygulamaları ise;

- Sensör Sistemleri,

- Endüstriyel Kontrol Uygulamaları,
- Mobil Aletleri İçermektedir.

Düşük güç tüketimi sayesinde temelde pilli uygulamalar için tavsiye edilen bir çözümdür. Düşük güç tüketimini destekleyen özellikler ve bazı önemli özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- MSP430 16-bit RISC Mimarisi,
- 16-bit CPU tümleşik saklayıcı ve sabit üreteç ile maksimum kod verimi elde edilmektedir,
- Sayısal kontrollü osilatör 6 μ s'den daha kısa sürede stabil çalışmaya başlayabilmektedir,
- MSP430x16x serileri iki tümleşik 16 bit zamanlayıcıya (TIMERA, TIMERB),
- 12-bit A/D çeviricisine,
- 12-bit D/A çeviricisine,
- 2 seri haberleşme ara yüzüne (USART),
- 48 adet giriş çıkış pinine sahiptir.

Analog sinyalleri yakalayan algılayıcı sistemleri içeren tipik uygulamalarda Bu sinyaller MSP430F169'un ADC'si tarafından sayısal değerlere dönüştürülerek işlenir ve veriler ana sisteme iletilir. Zamanlayıcılar, sayısal motor kontrolü, taşınabilir sayaçlar, optik ağların kontrolü gibi endüstriyel uygulamalarda hep aynı temel mantık vardır. Analog bilgi alınır, sayısala dönüştürülür gerekirse işlenir ve iletilir. Resim 2.5'de MSP430F169 FET programlayıcı görülmektedir.

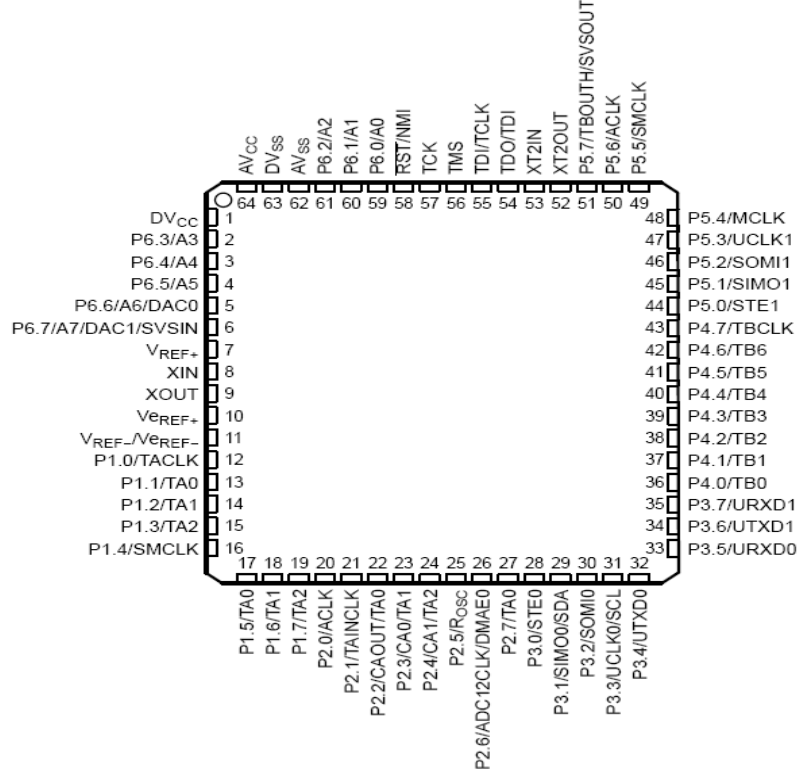


Resim 2.5. MSP430 UIF FET Debugger

- Düşük besleme voltajı aralığı 1,8 Volt ... 3,6 Volt
- Aşırı düşük güç tüketimi;
 - Aktif mod=1,1 μ A 1 MHz'de 2,2 Volt'da
 - Hazır Bekleme modu
 - Kapalı modu (RAM saklama) =0,2 μ A
- 6 μ s'den daha az zamanda Stand-by modundan uyanma,
- 16 bit RISC yapısı,125 ns komut çevrim zamanı,
- 3 kanal dahili DMA,
- 12 bit A/D dönüştürücü dahili referans ile model ve tutma ve otomatik tarama özelliği,
- Çift 12 bit D/A senkronizasyonlu dönüştürücü,
- 3 tutma karşılaştırma saklayıcıları ile 16 bit zamanlama,
- 3 ve 7 karşılaştırma saklayıcıları ile zamanlama,
- Seri haberleşme arayüzü (USART0 ve USART1) istenirse SPI, I²C veya UART modunda çalıştırılabilir.
- Giriş gerilimini kontrol eden denetleyici,
- 60kb+256byte Flash Memory,
- 2kb RAM.

Bu özelliklerde bulunan düşük güç modundan aktif düşük güç moduna geçişteki Hızı ve bu modlardaki harcadığı enerjinin düşüklüğü, çok hassas ölçüm

için 12 bit ADC (4095 desimal) özelliği, I²C arayüzünün olması cihazın seçilmesinin başlıca nedenleridir. Şekil 2.9’da MSP430 mikrodenetleyicisinin bacak bağlantıları gösterilmiştir. MSP430 mikrodenetleyicisinin komutları ve iç yapısı hakkında geniş bilgi Ek-II’de verilmiştir. Üçüncü bölümde sistemin tasarımı detaylı olarak anlatılacaktır.

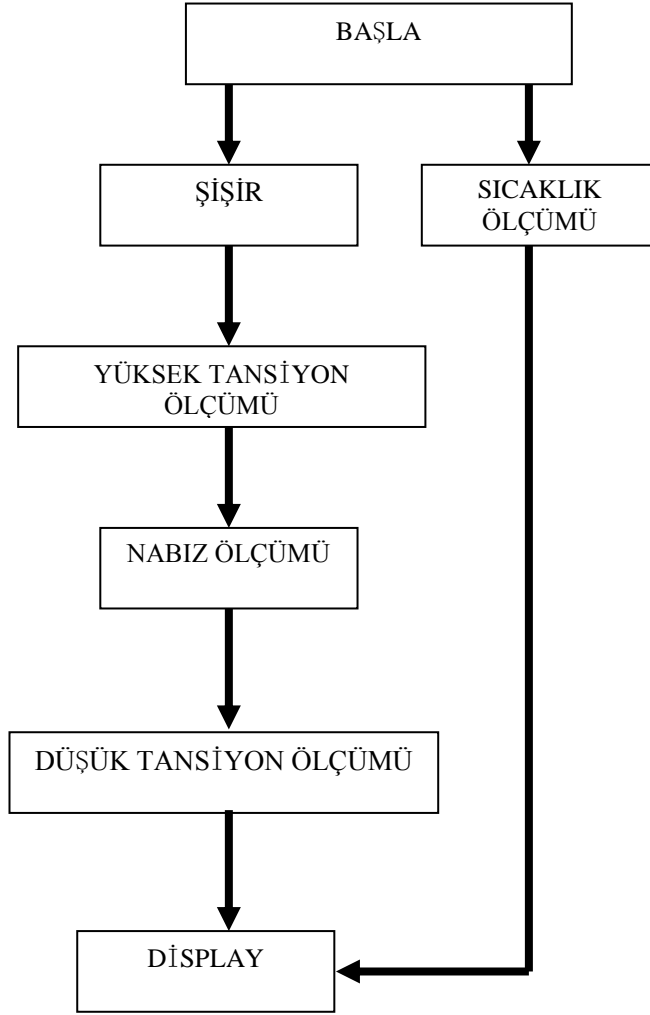


Şekil 2.13. Msp430f169’un bacak tasarımı

3. SİSTEMİN TASARIMI VE ÇALIŞMASI

Bu bölümde sistemin çalışması detaylı olarak anlatılacaktır. Öncelikle sistem kullanıcıdan aldığı talimatla ölçüm değerini yapmak için ilgili işlemleri başlatır. Ardından tansiyon ölçüm butonuna basıldığında koluğu 170mmHg değerine gelinceye kadar koluğa hava basar. Bu değere ortalama bir insanın yüksek tansiyon değerinin (120 mmHg) 50 mmHg daha fazlası alınarak seçilmiştir. Kolluğun şişirilmesi işleminin ardından, sistem kollukta belirli değerlerde 2mmHg adımlarla hava boşaltmaya başlar. Boşaltma işlemi sonlanıncaya kadar sistem yüksek tansiyon, düşük tansiyon ve nabız değerlerini ilgili değişkenlere yazmış olur. Bu işlemden sonra bu değerler LCD'ye aktarılır. Sistemin geliştirilmesi aşamasında bu değerler bir bilgisayar ekranına ya da hastanedeki bir bilgi bankasına aktarılabilir. Kan basınç ölçüm sisteminin yüzeysel akış diyagramı Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Akış diyagramı kısaca açıklanacak olursa tansiyon ölçüm butonuna basıldığı an motor kafi şişirmeye başlayacaktır. İlk önce sistem yüksek tansiyon (sistolik) değerini kaydeder. Daha sonra 4 atım üst üste nabız değerini kaydeder. Üst üste 4 atım nabız değeri kaydedilmesinin nedeni birbiri ardına yapılan ölçümlerde 2-3 atım için kaydedilen değerlerin dakikadaki nabız değerlerinin hesaplanmasında birbiriyle uyumlu sonuçlar vermemesinden kaynaklandı. 5 atım için nabız değeri seçilmemesinin nedeni ise tansiyon aralığı küçük olan bireylerde nabızın ölçülememesi gibi sorunlardan dolayıdır. Son olarak düşük tansiyon değerini algılayıp LCD'ye yazarak tansiyon ölçümünü bitirir. Bu esnada herhangi bir anda sıcaklık ölçümü yapılacak olursa sıcaklık ölçüm butonuna basılarak sıcaklık ölçümüne geçilebilir.

Vücut sıcaklığı ölçümünde ise TMP100 sıcaklık sensöründen SCL, SDA uçları ile seri olarak alınan bilgiler alınır. TMP100'ün I²C protokolündeki slave (uyandırma) adresi 0x48h'dır. Sıcaklık çözünürlüğü 12bit (0,0625 °C) olarak seçilmiştir. Bunun için Ek-III'deki veri yapraklarından faydalanılarak R1 ve R2 konfigürasyon registerleri 1 olarak seçilmiştir. TMP100'e gönderilen 0x48h adresi ile TMP100 slave olarak adreslenir. Mod olarak okuma modu seçilir. Sıcaklık bilgisi seri olarak alınarak LCD'ye aktarılır. TMP100, SDA ucu yükseğe çekilerek uyuma moduna alınır. Tansiyon ve sıcaklık ölçümü program kodları Ek-I'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Sistemin akış diyagramı

3.1. Manşetin Ölçüm Alınacak Basınca Getirilmesi

Sistemde ölçüm alınması için öncelikle kolluğun ölçüm için gerekli olan 170 mmHg basınç seviyesine getirilmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle kolluğun tahliye vanasının kapatılarak kolluğa hava pompası ile basılan havanın dışarı çıkması engellenir. Bu çalışmada ilk uygulamalarda kaf ile sensör arasındaki hortum hareketli olduğundan çıkmalar söz konusu olmuştur. Bu deneysel yaklaşımlara dayanarak Timer A 5ms'ye kurularak analog çıkışın kesilmesi sağlanarak, mikrodenetleyici hataya geçirilmiştir. Karşılaşılan bu sorun yanında oluşabilecek diğer sorunlar kolluğun patlaması, hava pompalayan motorda oluşabilecek hatalar ya

da basınç sensöründen kaynaklanan sorunlar dolayısıyla kolun şişmemesi ya da fazla şişmesini engellemek için Timer A' nın 5 ms'ye kurulması deneysel (ampirik) bir önlemdir. Basıncın ölçüleceği ADC0'ın referans gerilimi ve saklayıcıları kurulur. Burada ADC0, sürekli ölçüm alma modunda çalışır, böylece her ölçüm alınacağında ADC'nin tekrar tekrar kurulmasına gerek kalmaz. Referans geriliminin stabil bir duruma gelmesi için gerekli olan 13 ms boyunca beklenir. Burada daha önceden kurulmuş olan TIMERA kullanılır. TIMERA sayacı ACLK'dan beslendiğinden TAR'ın 13ms' ye eşdeğer olan sayma sayısına ulaştığında bekleme son verilerek ADC0 tetiklenir. ADC0'ın ölçüm alana kadar geçen zamanda işlemci LPM3 moduna sokulur. Böylece bekleyerek harcanacak olan güçten de tasarruf edilmiş olunur. ADC0'ın okuması bitince oluşturacağı kesme ile LPM3 modundan çıkılır. Ölçülen ADC değeri mmHg'ya dönüştürülür bu sırada da pompa çalıştırılır. Pompa manşetin içindeki basınç 170 mmHg olana kadar açık tutulur. Her ölçüm beklenirken işlemci uyutulur. İşlemcinin uyanma süresi ve DCO'nun stabil hale gelme süreleri çok kısa olduğundan işlemcinin LPM3 moduna girmesi ölçüm sırasında bir aksamaya veya gecikmeye neden olmamaktadır. Manşet içindeki basınç istenen değer ulaştınca döngüden çıkılır ve pompa susturulur.

3.2. Kan Basıncının Ölçümü

Genellikle, doktorlar hastanın atardamarındaki kan basıncını ölçümü esnasında kolluk ve stethoscope kullanırlar. Ölçüm esnasında ilk olarak kolluğa hava pompalarlar. Tabii bunu belli bir basınç değerine kadar yaparlar. Daha sonra hastanın kan basıncını dinlemek için stethoscope denilen aleti kullanırlar. Başlangıçta pompalanan hava basıncının, değeri yüksek (systolic) tansiyon değerinden fazla olacak şekilde olmalıdır. Bu aşamada doktor stethoscopetan her hangi bir ses duymaz. Basınç değeri düşürüldükçe doktor stethoscopetan kalp atışını duymaya başlar. Bu aşamada ölçülen değer yüksek tansiyondur. Hava basıncı düşürüldükçe doktor farklı karakteristikte kalp atış değerleri duymaya başlar. Her hangi bir noktada ses kaybolmaya başlar. İşte bu nokta düşük (diastolic) tansiyon değerine ulaşılır [4].

Ölçüm esnasında sistemde osilometrik ölçüm şekli kullanılmıştır. Hava, ortalama yüksek tansiyon değeri olan 120 mmHg basıncından 50 mmHg fazla olacak şekilde kolluğa pompalanmıştır (170 mmHg). Bundan sonra ise hava basıncı yavaşça düşürülmeye başlanır. Bu düşürülme esnasında sistem koldaki hava basıncındaki küçük dalgalanmaları (osilasyonları) ölçmeye başlar. Yüksek tansiyon nabız atımlarının başladığı esnada olur. Bu arada MCU nabzın hangi noktada başladığını ve kolluktaki basıncı kaydeder. Kolluktaki hava basıncı düşürülmeye devam edilir. Düşük tansiyon ise kolluktaki nabzın dalgalanmasının kaybolmaya başladığı anda alınmaya başlanır.

3.3. Yüksek Tansiyonun Ölçümü

Kolluğa hava pompalama işlemi, 170 mmHg'nın üzerinde gerçekleştirildikten sonra kollukta bulunan hava boşaltma ünitesi devreye girdiği anda (aşağı yukarı sağlıklı bir insanın yüksek tansiyon değerinden fazla olmalıdır) sistem yüksekt (`basinc_f2`) konumuna geçer. Bu durumda, program ADC0 pinindeki, AC dalga formuna bakar. Kolluktaki basınç değeri azaltıldığı anda kesin bir değere geldiği zaman kan koldan akmaya başlar. Bu noktada yüksek tansiyon değeri elde edilir.

AC dalga formu için 3,3 Volt değeri eşik değeri olarak seçilmiştir. Başlangıçta, sabit değer 2,5 Volt olan ADC0 pininde darbe yada gerilim değeri yoktur. Yüksek tansiyon değeri ölçülünceye kadar kollukta basınç değeri düşer. Osilasyon bu noktada başlar ve yükselir. Bu noktadan sonra eşik geriliminden yüksek değerlerdeki maximum darbeler sayılmaya başlar. Eğer program 4'ten fazla sayarsa program `basinc_buffer` durumuna girer. Bu durumda program ADC1 numaralı pinden DC gerilimi kaydeder. Daha sonra bu DC gerilim hastanın yüksek tansiyonun değerine dönüştürülür.

Basınç sensörünün transfer karakteristikleri ve DC yükseltecin DC kazancı ADC1 numaralı pinin ucundaki DC gerilime bakılarak öğrenilir. ADC1 pininden okunan DC gerilim değeri "`ADC12MEMO x 3,3 Volt`" ve adımlama aralığı desimal olarak 4095 (12 bit) olarak belirtilmiştir. Böylece DC yükselteçten gelen diferansiyel gerilim değeri;

$$\text{Dönüştürme gerilimi} = \frac{\text{ADC12MEMO} \times 3,3}{4095} \quad (3.1)$$

$$\text{Dönüştürme oranı} = \frac{3,3}{4095} = 8 \times 10^{-4} \text{ V/kPa} \quad (3.2)$$

şeklinde bulunur. Böylece koldaki basınç değeri kPa birimi üzerinden;

$$\text{Basınç (kPa)} = \frac{(\text{Dönüştürme gerilimi} - 0,04)}{5} / 0,018 \quad (3.3)$$

şeklinde bulunur. Ardından, elde edilen değer mmHg'ya çevirmek için;

$$\frac{760 \text{ mmHg}}{101,325 \text{ kPa}} \quad (3.4)$$

ile çarpılır. Böylece basınç mmHg şeklinde tam olarak şöyle hesaplanır;

$$\text{Basınç (mmHg)} = \text{Basınç (kPa)} \times \frac{760 \text{ mmHg}}{101,325 \text{ kPa}} \quad (3.5)$$

Burada ADC'ye gelen gerilim basınç sensörünün veri yapraklarında transfer fonksiyonu kullanılarak yazılımsal olarak civa basıncına dönüştürülüp LCD'ye aktarılmıştır. Bu formüller Ek-III'de MPX5050 veri yapraklarında gösterilmektedir.

3. 4. Nabız Ölçümü

Program yüksek tansiyon değerini ölçtüktan sonra hastanın darbe oranını göstermeye başlar. Bu çalışmada darbe oranı yüksek tansiyon değeri ölçüldükten sonra hesaplanması uygun görülmüştür. Bunun sebebi ise osilasyonun bu noktadaki dalga formunun en güçlü olmasıdır. Bu formdaki genlik değeri için ayarlanan referans gerilimine bağlı olarak farksal yükseltecin referans gerilimi ile karşılaştırılan işaret her periyodunda bir işaret oluşturur. Bu işaret de işlemci içinde bir kesme oluşturur. Oluşan kesmelerin aralarındaki zaman ölçüldüğünde nabız atışının periyodu bulunur.

3.5. Düşük Tansiyonun Ölçülmesi

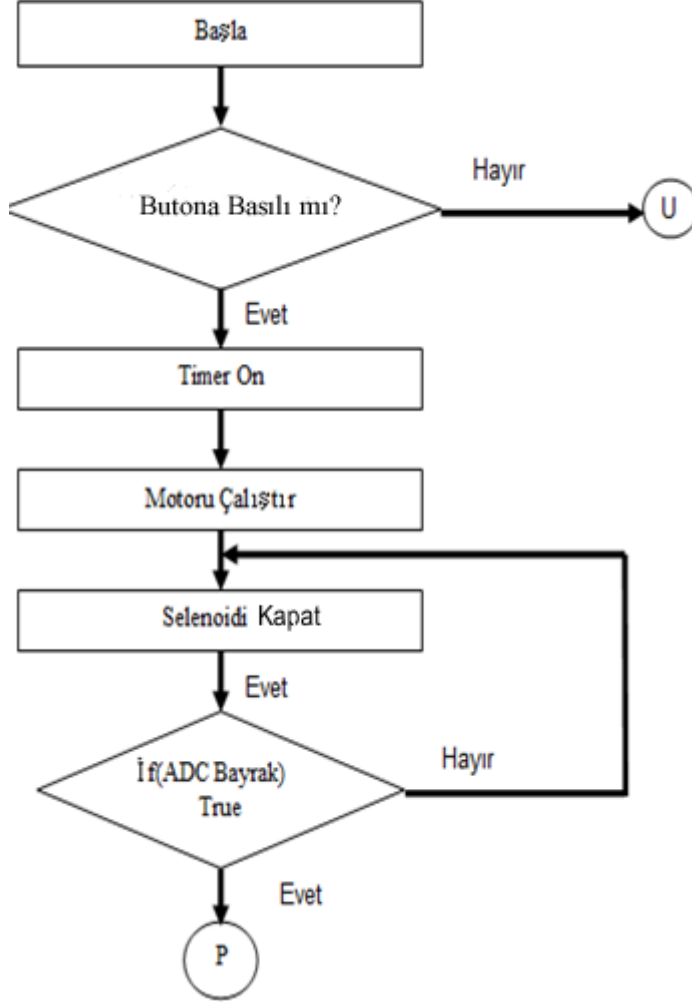
Darbe oranı bulunduktan sonra program düştükt (`basinc_v_2`) durumuna geçer. Bu durumda program her 450 ms'de bir işareti örneklemeyi sürdürür. Ardından düşük tansiyon için eşik gerilimi belirlenir. Kolluktaki basınç değeri düşürülünce, düşük tansiyon basınç değerine gelmeden bir noktada, osilasyon değerindeki gerilim değeri düşmeye başlar. Düşük tansiyon değerinin belirlenmesi için osilasyonun gerilim değeri eşik gerilim değerinin altına düştüğü zaman bu noktadaki DC değer kaydedilir. DC değer yüksek tansiyon değerinin ölçüm aşamalarında da belirtilen şekilde basınç değeri mmHg cinsinden bulunur.

Düşük tansiyon değerinin ölçülmesi zor olup eşik değeri kişiden kişiye değişiklik gösterir. Böylece, sisteminde genel olarak kullanılan ölçüm elemanlarında alınan eşik değerleri ile gerekli ölçümler sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

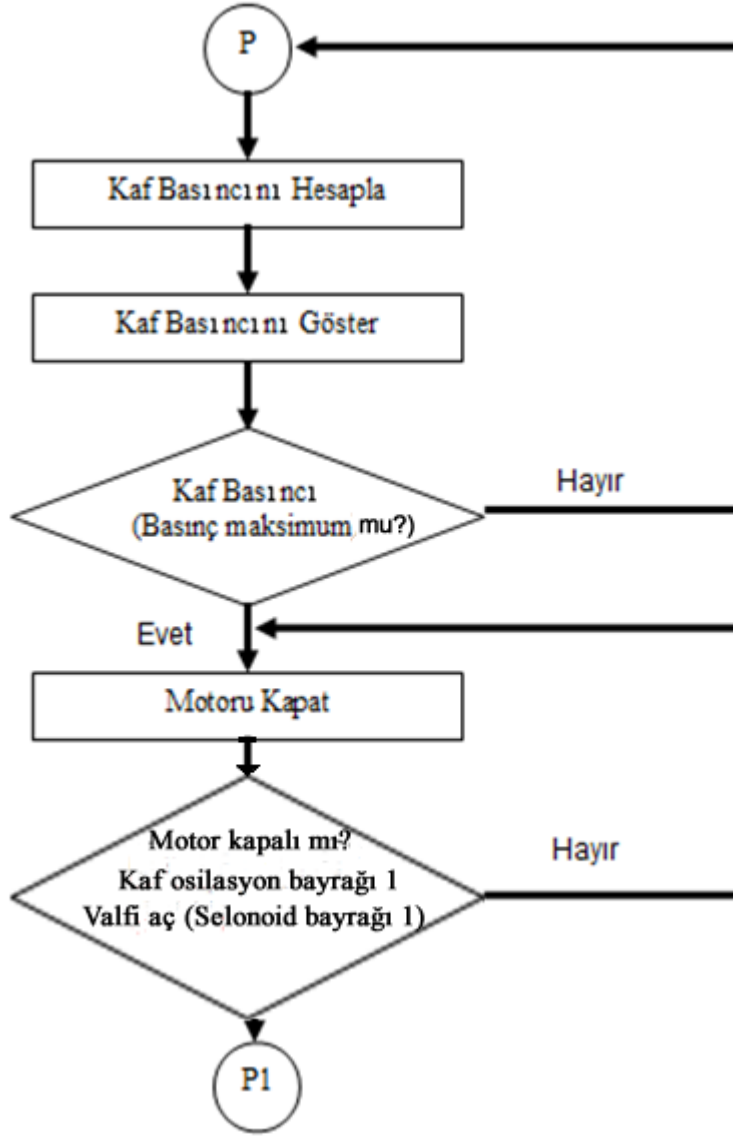
Programın düşük tansiyon değerinin ölçüm işlemi bittikten sonra LCD'de ölçülen değerler gösterilir. Daha sonra program kolluğun valfini açarak içerisindeki havanın hızlı bir şekilde boşalmasını sağlar. Böylece ölçüm işlemi sonlanır.

Bu durumlar aşağıda birbirinin devamı olan Şekil 3.2 - Şekil 3.5 algoritmalarında gösterilmiştir. Algoritmaları sırayla açıklayacak olursak, tansiyon ölçüm butonuna basılı ise `TIMERA` aktif duruma gelecektir. `TIMERA`'dan dolayı 13 ms bekleme süresinden sonra `TACLK` ucundan motor çalışarak kafi şişirmeye başlayacaktır. Bu durumda kafi boşaltan selenoid valf kapalıdır. Mikrodenetleyici selenoid valfin tıkalı olup olmadığını ADC bayrağından kontrol ederek bir geri beslemeli kompanizasyon yapar. Selenoid valf tıkalı ise kaf şişerken kaf basıncı hesaplanıp LCD'de gösterilmeye başlanır. Basınç maksimum olduğunda motor durdurulur. Selenoid açılmadan önce kafın hava kaçırıp kaçırmadığı kaf basıncı kontrol edilerek izlenir. Daha sonra selenoid belirli aralıklarla açılıp kapanarak kafın içindeki osilasyon sinyali hesaplanır. Kaf basıncı minimum olduğundadiastolik basınç algılanarak, sistolik basınç, diastolik basınç ve nabız değerleri kaydedilerek LCD'ye yazılır.

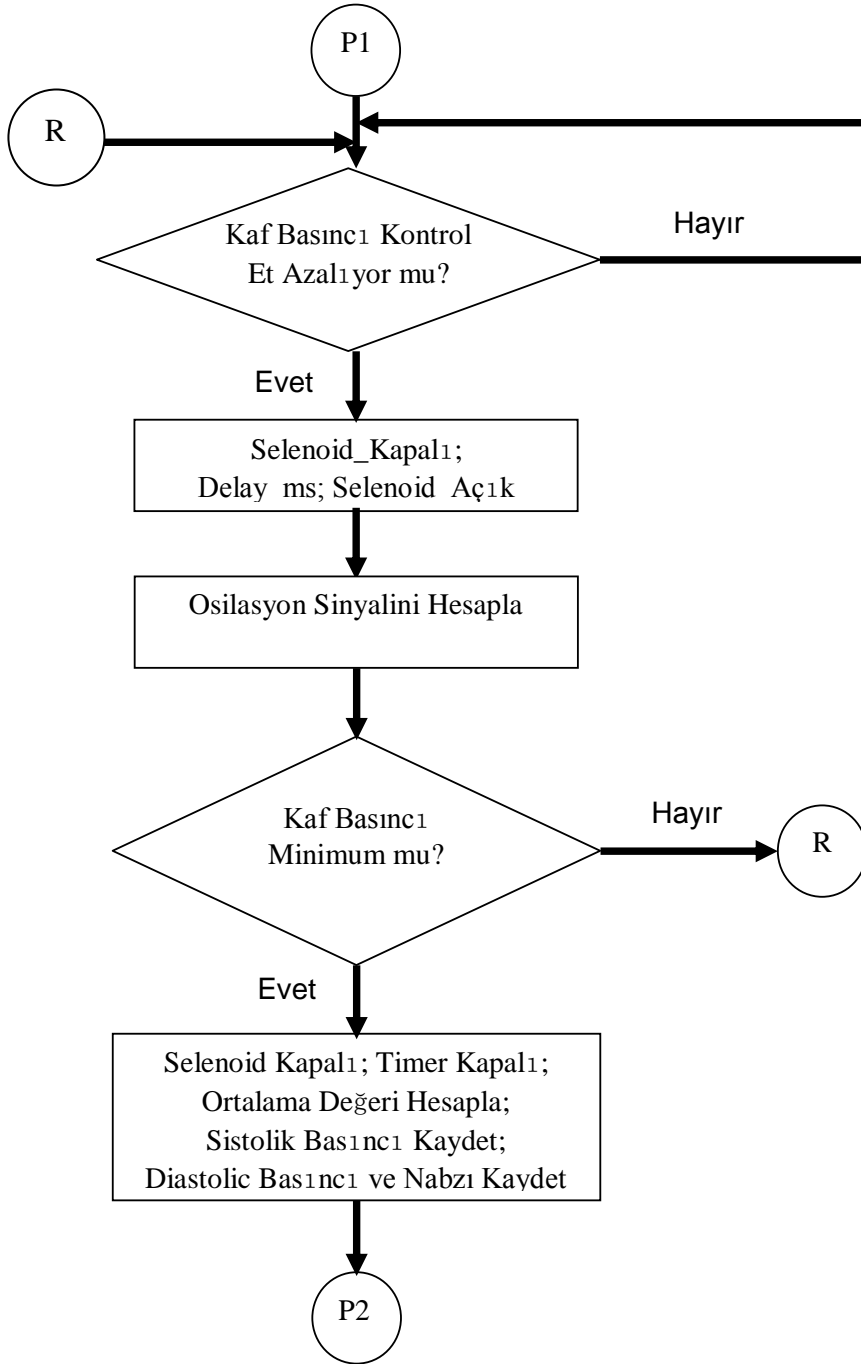
Mikrodenetleyici düşük güç moduna (LPM3) geçerek ölçüm butonuna basılıp basılmadığını tekrar kontrol etmeye başlar.



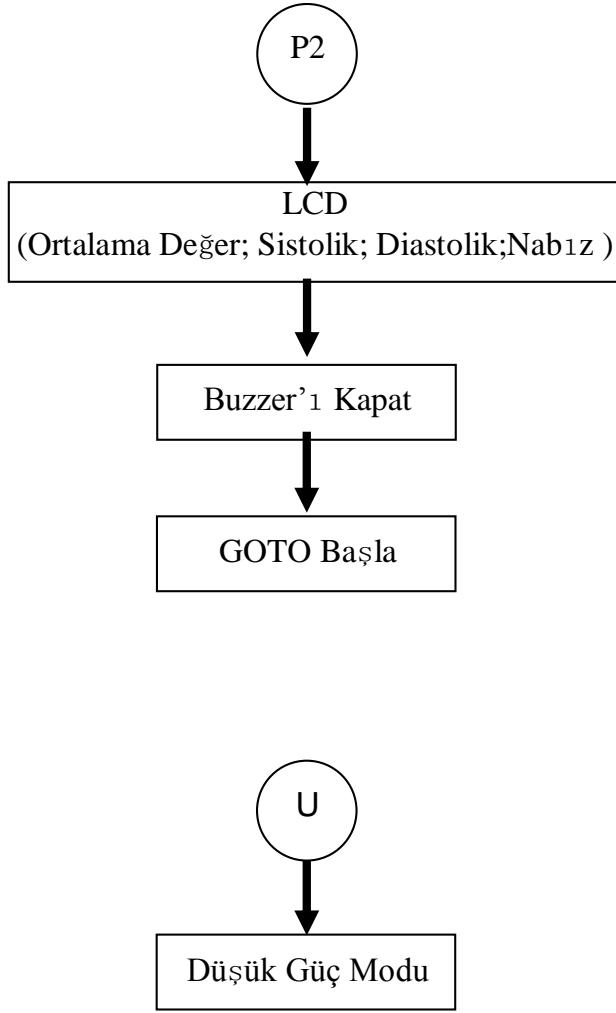
Şekil 3.2. Kan basınç ölçüm algoritması 1



Şekil 3.3. Kan basınç ölçüm algoritması 2

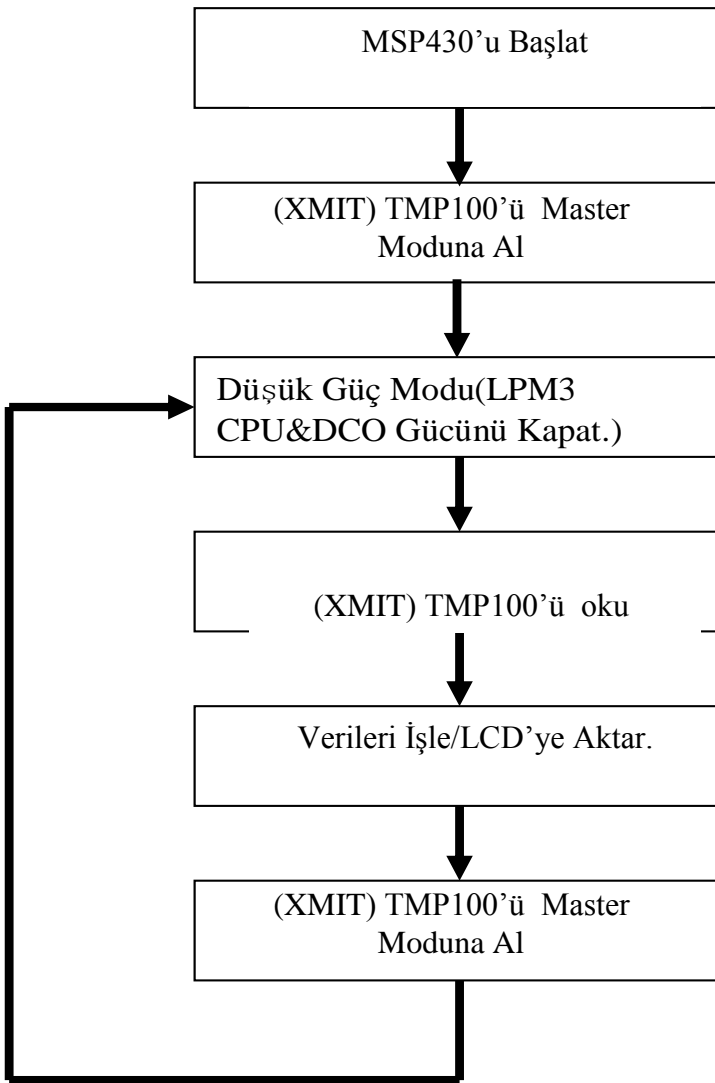


Şekil 3.4. Kan basınç ölçüm algoritması 3



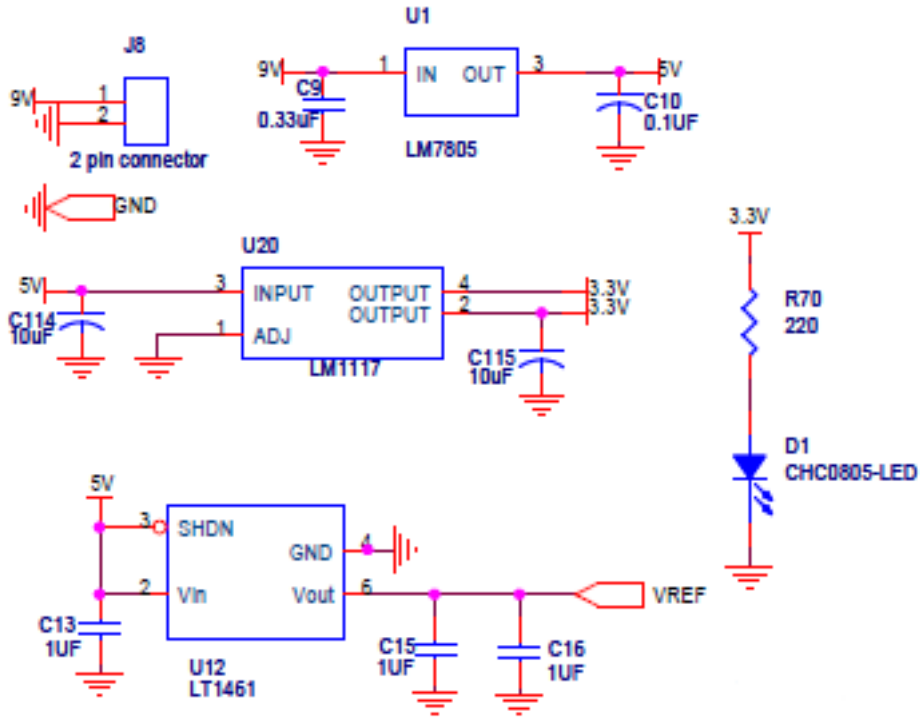
Şekil 3.5. Kan basınç ölçüm algoritması 4

Şekil 3.6'da ise I²C arayüzü ile çalışan sıcaklık ölçüm algoritması gösterilmiştir. İlk anda TMP100 uyuma modundadır. Butona basıldığında TMP100 Slave'e (köle) çekilerek okunmaya başlanır. Veriler LCD'ye aktarılarak TMP100 Master (efendi) moduna alınır. Mikrodenetleyici düşük güç moduna (LPM3) geçerek butona basılıp basılmadığını kontrol eder.



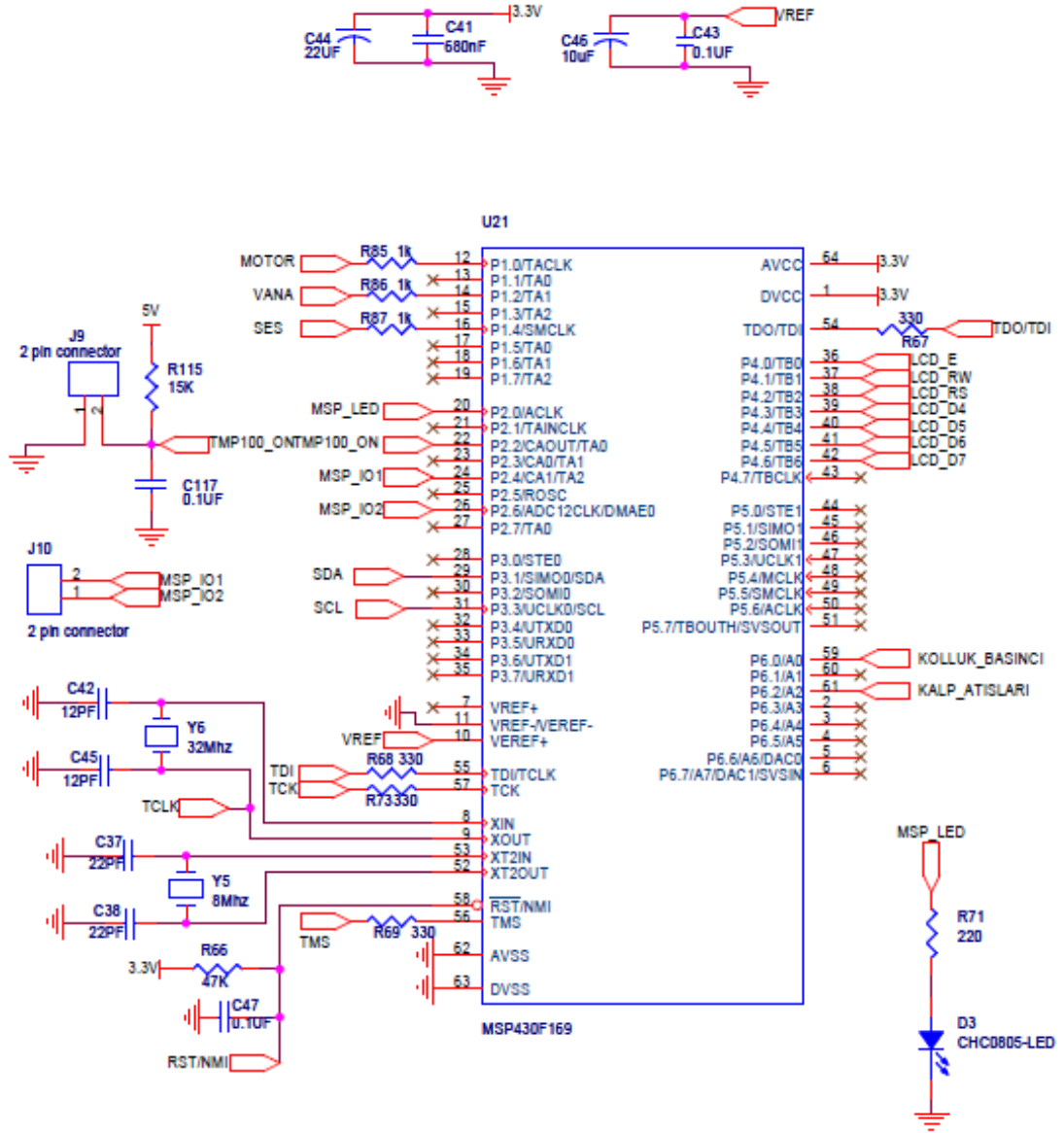
Şekil 3.6. Sıcaklık ölçüm algoritmi

Şekil 3.7’de cihazın besleme devresi gösterilmiştir. Devrede mikrodenetleyicinin beslemesi için gerekli 3,3 voltluk gerilim LM1117 entegresi ile yapılmış kararlı bir devre yapısı sayesinde sağlanır. LCD modül ve MPX5050GP basınç sensörü için gerekli besleme gerilimi LM7805 entegresi ile oluşturulmuş kararlı devre yapısı sayesinde sağlanır. Mikrodenetleyicinin ADC modülü için 2,5 Volt referans gerilim gerekmektedir. Bu referans gerilim de 2,5 Volt çıkışlı LT1461 azaltıcı entegresinden sağlanır.



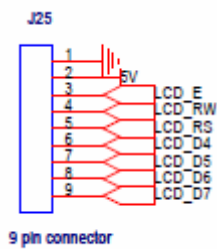
Şekil 3.7. Cihazın besleme devresi

Şekil 3.8’de sistemin tasarımında kullanılan mikrodenetleyici bağlantısı gösterilmiştir. Gerilim dalgalanmalarını engellemek için besleme ile şase arasına dekuplaj kondansatörleri atılmıştır. Devrenin çalışır durumda kalibrasyonunun yapılabilmesi için programlama devresi (Jtag Debugger) konulmuştur. Programlama devresi (Jtag Debugger) mikrodenetleyiciye TDO, TDI, TMS, TCK ve RST/NMI uçlarından bağlanmıştır. Düşük ve yüksek frekans çalışmaları için 32 KHz’lik ve 8 Mhz’lik osilatörler kullanılmıştır



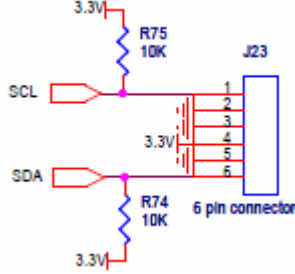
Şekil 3.8. Sistemin tasarımında kullanılan mikrodeneleyici bağlantısı

Şekil 3.9’da LCD bağlantısı gösterilmektedir. LCD uçları mikrodeneleyicinin 36’dan 42’ye kadar olan portlarına bağlanmıştır.



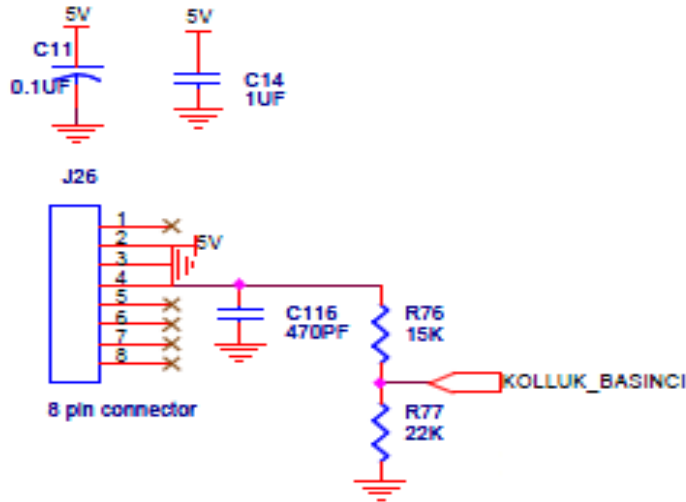
Şekil 3.9. LCD bağlantısı

Şekil 3.10’da I²C arayüzlü TMP100 sıcaklık sensörü bağlantısı görülmektedir. Besleme ile SDA ve SCL uçları arasında 10 K Ω ’luk Pull-Up dirençleri atılmıştır.

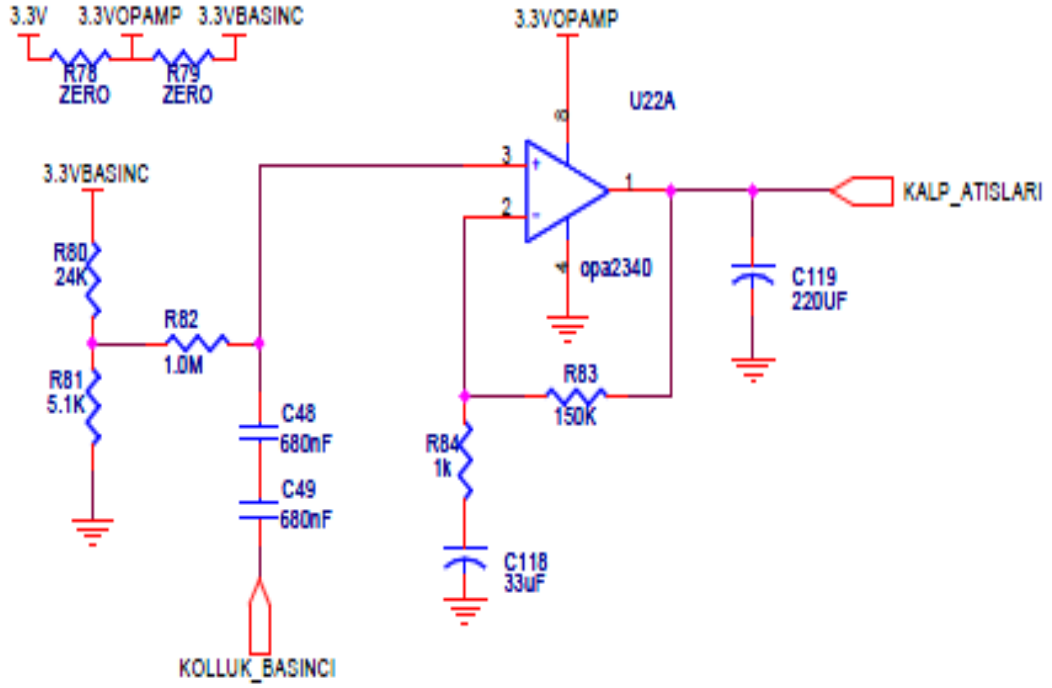


Şekil 3.10. TMP100 bağlantısı

Şekil 3.11’de ise basınç sensöründen gelen sinyaller thevenin eşdeğer devresi ile 3 Volt seviyesine düşürülerek band geçiren filtreye uygulanmaktadır. Çünkü band geçiren filtre 3,3 Volt’luk beslemeyle çalıştığı için bu gerilimin üst seviyelerinin kırpacaktır. Sinyalin işlenebilmesi basın sensöründen gelen işaretlerin 3,3 Volt’un altında olması gerekmektedir.



Şekil 3.11. Sensörden kolluk basıncının alınması



Şekil 3.12. Kolluk basıncının filtrelenmesi (bant geçiren filtre)

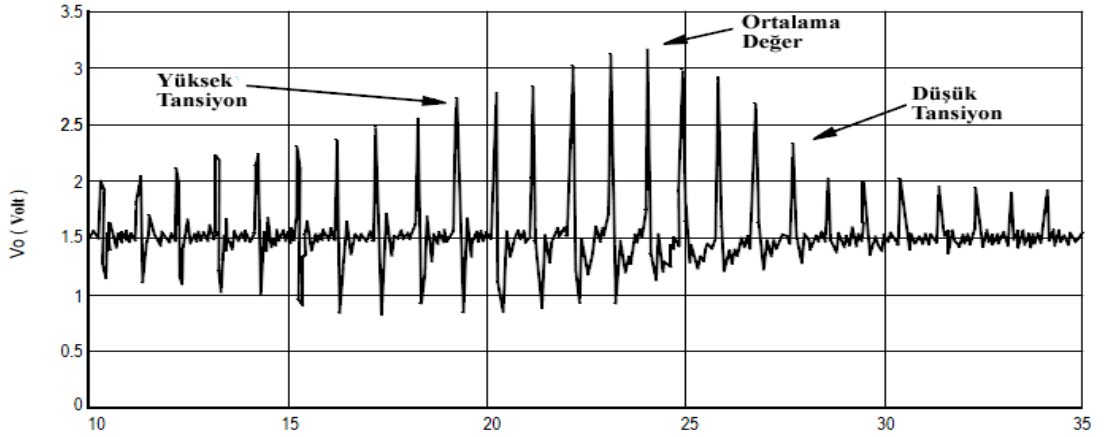
Band geçiren filtre için Texas Instruments'in tek beslemeli OPA337 ve OPA2340 opampları üzerinde duruldu. İki opampın da elektriksel karakteristikleri ve karakteristik eğrileri incelenerek OPA2340'nın kullanılmasına karar verildi. Şekil 3.12'de band geçiren filtre devre yapısı görülmektedir. OPA2340'nın datasheet bilgileri Ek-V'te verilmiştir.

Band geçiren filtre kullanılmasının sebebi gerekli olan frekans değerlerini göz önünde bulundurmamak istememizdir. Bu değer ise kalbin damar duvarlarına yaptığı basıncın sonucunda oluşan frekans değerleridir. Devre elemanlarının değerleri ilgili kesim frekansını sağlayacak şekilde hesaplanarak bulunmuştur. Hesaplar pratik uygulamada test edilerek gerekli olan değerler olması gereken değerlere çekilerek bulunmuştur. Alt ve üst kesim frekansları eşitlik 3.6'da belirtildiği gibidir.

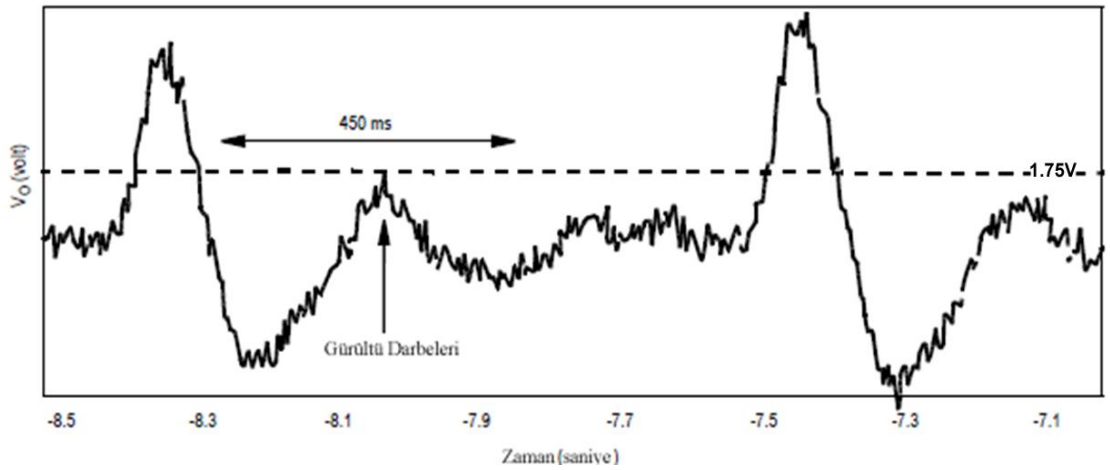
$$P1 = \frac{1}{2\pi R82(C48 \times C49/(C48+C49))} \quad P2 = \frac{1}{2\pi \times R84 \times C118} \quad (3.6)$$

formülleri ile hesaplanmıştır [10].

Şekil 3.13’de kan basınç işaretlerinin BGF çıkışından elde edilmesi gösterilmektedir. Mikrodenetleyici 2,5 Volt’u geçen ilk analog değer yüksek tansiyon, 3,3 Volt seviyesinde ortalama değer ve 2,1 Volt seviyesinin altına düşen ilk değer düşük tansiyon olarak kaydedilecektir.



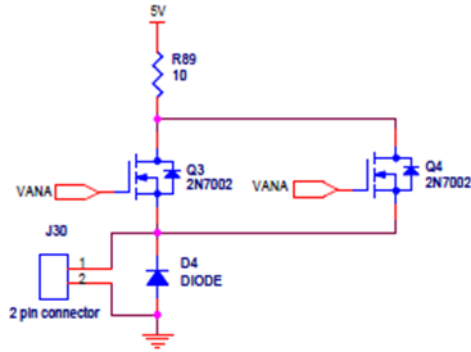
Şekil 3.13.Kan basınç işaretlerinin algılanması



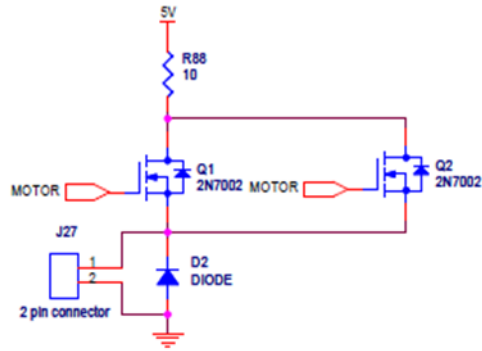
Şekil 3.14. ADC’de kan basınç işaretlerindeki gürültü ve spikeların eliminasyonu

Şekil 3.14’de de görüldüğü gibi ADC’de kan basınç işaretlerindeki spike ve gürültüleri yok etmek için 1,75 Volt gerilim seviyesinin altı elimine edilmiştir.

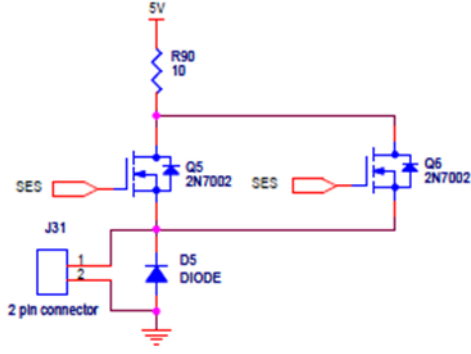
Şekil 3.15’de vana sürme devresi, Şekil 3.16’da motor sürme devresi ve Şekil 3.17’de buzzer sürme devresi gösterilmiştir. Vishay firmasının Si9928dy bütünleyici mosfeti üzerinde duruldu. Fakat devreyi daha optimize ve sade hale getirmek için birbirine paralel 2n7002LT1 fet transistörleri ile vana, motor ve buzzerin sürülmesine karar verildi.



Şekil 3.15. Vana sürme devresi



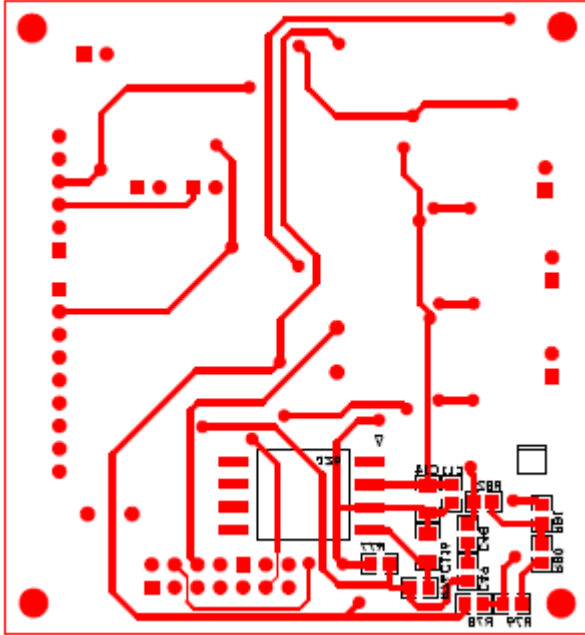
Şekil 3.16. Motor sürme devresi



Şekil 3.17. Buzzer sürme devresi

Şekil 3.18 ve 3.19’da tasarlanan devrenin alttan ve üstten görünüşleri verilmektedir.

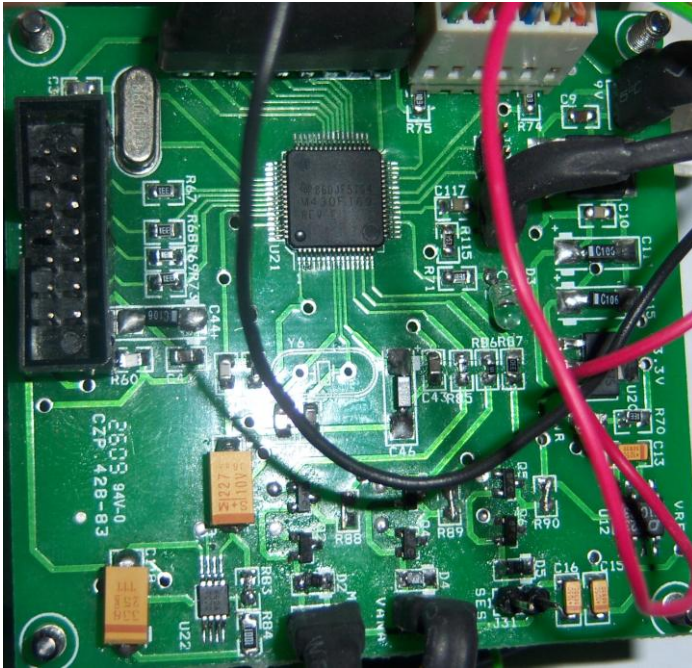
Resim 3.1, Resim 3.2, Resim 3.3 ve Resim 3.4’de tasarlanan devrenin resimlerini göstermektedir.



Şekil 3.17. Tasarlanan devre şeması (alt Görünüş)



Resim 3.2. Tasarlanan cihazın yandan görünüşü



Resim 3.3. Tasarlanan cihazın montajlanmış devre resmi

4. UYGULAMA SONUÇLARI VE İRDELEME

Tasarlanan devre 20 farklı denekte aç ve tok karnına olarak uygulanmıştır. Çizelgelerdeki ilk 5 denek düşük tansiyon (hipotansiyon), ikinci 5 denek yüksek tansiyon (hipertansiyon) ve son 10 denek de normal tansiyon değerlerine sahiptir. Labaratuvar ortamında kalibre edilen Erka marka oskültasyon yöntemiyle ölçüm yapan cihaz ve piyasada bulunan Omron ve Sinbo marka tansiyon ölçerlerle karşılaştırılarak sonuçlar kaydedilmiştir. Ölçümler deneklerde 10 dakikada bir peşpeşe ikişer ölçüm olarak toplamda 10'u aç karnına ve 10'u da tok karnına olarak gerçekleştirilmiştir.

Ölçüm sonuçları Çizelge 4.1 - Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Oskültasyon yöntemi tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (açlık)

Denekler	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Denek 1	97 mmhg	65 mmHg	90
Denek 2	95 mmHg	74 mmHg	76
Denek 3	100 mmHg	65 mmHg	66
Denek 4	105 mmHg	67 mmHg	60
Denek 5	95 mmHg	62 mmHg	68
Denek 6	135 mmHg	96 mmHg	86
Denek 7	142 mmHg	100 mmHg	82
Denek 8	130 mmHg	102 mmHg	85
Denek 9	139 mmHg	97 mmHg	78
Denek 10	136 mmHg	100 mmHg	70
Denek 11	114 mmHg	75 mmHg	74
Denek 12	116 mmHg	70 mmHg	72
Denek 13	115 mmHg	72 mmHg	66
Denek 14	108 mmHg	74 mmHg	72
Denek 15	115 mmHg	70 mmHg	70
Denek 16	120 mmHg	82 mmHg	68
Denek 17	118 mmHg	81 mmHg	70
Denek 18	115 mmHg	79 mmHg	76
Denek 19	116 mmHg	69 mmHg	66
Denek 20	113 mmHg	67 mmHg	60

Çizelge 4.2. Omron marka dijital tansiyon aleti tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (açlık)

Denekler	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Denek 1	105 mmHg	85 mmHg	77
Denek 2	90 mmHg	65 mmHg	76
Denek 3	105 mmHg	70 mmHg	66
Denek 4	95 mmHg	67 mmHg	60
Denek 5	105 mmHg	75 mmHg	75
Denek 6	132 mmHg	90 mmHg	64
Denek 7	135 mmHg	95 mmHg	82
Denek 8	130 mmHg	100 mmHg	85
Denek 9	144 mmHg	105 mmHg	80
Denek 10	140 mmHg	105 mmHg	70
Denek 11	122 mmHg	83 mmHg	72
Denek 12	110 mmHg	70 mmHg	73
Denek 13	115 mmHg	80 mmHg	69
Denek 14	110 mmHg	70 mmHg	72
Denek 15	115 mmHg	70 mmHg	70
Denek 16	115 mmHg	85 mmHg	70
Denek 17	120 mmHg	78 mmHg	68
Denek 18	115 mmHG	75 mmHg	75
Denek 19	111 mmHg	65 mmHg	66
Denek 20	113 mmHg	66 mmHg	59

Çizelge 4.3. Sinbo marka dijital tansiyon aleti tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (açlık)

Denekler	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Denek 1	97 mmHg	63 mmHg	86
Denek 2	92 mmHg	77 mmHg	76
Denek 3	94 mmHg	69 mmHg	75
Denek 4	103 mmHg	72 mmHg	60
Denek 5	95 mmHg	65 mmHg	67
Denek 6	140 mmHg	93 mmHg	83
Denek 7	138 mmHg	96 mmHg	80
Denek 8	134 mmHg	108 mmHg	85
Denek 9	133 mmHg	100 mmHg	83
Denek 10	138 mmHg	108 mmHg	70
Denek 11	115 mmHg	75 mmHg	76
Denek 12	116 mmHg	71 mmHg	72
Denek 13	115 mmHg	70 mmHg	74
Denek 14	110 mmHg	74 mmHg	91
Denek 15	110 mmHg	68 mmHg	67
Denek 16	120 mmHg	83 mmHg	70
Denek 17	115 mmHg	80 mmHg	70
Denek 18	120 mmHg	82 mmHg	78
Denek 19	116 mmHg	67 mmHg	65
Denek 20	118 mmHg	70 mmHg	78

Çizelge 4.4. Tasarlanan sistemin tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (açlık)

Denekler	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Denek 1	95 mmHg	65 mmHg	88
Denek 2	93 mmHg	75 mmHg	75
Denek 3	96 mmHg	65 mmHg	78
Denek 4	105 mmHg	65 mmHg	63
Denek 5	95 mmHg	66 mmHg	68
Denek 6	137 mmHg	96 mmHg	85
Denek 7	141 mmHg	101 mmHg	84
Denek 8	135 mmHg	104 mmHg	86
Denek 9	140 mmHg	96 mmHg	78
Denek 10	133 mmHg	95 mmHg	66
Denek 11	115 mmHg	75 mmHg	74
Denek 12	115 mmHg	70 mmHg	72
Denek 13	115 mmHg	71 mmHg	69
Denek 14	108 mmHg	75 mmHg	70
Denek 15	113 mmHg	70 mmHg	69
Denek 16	120 mmHg	80 mmHg	71
Denek 17	118 mmHg	81 mmHg	69
Denek 18	117 mmHg	80 mmHg	73
Denek 19	115 mmHg	66 mmHg	62
Denek 20	114 mmHg	70 mmHg	60

Çizelge 4.5. Oskültasyon yöntemi tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (tokluk)

Denekler	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Denek 1	105 mmHg	68 mmHg	85
Denek 2	103 mmHg	75 mmHg	76
Denek 3	100 mmHg	70 mmHg	84
Denek 4	110 mmHg	72 mmHg	62
Denek 5	95 mmHg	65 mmHg	68
Denek 6	145 mmHg	105 mmHg	86
Denek 7	145 mmHg	108 mmHg	85
Denek 8	140 mmHg	102 mmHg	91
Denek 9	148 mmHg	107 mmHg	82
Denek 10	150 mmHg	108 mmHg	68
Denek 11	125 mmHg	75 mmHg	74
Denek 12	127 mmHg	74 mmHg	74
Denek 13	122 mmHg	78 mmHg	66
Denek 14	120 mmHg	80 mmHg	72
Denek 15	122 mmHg	80 mmHg	70
Denek 16	125 mmHg	85 mmHg	66
Denek 17	121 mmHg	82 mmHg	72
Denek 18	123 mmHg	84 mmHg	78
Denek 19	126 mmHg	78 mmHg	72
Denek 20	118 mmHg	82 mmHg	66

Çizelge 4.6. Omron marka dijital tansiyon aleti tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (tokluk)

Denekler	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Denek 1	110 mmHg	77 mmHg	91
Denek 2	100 mmHg	75 mmHg	77
Denek 3	95 mmHg	78 mmHg	84
Denek 4	120 mmHg	82 mmHg	63
Denek 5	95 mmHg	65 mmHg	72
Denek 6	143 mmHg	100 mmHg	83
Denek 7	152 mmHg	112 mmHg	84
Denek 8	138 mmHg	105 mmHg	83
Denek 9	148 mmHg	100 mmHg	82
Denek 10	147 mmHg	112 mmHg	70
Denek 11	130 mmHg	78 mmHg	73
Denek 12	123 mmHg	80 mmHg	74
Denek 13	130 mmHg	85 mmHg	66
Denek 14	126 mmHg	78 mmHg	78
Denek 15	118 mmHg	76 mmHg	68
Denek 16	132 mmHg	94 mmHg	72
Denek 17	129 mmHg	88 mmHg	72
Denek 18	135 mmHg	95 mmHg	77
Denek 19	115 mmHg	80 mmHg	69
Denek 20	125 mmHg	87 mmHg	66

Çizelge 4.7. Sinbo marka dijital tansiyon aleti tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (tokluk)

Denekler	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Denek 1	106 mmHg	66 mmHg	90
Denek 2	105 mmHg	75 mmHg	75
Denek 3	100 mmHg	69 mmHg	84
Denek 4	110 mmHg	73 mmHg	60
Denek 5	93 mmHg	62 mmHg	68
Denek 6	145 mmHg	104 mmHg	92
Denek 7	150 mmHg	112 mmHg	83
Denek 8	139 mmHg	105 mmHg	88
Denek 9	152 mmHg	105 mmHg	82
Denek 10	147 mmHg	110 mmHg	70
Denek 11	123 mmHg	74 mmHg	80
Denek 12	129 mmHg	80 mmHg	77
Denek 13	120 mmHg	77 mmHg	78
Denek 14	123 mmHg	83 mmHg	69
Denek 15	119 mmHg	78 mmHg	72
Denek 16	125 mmHg	85 mmHg	66
Denek 17	120 mmHg	80 mmHg	63
Denek 18	125 mmHg	86 mmHg	78
Denek 19	125 mmHg	80 mmHg	72
Denek 20	115 mmHg	80 mmHg	66

Çizelge 4.8. Tasarlanan sistemin tansiyon ve nabız ölçüm sonuçları (tokluk)

Denekler	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Denek 1	105 mmHg	66 mmHg	87
Denek 2	104 mmHg	75 mmHg	76
Denek 3	98 mmHg	68 mmHg	84
Denek 4	110 mmHg	70 mmHg	60
Denek 5	95 mmHg	66 mmHg	70
Denek 6	146 mmHg	107 mmHg	86
Denek 7	143 mmHg	110 mmHg	83
Denek 8	143 mmHg	105 mmHg	89
Denek 9	153 mmHg	108 mmHg	83
Denek 10	148 mmHG	109 mmHg	68
Denek 11	124 mmHg	75 mmHg	73
Denek 12	126 mmHg	77 mmHg	70
Denek 13	120 mmHg	75 mmHg	68
Denek 14	125 mmHg	76 mmHg	72
Denek 15	120 mmHg	80 mmHg	71
Denek 16	126 mmHg	87 mmHg	67
Denek 17	119 mmHg	83 mmHg	74
Denek 18	128 mmHg	88 mmHg	75
Denek 19	123 mmHg	78 mmHg	72
Denek 20	120 mmHg	82 mmHg	70

Erka marka oskültasyon cihazına göre aç ve tok karnına yapılan ölçümlerdeki oluşan farkların ortalamaları Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Yapılan ölçümlerde ortalama değer, Eşitlik 3.7 ile bulunur.

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

(3.7)

Çizelge 4.9. Aç karnına yapılan tansiyon ve nabız ölçümlerinde oluşan farkların ortalama değerleri

Cihazlar	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Omron	4,25	5,3	2,8
Sinbo	2,5	2,8	4,55
Tasarlanan Cihaz	1,4	1,35	2,15

Çizelge 4.10. Tok karnına yapılan tansiyon ölçümlerindeki oluşan farkların ortalama değerleri

Cihazlar	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Omron	5,3	5,25	2,25
Sinbo	1,85	2	2,3
Tasarlanan Cihaz	2	1,65	1,45

Aç ve tok karnına olarak gerçekleştirilen tansiyon ölçümlerinde oskültasyon cihazına göre oluşan farkların standart sapma değerleri alınarak sonuçlar kaydedilmiştir. Yapılan ölçümlerde standart sapma Eş. 3.7 ile bulunur.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N x_i^2 - N\bar{x}^2 \right)} \quad (3.8)$$

Standart sapma sonuçları Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Aç karnına yapılan tansiyon ve nabız ölçümlerinde oluşan farkların standart sapma değerleri

Cihazlar	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Omron	3,24	4,81	5,35
Sinbo	2,11	1,91	5,64
Tasarlanan Cihaz	1,35	1,42	2,53

Çizelge 4.12. Tok karnına yapılan tansiyon ve nabız ölçümlerinde oluşan farkların standart sapma değerleri

Cihazlar	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Omron	3,16	3,08	2,42
Sinbo	1,35	1,34	2,45
Tasarlanan Cihaz	1,51	1,27	1,24

Aç ve tok karnına olarak gerçekleştirilen ölçümlerin standart sapma değerleri alınarak sonuçlar kaydedilmiştir. Yapılan ölçümlerde varyans değerleri Eş. 3.9 ile bulunur. Tansiyon ölçüm sonuçlarında oskültasyon cihazına göre oluşan farkların varyans değerleri Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14’de gösterilmiştir.

$$V_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \quad (3.9)$$

Çizelge 4.13. Aç karnına yapılan tansiyon ve nabız ölçümlerinde oluşan farkların varyans değerleri

Cihazlar	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Omron	10,5	3,08	2,42
Sinbo	4,45	3,64	31,8
Tasarlanan Cihaz	1,82	2,01	6,4

Çizelge 4.14. Tok karnına yapılan tansiyon ve nabız ölçümlerinde oluşan farkların varyans değerleri

Cihazlar	Yüksek Tansiyon	Düşük Tansiyon	Nabız
Omron	9,99	9,5	5,85
Sinbo	1,82	1,8	6
Tasarlanan Cihaz	2,28	1,61	1,54

Sıcaklık ölçümü de 15 farklı denek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Cihaz ölçüm karşılaştırmaları için piyasada kullanılan Norditalia alın kulak termometresi ve Acura

AC 1000 termometresi ile karşılaştırıldı. Sıcaklık ölçüm sonuçları da Çizelge 4.15’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Sıcaklık ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

Denekler	Acura AC 1000	Norditalia	Cihaz
Denek 1	36,5	36,6	36,565
Denek 2	36,9	36,9	36,882
Denek 3	36,2	36,3	36,195
Denek 4	37,2	37,3	37,382
Denek 5	38,9	39	39,112
Denek 6	39,3	39,1	39,485
Denek 7	38,6	38,6	38,612
Denek 8	38	37,8	37,923
Denek 9	38,2	38,5	38,213
Denek 10	37,6	37,7	37,682
Denek 11	35,7	35,4	35,674
Denek 12	36,1	36,4	36,010
Denek 13	35,3	35,2	35,315
Denek 14	36,5	36,5	36,515
Denek 15	36,4	36,2	36,325

Tasarlanan cihazda Valf’in kafi açma aralığı diğer cihazlara nazaran biraz yüksek tutularak değerlerin daha iyi algılanması sağlandı. Fakat osilometrik yöntem ne kadar hassas da olsa klasik yöntemdeki veriler tutturulamıyor. 0 ile ± 5 mmHg arası bir ölçüm farkı oluşuyor. I²C arayüzlü sıcaklık sensöründe ölçüm hassasiyeti 0,0625 °C artış aralığı verilerek hassasiyeti artırıldı. Sıcaklık artış aralığının dar tutulması ve I²C seri haberleşme arayüzünden dolayı TMP100 diğer sıcaklık ölçen cihazlara göre biraz daha yavaş cevap vermiştir (20-30sn arası). Ancak ölçümler daha optimize olmuştur.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Cihazda ilk önce 3,3 Volt'luk basınç sensörü denenmiştir. Fakat sıcaklık kompanizeli olmadığı için ölçümde karşılaştırılan diğer cihazlara göre aşırı sapmalar olmuştur. Bu yüzden 5 Volt'luk basınç sensörü kullanılmıştır. Cihazda lcd ve basınç sensörü 5 voltluk besleme gerilimine ihtiyaç duyduğu için 9 Volt pile gereksinim duyulmuştur. Cihazın en önemli özelliği sıcaklık ve tansiyon ölçümünün bileklik tipi bir cihazda ilk defa tasarlanmış olmasıdır. Cihazda sıcaklık ölçümü I²C seri iletişim arayüzünden yapılmaktadır. I²C seri iletişim arayüzü, cihazı diğer cihazlardan ayıran önemli özelliklerden bir diğeridir. I²C seri iletişim arayüzünün kullanılmasının nedeni cihazda yakınsamaya yönelik düzenlemeler yapılabilmesi içindir. Deneysel çalışma olduğu için ve sürekli programlanarak (debug) kalibre edilmesi gerektiğinden jtag programlayıcı (debugger) devreye eklenmiştir. Ticari amaçlı kullanımlar için debugger devreden kaldırılabilir. Bunun yanında 5 Volt' luk basınç sensörü ve LCD yerine 3,3 Volt' luk sıcaklık kompanizeli basınç sensörü ve LCD kullanılabilir. Devreye kayıt amaçlı bir hafıza entegresi eklenebilir.

Sistemin beslemesinin daha optimize olması için pil ile besleme yerine batarya ile besleme yapılabilir. Çünkü pilin belirli bir süre sonra enerjisi azaldığında cihaz düzensiz besleme aldığından, ölçümü hatalı yapmaya başlamaktadır. Bataryalı bir sistemde, besleme enerjisi eklenecek küçük bir devre ile kontrol edilebileceğinden enerji düşmelerinde cihazın zarar görmemesi için besleme kesilebilir.

Sistem ileriki uygulamalarda ihtiyaca bağlı olarak vücuttaki kanın oksijen miktarı, vücuttan kan almadan kan şekeri ölçümü vb. gibi parametreler sisteme entegre edilebilir. Cihazın yapımı için harcanan malzeme bedeli yaklaşık 56 TL'dir. Seri üretimde ise üretim fiyatı 15 TL'ye kadar düşmektedir.

KAYNAKLAR

1. Bronzino, J.D., “Biomedical Engineering Handbook 2nd ed.”, *CRC Press*, USA, 1290-1303 (2000).
2. İlçe, A., “Ateş Ölçümünde Dört Farklı Vücut Bölgesinin Karşılaştırılması ve Hasta Tercihinin İncelenmesi”, *Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 11(3): 5-10 (2009).
3. Kokino, S., Özdemir, F., Zateri, C., “Obezite ve Fiziksel Tıp Yöntemleri”, *Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, Cilt 23 (1): 47-54 (2006).
4. Webster, J.G., “Encyclopedia Of Medical Devices And Instrumentation 2nd Ed.”, *John Wiley & Sons Inc.*, New Jersey, 485-499 (2006).
5. Yazgan, E., Korürek M., “Kan Basıncının Ölçülmesi”, *Tıp Elektronikliği, İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörlüğü*, 81-91, 100 (1995).
6. Carr, J.J., Brown, J.M., “Introduction To Biomedical Equipment Technology 4th Ed.”, *Prentice- Hall*, N.J., 257-258,482-485 (2001).
7. Webster, J.G., “Medical Instrumentation Application and Design 4th Ed.”, *John Wiley & Sons Inc.*, New Jersey, 312, 325-329 (2010).
8. Areny, R. P., Webster, J.G., “Sensors and Signal Conditioning”, *John Wiley*, New York, 81, 204 (1991).
9. Trietley, H.L., “Transducers in Mechanical and Electronic Design”, *Marcel Dekker Inc.*, 8-11, 58-62, 259-261, 278-280(1986).
10. Sheingold, D., “Hardware Design Techniques”, *Analog-Digital Conversion Handbook 3th ed.*, *Prentice- Hall*, N.J., 160-161 (1986).

EKLER

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```
sayici=0;
sayici2=0;
sayici3=0;
basinc_v = 0;
basinc_v_2 = 0;
basinc_f = 0;
basinc_f2 = 0;
temp2 = 0;
initflag=0;
olcumaktif=0;
olcumaktif2=0;
sicaklikaktif=0;
sicaklikaktif2=0;
hataaktif=0;
sonucaktif=0;
sonucaktif2=0;
yuksekt=0;
dusukt=0;
nabiz=0;
pulseflag=0;
pulseflag2=0;
pulseflag3=0;
nabizsayici=0;
dusuktflag=0;
nabizflag=0;
sayicinabiz=0;
nabizok = 0;
vanasayici = 0;
vanaflag=0;
```


Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

while(initflag<10){_BIS_SR(GIE); } //Bekle
Ses(1); //Sesi Aç
initflag=0;
while(initflag<10){_BIS_SR(GIE); } //Bekle
Ses(0); //Sesi Kapat
initflag=0;
while(initflag<10){_BIS_SR(GIE); } //Bekle
Ses(1); //Sesi Aç
initflag=0;
while(initflag<10){_BIS_SR(GIE); } //Bekle
Ses(0); //Sesi Kapat
initflag=0;
while(initflag<300){_BIS_SR(GIE); } //Bekle

CCTL0 = CCID; // CCR0 interrupt disabled

SEND_CMD (CLR_DISP); //Ekranı Temizle

for(i=0; i<16; i++)
{
    str[0][i]=' '; //1. Ekran Gosterimi
    str[1][i]=' '; //2. Ekran Gösterimi
}

olcumaktif=1;
Vana(1); //Vanayı kapat. Hava geçişini engelle
Motor(1); //Motoru çalıştır. Sisteme enerji verilir verilmez
nabıs ölçümü için motor kılıfı şişirir.

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

while(1)                                //ana Döngü
{
  if(!(P2IN & 0x04))                      //Eğer Sıcaklık Ölçümü için butona basılmışsa
  {
    sicaklikaktif =1;
    olcumaktif=0;
    Vana(0);                              //Vana Motor ve Sesi Kapat
    Motor(0);
    Ses(0);
  }

  if(sicaklikaktif)
  {
    if(!sicaklikaktif2)                  //Sıcaklık için butona basılmışsa SICAKLIK yaz
    {
      sicaklikaktif2=1;

      SEND_CMD (DD_RAM_ADDR);
      for (i=0; i<16; i++)
      {
        SEND_CHAR(LCD_Message5[i]);
      }
    }
    read_temp();                          //Sıcaklık Oku
    sprintf(str[2], "%2.3f", sicaklik);    //Sıcaklık değerini karakter olarak al
    SEND_CMD (DD_RAM_ADDR2);             //2. satır seç
    str[1][0]=' ';
    str[1][1]=' ';
  }
}

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```
str[1][2]=' ';
str[1][3]=' ';
str[1][4]=' ';
str[1][5]= str[2][0];
str[1][6]= str[2][1];
str[1][7]= str[2][2];
str[1][8]= str[2][3];
str[1][9]= str[2][4];
str[1][10]= str[2][5];
str[1][11]=' ';
str[1][12]=' ';
str[1][13]=' ';
str[1][14]=' ';
str[1][15]=' ';

for (i=0; i<16; i++)
{
    SEND_CHAR(str[1][i]);
}

}
else
{
    if(olcumaktif)
    {

        ADC12CTL0 |= ADC12SC;           // ADC Başla
        _BIS_SR(GIE);                   // LPM0, ADC12_ISR'da loopdan çık

        if(!olcumaktif2)                //1. Satıra Bekleyin yazdır
```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```
{
    olcumaktif2=1;

    SEND_CMD (DD_RAM_ADDR);
    for (i=0; i<16; i++)
    {
        SEND_CHAR(LCD_Message6[i]);
    }
}

sprintf(str[0], "%3.1f", basinc_f2);    //kılıf basıncı
for (i=0; i<16; i++)
{
    str[1][i] = ' ';
}

if(basinc_f2>100)
{
    k=5;
}
else if(basinc_f2>10)
{
    k=4;
}
else
{
    k=3;
}
for (i=6; i<k+6; i++)
{
```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

str[1][i] = str[0][i-6];
}

SEND_CMD (DD_RAM_ADDR2);           //Kılıf Basıncını 2. satıra yazdır
for (i=0; i<16; i++)
{
    SEND_CHAR(str[1][i]);
}

for(i=0; i<3; i++)
{
    basinc_buffer[i] = basinc_buffer[i+1];
}
basinc_buffer[4]=basinc_v_2;       //filtrelenmiş değeri buffer a at

if(nabizflag)                       //Nabiz ölçmeye başla kılıf tam basınçla dolu
{
    if(basinc_v_2>2.5)               //eğer basinc 2.5 V üstüne çıkmışsa
    {
        if((yuksekt == 0))         //2.4 den büyükse
        {
            yuksekt=basinc_f2;      //Yüksek tansiyon kaydet
            //TBCCTL0 = CCIE;      // CCR0 interrupt enabled
        }
    }
}

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```
if((basinc_v_2>2.5) && (pulseflag==0) && (nabizok==0))
{
    pulseflag=1;
    pulseflag2=1;
}

if(pulseflag2)
{
    if((basinc_v_2 > 2.1)) //Son 3 basinc 2.4 den küçükse
    {
        dusuktflag=1;
    }
}

if(pulseflag)
{
    sayici=0;

    if((basinc_v_2>2) && (!pulseflag3))
    {
        TBCCTL0 = CCIE; // CCR0 interrupt enabled
        sayicinabiz=0;
        pulseflag3 =1;
        nabizsayici++; //1 nabız alındı
    }

    if(sayicinabiz >20) //Vana açma sıklık süresi
    {
```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

sayicinabiz = 0;
pulseflag3 = 0;
}

if(nabizsayici >6)
{
    TBCCTL0 = CCID;           // TimerB 1 kapat
    pulseflag = 0;
    nabizok=1;

}

}

}

if(basinc_f2 >170)           //Basinc 170 den büyükse motoru durdur
{
    Motor(0);
    CCTL0 = CCIE;           // TimerA Aç
    nabizflag=1;
    //Ses(1);
}

if((basinc_f2 <45) && (nabizflag==1))           //Basinc 45 den
küçükse hata verir
{

    olcumaktif = 0;
    nabizflag=0;

    hataaktif = 1;

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```
}

if(sayici3 >600)                //Vana açma sıklık süresi
{
    sayici3 = 0;
    if(dusuktflag==1)
    {
        dusuktflag = 0;
    }
    else if (pulseflag2)
    {
        dusukt=basinc_f2;
        olcumaktif = 0;
        sonucaktif=1;
    }
}

if((sayici >300) && (nabizflag==1))                //Vana açma sıklık
süresi
{
    CCTLO = CCID;                // CCR0 interrupt disabled
    sayici = 0;
}

if((basinc_v_2>2) && (!vanaflag))
{
    vanasayici=0;
    vanaflag =1;
}
```


Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

        if(vanasayici >5)                //Vana açma sıklık süresi
        {
            sayicinabiz = 0;
            vanaflag =0;
            Vana(0);
            Delayx100us(180);            //Vana açık kalma süresi
            Vana(1);
        }

        CCTL0 = CCIE;                    // CCR0 interrupt enabled

    }
    else
    {

    }

} // IF Aktif ölçüm sonu
else if(hataaktif)                      //Ölçüm yapılamadı hata yaz
{
    Motor(0);
    Vana(0);
    SEND_CMD (CLR_DISP);                //Ekranı Temizle
    SEND_CMD (DD_RAM_ADDR);
    for (i=0; i<16; i++)
    {
        SEND_CHAR(LCD_Message7[i]);
    }
    hataaktif=0;

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

    }
else if(sonucaktif)                //Ölçüm bitti sonuçları yaz
{
    if(!sonucaktif2)
    {
        sonucaktif2=1;

        Vana(0);
        Motor(0);

        SEND_CMD (CLR_DISP);        //Ekranı Temizle

        for(i=0; i<16; i++)
        {
            str[0][i]=LCD_Message3[i] ;        //1. Ekran Gosterimi
            str[1][i]=LCD_Message4[i];        //2. Ekran Gösterimi
        }
        sprintf(str[2], "%3d", (int)(yuksekt-8));    //kılıf basıncı
        str[0][4] = str[2][0];
        str[0][5] = str[2][1];
        str[0][6] = str[2][2];

        sprintf(str[2], "%3d", (int)dusukt);    //kılıf basıncı
        str[1][4] = str[2][0];
        str[1][5] = str[2][1];
        str[1][6] = str[2][2];

        basinc_v = (float)(65535.0/8000000.0)*(float)sayici2;    // 4 nabız süresi
        nabiz = (60*7)/basinc_v;
        sprintf(str[2], "%3d", (int)nabiz);    //Sıcaklık değerini karakter olarak al

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

str[0][13] = str[2][0];
str[0][14] = str[2][1];
str[0][15] = str[2][2];

read_temp(); //Sıcaklık Oku
sprintf(str[2], "%2.1f", sıcaklik); //Sıcaklık değerini karakter olarak al
str[1][12] = str[2][0];
str[1][13] = str[2][1];
str[1][14] = str[2][2];
str[1][15] = str[2][3];

SEND_CMD (DD_RAM_ADDR); //1. Satır
for (i=0; i<16; i++)
{
    SEND_CHAR(str[0][i]);
}
SEND_CMD (DD_RAM_ADDR2); //2. Satır
for (i=0; i<16; i++)
{
    SEND_CHAR(str[1][i]);
}
Ses(1); //Bip Sesi Ver.
initflag=0;
while(initflag<10){_BIS_SR(GIE); } //Bekle
Ses(0); //Sesi Kapat
initflag=0;
while(initflag<10){_BIS_SR(GIE); } //Bekle
Ses(1); //Sesi Aç
initflag=0;
while(initflag<10){_BIS_SR(GIE); } //Bekle

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

    Ses(0);

    }
    }
    else
    {

    }
    }

} //While Ana Döngü Sonu

}

// ADC12 kesne rutini
#pragma vector=ADC12_VECTOR
__interrupt void ADC12_ISR (void)
{

while ((ADC12IFG & BIT0)==0); //Sadece basıncı okuma
temp2= ADC12MEM0;

basinc_v = ((temp2)*3.3)/4095; //Sensör geriliminin hesaplanması
basinc_f = basinc_v/5 - 0.04; //basıncın pascal değeri hesaplama
basinc_f = basinc_f / 0.018; //basıncın pascal değeri hesaplama
// 760 mmHg = 101.325 kPa
basinc_f2 = (basinc_f * 760)/101.325; //pascal değerinden mmHg hesaplama

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

while ((ADC12IFG & BIT1)==0);           //filtrelenmiş kalp atışlarını okuma
temp2= ADC12MEM1;

basinc_v_2 = ((temp2)*3.3)/4095;         //Gerilim hesaplama

}
// Timer A0 interrupt service routine
#pragma vector=TIMERA0_VECTOR
__interrupt void Timer_A (void)
{
    sayici++;
    sayici3++;
    sayicinabiz++;
    vanasayici++;
    if(initflag<500){initflag++;}

}
// Timer B0 interrupt service routine
#pragma vector=TIMERB0_VECTOR
__interrupt void Timer_B (void)
{
    sayici2++;
ADC Programı

void Init_adc(void)
{

    P6SEL = 0x05;                       // Port6 yı ADC olarak ayarla
    ADC12CTL0 = ADC12ON+MSC+SHT0_8;     // ADC12 aç, örnekleme zamanı
    ayarla

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

ADC12CTL1 = SHP+CONSEQ_1;          // Sıralı okuma
ADC12MCTL0 = SREF_2+INCH_0;        // Referans gerilim ve giriş kanal seçimi
ADC12MCTL1 = SREF_2+INCH_2+EOS;    // Referans gerilim ve giriş kanal
seçimi
ADC12IE = 0x05;                    // Interrupt aç
ADC12CTL0 |= ENC;                  // Dönüşümü aktif yap
}

```

Fonksiyonlar Kütüphanesi

```
#include <msp430x16x.h>
```

```
#define CCID          (0x0000) /* Capture/compare interrupt enable */
```

```
void Vana(unsigned int ac) //Vana yı açıp kapayan fonksiyon
```

```

{
  if(ac == 0)
  {
    P1OUT &= 0xfb;
  }
  else
  {
    P1OUT |= 0x04;
  }
}

```

```
void Motor(unsigned int ac) //Motoru açıp kapayan fonksiyon
```

```

{
  if(ac == 0)

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

{
    P1OUT &= 0xfe;
}
else
{

    P1OUT |= 0x01;
}
}

void Ses(unsigned int ac)    //Sesi açıp kapayan fonksiyon
{
    if(ac == 0)
    {
        P1OUT &= 0xef;
    }
    else
    {

        P1OUT |= 0x10;
    }
}

void Init_ports(void)        //Port Ayarları
{
    P1DIR = 0xff;            // P1 out
    P1OUT = 0x00;           // Çıkışı kapat
    P2DIR = 0x01;           // P2.1 out diğerleri in
    P2OUT = 0x00;           // çıkışı kapat
}

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

I²C Arayüz Programı

```
#include <msp430x16x.h>
```

```
unsigned short tmp1,tmp2 =0;
```

```
float sicaklik =0;
```

```
void init_i2c(void)
```

```
{
```

```

P3SEL |= 0x0A; // I2C Pinlerini Sec
U0CTL |= I2C + SYNC; // I2C başlangıç prosedürü
U0CTL &= ~I2CEN; // I2C başlangıç prosedürü
I2CTCTL |= I2CSSEL1; // SMCLK seç
I2CNDAT = 0x02; // 2 byte gönderilecek
I2CSA = 0x48; // Slave Adresi TMP100 048h
U0CTL |= I2CEN; // I2C Etkin

U0CTL |= MST; // Master Mode
I2CTCTL |= I2CSTT + I2CSTP + I2CTR; // Gönderimi aktif yap
while ((I2CIFG & TXRDYIFG) == 0); // GÖnderici (transmitter) aktif olana dek
// bekle
I2CDRB = 0x01; // Byte yaz (burada gönderilen tmp100 pointer
// register 1 - tmp100 configuration register seçildi.)
while ((I2CIFG & TXRDYIFG) == 0); // GÖnderici (transmitter) aktif olana dek
// bekle
I2CDRB = 0x60; // Byte yaz (burada gönderilen tmp100
// configuration registerı - R1 R0 1 seçildi.
// Yani Sıcaklık okuma 12 bit olacak. )

I2CTCTL |= I2CSTP;
```


Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

while ((I2CTCTL & I2CSTP) == 0x02);    // Koruma Amaçlı

I2CNDAT = 0x01;                          // 1 byte gönderilecek
U0CTL |= MST;                             // Master mode
I2CTCTL |= I2CSTT + I2CSTP + I2CTR;      // Gönderimi aktif yap
while ((I2CIFG & TXRDYIFG) == 0);        // Gönderici (transmitter) aktif olana
dek bekle
I2CDRB = 0x00;                            // Byte yaz (burada gönderilen tmp100
pointer register 1 - tmp100
sıcaklık okuma olarak seçildi.)

I2CTCTL |= I2CSTP;
while ((I2CTCTL & I2CSTP) == 0x02);    // Koruma Amaçlı
}

void read_temp(void)
{
U0CTL = 0;
U0CTL |= I2C + SYNC;                    // USART'ı I2C olarak ayarla
U0CTL &= ~I2CEN;                        // I2C başlangıç prosedürü
I2CTCTL = I2CSSEL_1 + I2CWORD;         // SMCLK + word modu
I2CSCLH = 0x03;                         // SCL High
I2CSCLL = 0x03;                         // SCL Low
I2CNDAT = 0x02;                         // 2 byte okunacak
I2CSA = 0x48;                           // Slave Adresi TMP100 048h
U0CTL |= I2CEN;                          // I2C Etkin

U0CTL |= MST;                            // Master
I2CTCTL |= I2CSTT + I2CSTP;             // Sıcaklık Oku
while ((I2CTCTL & I2CSTP) == 0x02);

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

tmp1 = I2CDRW; //Sıcaklık değerini al
tmp2 = tmp1;
tmp1 &= 0x00FF; //Ondalık kısmı yükle
tmp2 >>=8;
tmp2 &= 0x00FF; //Virgülden sonrasını yükle

sicaklik = ((float)tmp2 / 256.0);
sicaklik += tmp1; //Sıcaklık Değeri

}

```

LCD Tanıtma VE LCD' ye Yazdırma

```
//LCD MODULU
```

```
/*
```

MSP430 pinleri	LCD_Modulu
P40	E
P41	RW
P42	RS
P43	D4
P44	D5
P45	D6
P46	D7
GND	GND

```
*/
```

```
#include <msp430x16x.h>
```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

#include "MSP430_LCD.h"

unsigned char temp;

//---Functions difinitions-----

void Delay (unsigned int a)
{
    unsigned char k;
    for (k=0 ; k != a; ++k);           //20+a*12 cycles (for 1MHz)
}

void Delayx100us(unsigned char b)
{
    unsigned char j;
    for (j=0; j!=b; ++j) Delay (_100us);
}

void _E(void)
{
    E_HIGH;           //toggle E for LCD
    _NOP();
    _NOP();
    E_LOW;
}

void SEND_CHAR (unsigned char d)
{
    Delayx100us(5);           //.5ms
    temp = d & 0xf0;         //get upper nibble
}

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

LCD_Data &= 0x07;
LCD_Data |= temp >>1 ;
RS_HIGH; //set LCD to data mode
_E(); //toggle E for LCD
temp = d & 0x0f;
temp = temp << 4; //get down nibble
LCD_Data &= 0x07;
LCD_Data |= temp>>1 ;
RS_HIGH; //set LCD to data mode
_E(); //toggle E for LCD
}

```

```

void SEND_CMD (unsigned char e)
{
Delayx100us(10); //10ms
temp = e & 0xf0; //get upper nibble
LCD_Data &= 0x07;
LCD_Data |= temp>>1; //send CMD to LCD
RS_LOW; //set LCD to CMD mode
_E(); //toggle E for LCD
temp = e & 0x0f;
temp = temp << 4; //get down nibble
LCD_Data &= 0x07;
LCD_Data |= temp>>1;
RS_LOW; //set LCD to CMD mode
_E(); //toggle E for LCD
}

```

```

void InitLCD(void)
{

```

Ek-I Cihazın program kodları (devam)

```

RS_LOW;
Delayx100us(250);           //Delay 100ms
Delayx100us(250);
Delayx100us(250);
Delayx100us(250);
LCD_Data |= BIT3 | BIT4;    //D7-D4 = 0011
LCD_Data &= ~BIT5 & ~BIT6;
_E();                       //toggle E for LCD
Delayx100us(100);          //10ms
_E();                       //toggle E for LCD
Delayx100us(100);          //10ms
_E();                       //toggle E for LCD
Delayx100us(100);          //10ms
LCD_Data &= ~BIT3;         //D7-D4 = 0010
_E();                       //toggle E for LCD

SEND_CMD(DISP_ON);
SEND_CMD(CLR_DISP);
SEND_CMD(DD_RAM_ADDR);
Delayx100us(300);
}

```

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D – OCTOBER 2002 – REVISED MARCH 2005

- Low Supply-Voltage Range, 1.8 V . . . 3.6 V
- Ultralow-Power Consumption:
 - Active Mode: 330 μ A at 1 MHz, 2.2 V
 - Standby Mode: 1.1 μ A
 - Off Mode (RAM Retention): 0.2 μ A
- Five Power-Saving Modes
- Wake-Up From Standby Mode in less than 6 μ s
- 16-Bit RISC Architecture, 125-ns Instruction Cycle Time
- Three-Channel Internal DMA
- 12-Bit A/D Converter With Internal Reference, Sample-and-Hold and Autoscan Feature
- Dual 12-Bit D/A Converters With Synchronization
- 16-Bit Timer_A With Three Capture/Compare Registers
- 16-Bit Timer_B With Three or Seven Capture/Compare-With-Shadow Registers
- On-Chip Comparator
- Serial Communication Interface (USART0), Functions as Asynchronous UART or Synchronous SPI or I²C™ Interface
- Serial Communication Interface (USART1), Functions as Asynchronous UART or Synchronous SPI Interface
- Supply Voltage Supervisor/Monitor With Programmable Level Detection
- Brownout Detector
- Bootstrap Loader
- Serial Onboard Programming, No External Programming Voltage Needed
Programmable Code Protection by Security Fuse
- Family Members Include:
 - MSP430F155: 16KB+256B Flash Memory, 512B RAM
 - MSP430F156: 24KB+256B Flash Memory, 1KB RAM
 - MSP430F157: 32KB+256B Flash Memory, 1KB RAM
 - MSP430F167: 32KB+256B Flash Memory, 1KB RAM
 - MSP430F168: 48KB+256B Flash Memory, 2KB RAM
 - MSP430F169: 60KB+256B Flash Memory, 2KB RAM
 - MSP430F1610: 32KB+256B Flash Memory, 5KB RAM
 - MSP430F1611: 48KB+256B Flash Memory, 10KB RAM
 - MSP430F1612: 55KB+256B Flash Memory, 5KB RAM
- Available in 64-Pin Quad Flat Pack (QFP) and 64-pin QFN (see Available Options)
- For Complete Module Descriptions, See the *MSP430x1xx Family User's Guide*, Literature Number SLAU049

I²C is a registered trademark of Phillips Incorporated.

description

The Texas Instruments MSP430 family of ultralow power microcontrollers consist of several devices featuring different sets of peripherals targeted for various applications. The architecture, combined with five low power modes is optimized to achieve extended battery life in portable measurement applications. The device features a powerful 16-bit RISC CPU, 16-bit registers, and constant generators that attribute to maximum code efficiency. The digitally controlled oscillator (DCO) allows wake-up from low-power modes to active mode in less than 6 μ s. The MSP430x15x/16x/161x series are microcontroller configurations with two built-in 16-bit timers, a fast 12-bit A/D converter, dual 12-bit D/A converter, one or two universal serial synchronous/asynchronous communication interfaces (USART), I²C, DMA, and 48 I/O pins. In addition, the MSP430x161x series offers extended RAM addressing for memory-intensive applications and large C-stack requirements.

Typical applications include sensor systems, industrial control applications, hand-held meters, etc.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2002 – 2005, Texas Instruments Incorporated

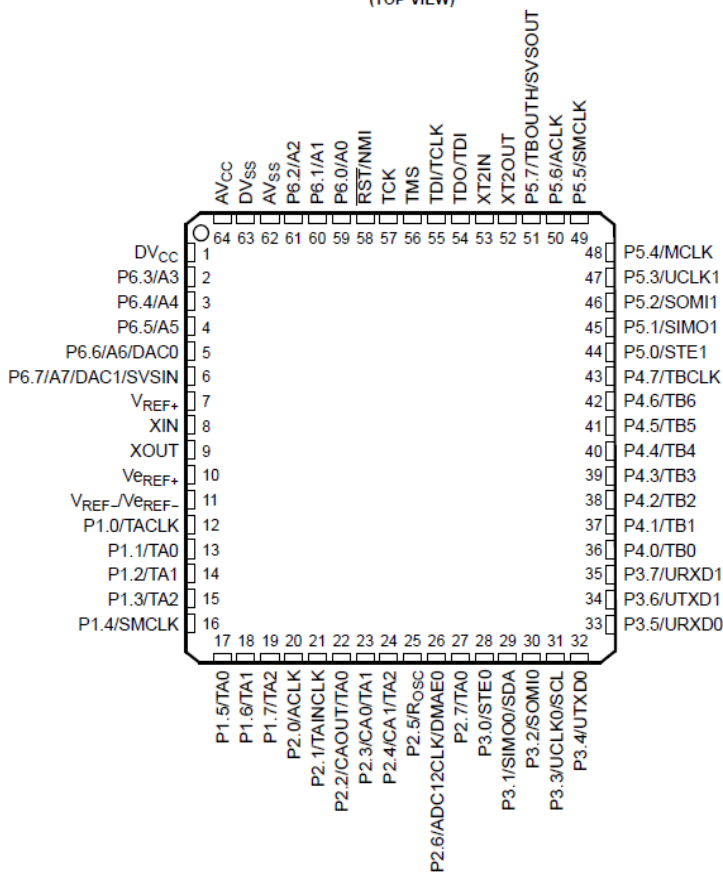
Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x
MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D – OCTOBER 2002 – REVISED MARCH 2005

pin designation, MSP430F167, MSP430F168, MSP430F169

PM, RTD PACKAGE
(TOP VIEW)



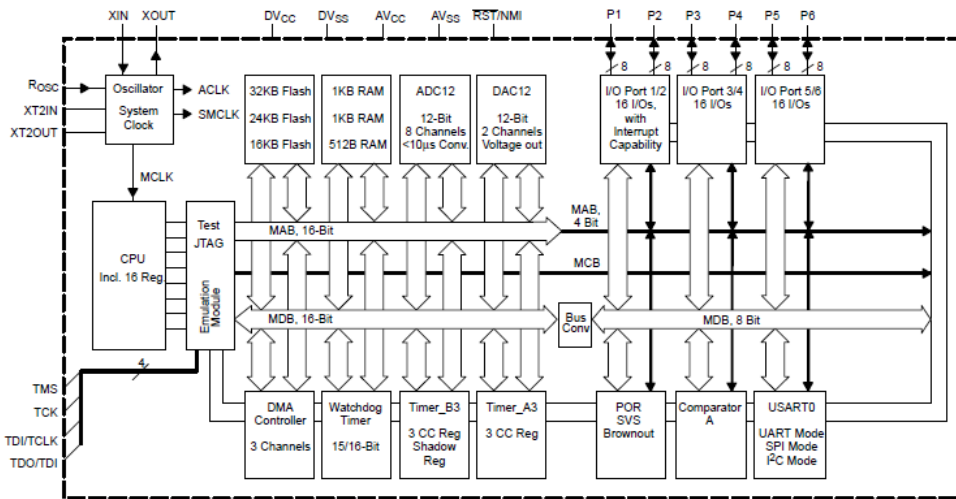
Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

**MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x
MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER**

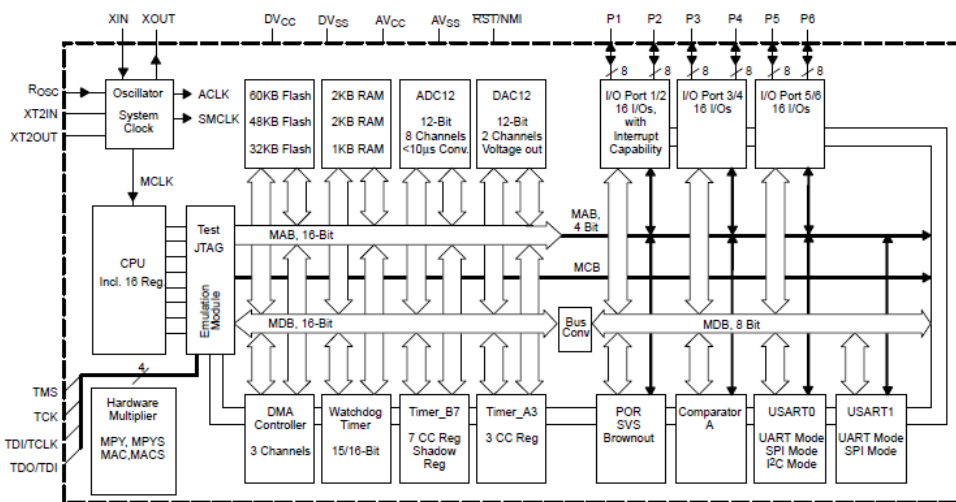
SLAS368D – OCTOBER 2002 – REVISED MARCH 2005

functional block diagrams

MSP430x15x



MSP430x16x



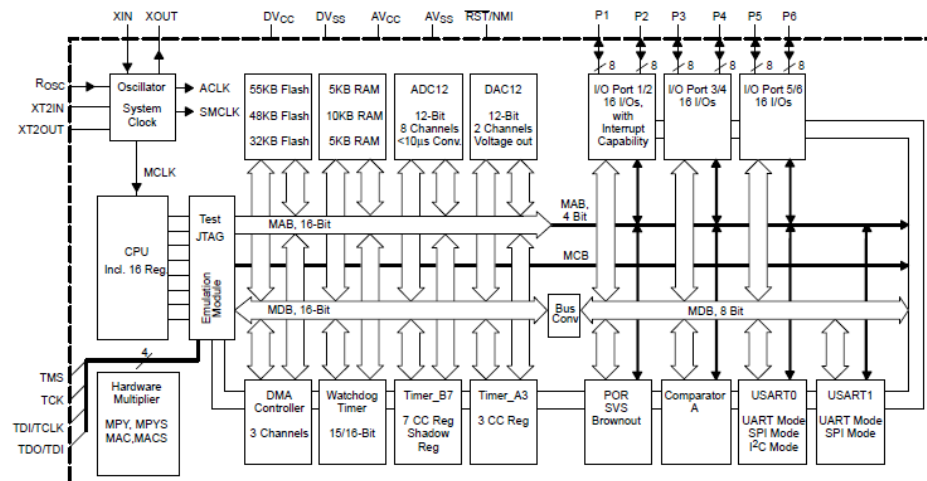
Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D—OCTOBER 2002—REVISED MARCH 2005

functional block diagrams (continued)

MSP430x161x



Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

Terminal Functions

TERMINAL NAME	NO.	I/O	DESCRIPTION
AV _{CC}	64		Analog supply voltage, positive terminal. Supplies only the analog portion of ADC12 and DAC12.
AV _{SS}	62		Analog supply voltage, negative terminal. Supplies only the analog portion of ADC12 and DAC12.
DV _{CC}	1		Digital supply voltage, positive terminal. Supplies all digital parts.
DV _{SS}	63		Digital supply voltage, negative terminal. Supplies all digital parts.
P1.0/TACLK	12	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, clock signal TACLK input
P1.1/TA0	13	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, capture: CCI0A input, compare: Out0 output/BSL transmit
P1.2/TA1	14	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, capture: CCI1A input, compare: Out1 output
P1.3/TA2	15	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, capture: CCI2A input, compare: Out2 output
P1.4/SMCLK	16	I/O	General-purpose digital I/O pin/SMCLK signal output
P1.5/TA0	17	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, compare: Out0 output
P1.6/TA1	18	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, compare: Out1 output
P1.7/TA2	19	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, compare: Out2 output
P2.0/ACLK	20	I/O	General-purpose digital I/O pin/ACLK output
P2.1/TAINCLK	21	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, clock signal at INCLK
P2.2/CAOUT/TA0	22	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, capture: CCI0B input/Comparator_A output/BSL receive
P2.3/CA0/TA1	23	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, compare: Out1 output/Comparator_A input
P2.4/CA1/TA2	24	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, compare: Out2 output/Comparator_A input
P2.5/Rosc	25	I/O	General-purpose digital I/O pin/input for external resistor defining the DCO nominal frequency
P2.6/ADC12CLK/DMAE0	26	I/O	General-purpose digital I/O pin/conversion clock – 12-bit ADC/DMA channel 0 external trigger
P2.7/TA0	27	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_A, compare: Out0 output
P3.0/STE0	28	I/O	General-purpose digital I/O pin/slave transmit enable – USART0/SPI mode
P3.1/SIMO0/SDA	29	I/O	General-purpose digital I/O pin/slave in/master out of USART0/SPI mode, I ² C data – USART0/I ² C mode
P3.2/SOMI0	30	I/O	General-purpose digital I/O pin/slave out/master in of USART0/SPI mode
P3.3/UCLK0/SCL	31	I/O	General-purpose digital I/O pin/external clock input – USART0/UART or SPI mode, clock output – USART0/SPI mode, I ² C clock – USART0/I ² C mode
P3.4/UTXD0	32	I/O	General-purpose digital I/O pin/transmit data out – USART0/UART mode
P3.5/URXD0	33	I/O	General-purpose digital I/O pin/receive data in – USART0/UART mode
P3.6/UTXD1†	34	I/O	General-purpose digital I/O pin/transmit data out – USART1/UART mode
P3.7/URXD1†	35	I/O	General-purpose digital I/O pin/receive data in – USART1/UART mode
P4.0/TB0	36	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI0A/B input, compare: Out0 output
P4.1/TB1	37	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI1A/B input, compare: Out1 output
P4.2/TB2	38	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI2A/B input, compare: Out2 output
P4.3/TB3†	39	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI3A/B input, compare: Out3 output
P4.4/TB4†	40	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI4A/B input, compare: Out4 output
P4.5/TB5†	41	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI5A/B input, compare: Out5 output
P4.6/TB6†	42	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, capture: CCI6A input, compare: Out6 output
P4.7/TBCLK	43	I/O	General-purpose digital I/O pin/Timer_B, clock signal TBCLK input
P5.0/STE1†	44	I/O	General-purpose digital I/O pin/slave transmit enable – USART1/SPI mode
P5.1/SIMO1†	45	I/O	General-purpose digital I/O pin/slave in/master out of USART1/SPI mode
P5.2/SOMI1†	46	I/O	General-purpose digital I/O pin/slave out/master in of USART1/SPI mode
P5.3/UCLK1†	47	I/O	General-purpose digital I/O pin/external clock input – USART1/UART or SPI mode, clock output – USART1/SPI mode

† 16x, 161x devices only



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

Terminal Functions (Continued)

TERMINAL NAME	NO.	I/O	DESCRIPTION
P5.4/MCLK	48	I/O	General-purpose digital I/O pin/main system clock MCLK output
P5.5/SMCLK	49	I/O	General-purpose digital I/O pin/submain system clock SMCLK output
P5.6/ACLK	50	I/O	General-purpose digital I/O pin/auxiliary clock ACLK output
P5.7/TBOUTH/ SVSOUT	51	I/O	General-purpose digital I/O pin/switch all PWM digital output ports to high impedance – Timer_B TB0 to TB6/SVS comparator output
P6.0/A0	59	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a0 – 12-bit ADC
P6.1/A1	60	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a1 – 12-bit ADC
P6.2/A2	61	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a2 – 12-bit ADC
P6.3/A3	2	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a3 – 12-bit ADC
P6.4/A4	3	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a4 – 12-bit ADC
P6.5/A5	4	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a5 – 12-bit ADC
P6.6/A6/DAC0	5	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a6 – 12-bit ADC/DAC12.0 output
P6.7/A7/DAC1/ SVSIN	6	I/O	General-purpose digital I/O pin/analog input a7 – 12-bit ADC/DAC12.1 output/SVS input
RST/NMI	58	I	Reset input, nonmaskable interrupt input port, or bootstrap loader start (in Flash devices).
TCK	57	I	Test clock. TCK is the clock input port for device programming test and bootstrap loader start
TDI/TCLK	55	I	Test data input or test clock input. The device protection fuse is connected to TDI/TCLK.
TDO/TDI	54	I/O	Test data output port. TDO/TDI data output or programming data input terminal
TMS	56	I	Test mode select. TMS is used as an input port for device programming and test.
V _{REF+}	10	I	Input for an external reference voltage
V _{REF+}	7	O	Output of positive terminal of the reference voltage in the ADC12
V _{REF-} /V _{REF-}	11	I	Negative terminal for the reference voltage for both sources, the internal reference voltage, or an external applied reference voltage
XIN	8	I	Input port for crystal oscillator XT1. Standard or watch crystals can be connected.
XOUT	9	O	Output terminal of crystal oscillator XT1
XT2IN	53	I	Input port for crystal oscillator XT2. Only standard crystals can be connected.
XT2OUT	52	O	Output terminal of crystal oscillator XT2
QFN Pad	NA	NA	QFN package pad connection to DV _{SS} recommended (RTD package only)

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

short-form description

CPU

The MSP430 CPU has a 16-bit RISC architecture that is highly transparent to the application. All operations, other than program-flow instructions, are performed as register operations in conjunction with seven addressing modes for source operand and four addressing modes for destination operand.

The CPU is integrated with 16 registers that provide reduced instruction execution time. The register-to-register operation execution time is one cycle of the CPU clock.

Four of the registers, R0 to R3, are dedicated as program counter, stack pointer, status register, and constant generator respectively. The remaining registers are general-purpose registers.

Peripherals are connected to the CPU using data, address, and control buses, and can be handled with all instructions.

instruction set

The instruction set consists of 51 instructions with three formats and seven address modes. Each instruction can operate on word and byte data. Table 1 shows examples of the three types of instruction formats; the address modes are listed in Table 2.

Program Counter	PC/R0
Stack Pointer	SP/R1
Status Register	SR/CG1/R2
Constant Generator	CG2/R3
General-Purpose Register	R4
General-Purpose Register	R5
General-Purpose Register	R6
General-Purpose Register	R7
General-Purpose Register	R8
General-Purpose Register	R9
General-Purpose Register	R10
General-Purpose Register	R11
General-Purpose Register	R12
General-Purpose Register	R13
General-Purpose Register	R14
General-Purpose Register	R15

Table 1. Instruction Word Formats

Dual operands, source-destination	e.g. ADD R4,R5	R4 + R5 ----> R5
Single operands, destination only	e.g. CALL R8	PC ---->(TOS), R8----> PC
Relative jump, un/conditional	e.g. JNE	Jump-on-equal bit = 0

Table 2. Address Mode Descriptions

ADDRESS MODE	S	D	SYNTAX	EXAMPLE	OPERATION
Register	●	●	MOV Rs,Rd	MOV R10,R11	R10 --> R11
Indexed	●	●	MOV X(Rn),Y(Rm)	MOV 2(R5),6(R6)	M(2+R5)----> M(6+R6)
Symbolic (PC relative)	●	●	MOV EDE,TONI		M(EDE) ----> M(TONI)
Absolute	●	●	MOV &MEM,&TCDAT		M(MEM) ----> M(TCDAT)
Indirect	●		MOV @Rn,Y(Rm)	MOV @R10,Tab(R6)	M(R10) ----> M(Tab+R6)
Indirect autoincrement	●		MOV @Rn+,Rm	MOV @R10+,R11	M(R10) ----> R11 R10 + 2----> R10
Immediate	●		MOV #X,TONI	MOV #45,TONI	#45 ----> M(TONI)

NOTE: S = source D = destination



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

operating modes

The MSP430 has one active mode and five software selectable low-power modes of operation. An interrupt event can wake up the device from any of the five low-power modes, service the request and restore back to the low-power mode on return from the interrupt program.

The following six operating modes can be configured by software:

- Active mode AM;
 - All clocks are active
- Low-power mode 0 (LPM0);
 - CPU is disabled
ACLK and SMCLK remain active. MCLK is disabled
- Low-power mode 1 (LPM1);
 - CPU is disabled
ACLK and SMCLK remain active. MCLK is disabled
DCO's dc-generator is disabled if DCO not used in active mode
- Low-power mode 2 (LPM2);
 - CPU is disabled
MCLK and SMCLK are disabled
DCO's dc-generator remains enabled
ACLK remains active
- Low-power mode 3 (LPM3);
 - CPU is disabled
MCLK and SMCLK are disabled
DCO's dc-generator is disabled
ACLK remains active
- Low-power mode 4 (LPM4);
 - CPU is disabled
ACLK is disabled
MCLK and SMCLK are disabled
DCO's dc-generator is disabled
Crystal oscillator is stopped

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

interrupt vector addresses

The interrupt vectors and the power-up starting address are located in the address range 0FFFFh – 0FFE0h. The vector contains the 16-bit address of the appropriate interrupt-handler instruction sequence.

INTERRUPT SOURCE	INTERRUPT FLAG	SYSTEM INTERRUPT	WORD ADDRESS	PRIORITY
Power-up External Reset Watchdog Flash memory	WDTIFG KEYV (see Note 1)	Reset	0FFFEh	15, highest
NMI Oscillator Fault Flash memory access violation	NMIIFG (see Notes 1 & 3) OFIFG (see Notes 1 & 3) ACCVIFG (see Notes 1 & 3)	(Non)maskable (Non)maskable (Non)maskable	0FFFCh	14
Timer_B7 (see Note 5)	TBCCR0 CCIFG (see Note 2)	Maskable	0FFFAh	13
Timer_B7 (see Note 5)	TBCCR1 to TBCCR6 CCIFGs, TBIFG (see Notes 1 & 2)	Maskable	0FFF8h	12
Comparator_A	CAIFG	Maskable	0FFF6h	11
Watchdog timer	WDTIFG	Maskable	0FFF4h	10
USART0 receive	URXIFG0	Maskable	0FFF2h	9
USART0 transmit I ² C transmit/receive/others	UTXIFG0 I2CIFG (see Note 4)	Maskable	0FFF0h	8
ADC12	ADC12IFG (see Notes 1 & 2)	Maskable	0FFEEh	7
Timer_A3	TACCR0 CCIFG (see Note 2)	Maskable	0FFEC h	6
Timer_A3	TACCR1 and TACCR2 CCIFGs, TAIFG (see Notes 1 & 2)	Maskable	0FFEAh	5
I/O port P1 (eight flags)	P1IFG.0 to P1IFG.7 (see Notes 1 & 2)	Maskable	0FFE8h	4
USART1 receive	URXIFG1	Maskable	0FFE6h	3
USART1 transmit	UTXIFG1	Maskable	0FFE4h	2
I/O port P2 (eight flags)	P2IFG.0 to P2IFG.7 (see Notes 1 & 2)	Maskable	0FFE2h	1
DAC12 DMA	DAC12_0IFG, DAC12_1IFG DMA0IFG, DMA1IFG, DMA2IFG (see Notes 1 & 2)	Maskable	0FFE0h	0, lowest

- NOTES: 1. Multiple source flags
 2. Interrupt flags are located in the module.
 3. (Non)maskable: the individual interrupt-enable bit can disable an interrupt event, but the general-interrupt enable cannot disable it.
 4. I²C interrupt flags located in the module
 5. Timer_B7 in MSP430x16x/161x family has 7 CCRs; Timer_B3 in MSP430x15x family has 3 CCRs; in Timer_B3 there are only interrupt flags TBCCR0, 1 and 2 CCIFGs and the interrupt-enable bits TBCCR0, 1 and 2 CCIEs.



Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D – OCTOBER 2002 – REVISED MARCH 2005

special function registers

Most interrupt and module-enable bits are collected in the lowest address space. Special-function register bits not allocated to a functional purpose are not physically present in the device. This arrangement provides simple software access.

interrupt enable 1 and 2

Address	7	6	5	4	3	2	1	0
0h	UTXIE0	URXIE0	ACCVIE	NMIE			OFIE	WDTIE
	rw-0	rw-0	rw-0	rw-0			rw-0	rw-0

WDTIE: Watchdog timer interrupt enable. Inactive if watchdog mode is selected. Active if watchdog timer is configured as general-purpose timer.

OFIE: Oscillator-fault-interrupt enable

NMIE: Nonmaskable-interrupt enable

ACCVIE: Flash memory access violation interrupt enable

URXIE0: USART0: UART and SPI receive-interrupt enable

UTXIE0: USART0: UART and SPI transmit-interrupt enable

Address	7	6	5	4	3	2	1	0
01h			UTXIE1	URXIE1				
			rw-0	rw-0				

URXIE1†: USART1: UART and SPI receive-interrupt enable

UTXIE1†: USART1: UART and SPI transmit-interrupt enable

† URXIE1 and UTXIE1 are not present in MSP430x15x devices.

interrupt flag register 1 and 2

Address	7	6	5	4	3	2	1	0
02h	UTXIFG0	URXIFG0		NMIIFG			OFIFG	WDTIFG
	rw-1	rw-0		rw-0			rw-1	rw-(0)

WDTIFG: Set on watchdog-timer overflow (in watchdog mode) or security key violation. Reset on V_{CC} power-on, or a reset condition at the RST/NMI pin in reset mode.

OFIFG: Flag set on oscillator fault

NMIIFG: Set via RST/NMI pin

URXIFG0: USART0: UART and SPI receive flag

UTXIFG0: USART0: UART and SPI transmit flag

Address	7	6	5	4	3	2	1	0
03h			UTXIFG1	URXIFG1				
			rw-1	rw-0				

URXIFG1‡: USART1: UART and SPI receive flag

UTXIFG1‡: USART1: UART and SPI transmit flag

‡ URXIFG1 and UTXIFG1 are not present in MSP430x15x devices.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

module enable registers 1 and 2

Address	7	6	5	4	3	2	1	0
04h	UTXE0	URXE0 USPIE0						
	rw-0	rw-0						

URXE0: USART0: UART mode receive enable

UTXE0: USART0: UART mode transmit enable

USPIE0: USART0: SPI mode transmit and receive enable

Address	7	6	5	4	3	2	1	0
05h			UTXE1	URXE1 USPIE1				
			rw-0	rw-0				

URXE1†: USART1: UART mode receive enable

UTXE1†: USART1: UART mode transmit enable

USPIE1†: USART1: SPI mode transmit and receive enable

† URXE1, UTXE1, and USPIE1 are not present in MSP430x15x devices.

Legend: rw: Bit Can Be Read and Written
 rw-0: Bit Can Be Read and Written. It Is Reset by PUC.
 SFR Bit Not Present in Device

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

memory organization (MSP430F15x)

		MSP430F155	MSP430F156	MSP430F157
Memory	Size	16KB	24KB	32KB
Main: interrupt vector	Flash	0FFFFh – 0FFE0h	0FFFFh – 0FFE0h	0FFFFh – 0FFE0h
Main: code memory	Flash	0FFFFh – 0C000h	0FFFFh – 0A000h	0FFFFh – 08000h
Information memory	Size	256 Byte	256 Byte	256 Byte
	Flash	010FFh – 01000h	010FFh – 01000h	010FFh – 01000h
Boot memory	Size	1KB	1KB	1KB
	ROM	0FFFh – 0C00h	0FFFh – 0C00h	0FFFh – 0C00h
RAM	Size	512B	1KB	1KB
		03FFh – 0200h	05FFh – 0200h	05FFh – 0200h
Peripherals	16-bit	01FFh – 0100h	01FFh – 0100h	01FFh – 0100h
	8-bit	0FFh – 010h	0FFh – 010h	0FFh – 010h
	8-bit SFR	0Fh – 00h	0Fh – 00h	0Fh – 00h

memory organization (MSP430F16x)

		MSP430F167	MSP430F168	MSP430F169
Memory	Size	32KB	48KB	60KB
Main: interrupt vector	Flash	0FFFFh – 0FFE0h	0FFFFh – 0FFE0h	0FFFFh – 0FFE0h
Main: code memory	Flash	0FFFFh – 08000h	0FFFFh – 04000h	0FFFFh – 01100h
Information memory	Size	256 Byte	256 Byte	256 Byte
	Flash	010FFh – 01000h	010FFh – 01000h	010FFh – 01000h
Boot memory	Size	1KB	1KB	1KB
	ROM	0FFFh – 0C00h	0FFFh – 0C00h	0FFFh – 0C00h
RAM	Size	1KB	2KB	2KB
		05FFh – 0200h	09FFh – 0200h	09FFh – 0200h
Peripherals	16-bit	01FFh – 0100h	01FFh – 0100h	01FFh – 0100h
	8-bit	0FFh – 010h	0FFh – 010h	0FFh – 010h
	8-bit SFR	0Fh – 00h	0Fh – 00h	0Fh – 00h

memory organization (MSP430F161x)

		MSP430F1610	MSP430F1611	MSP430F1612
Memory	Size	32KB	48KB	55KB
Main: interrupt vector	Flash	0FFFFh – 0FFE0h	0FFFFh – 0FFE0h	0FFFFh – 0FFE0h
Main: code memory	Flash	0FFFFh – 08000h	0FFFFh – 04000h	0FFFFh – 02500h
RAM (Total)	Size	5KB	10KB	5KB
		024FFh – 01100h	038FFh – 01100h	024FFh – 01100h
Extended	Size	3KB	8KB	3KB
		024FFh – 01900h	038FFh – 01900h	024FFh – 01900h
Mirrored	Size	2KB	2KB	2KB
		018FFh – 01100h	018FFh – 01100h	018FFh – 01100h
Information memory	Size	256 Byte	256 Byte	256 Byte
	Flash	010FFh – 01000h	010FFh – 01000h	010FFh – 01000h
Boot memory	Size	1KB	1KB	1KB
	ROM	0FFFh – 0C00h	0FFFh – 0C00h	0FFFh – 0C00h
RAM (mirrored at 018FFh - 01100h)	Size	2KB	2KB	2KB
		09FFh – 0200h	09FFh – 0200h	09FFh – 0200h
Peripherals	16-bit	01FFh – 0100h	01FFh – 0100h	01FFh – 0100h
	8-bit	0FFh – 010h	0FFh – 010h	0FFh – 010h
	8-bit SFR	0Fh – 00h	0Fh – 00h	0Fh – 00h



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

bootstrap loader (BSL)

The MSP430 bootstrap loader (BSL) enables users to program the flash memory or RAM using a UART serial interface. Access to the MSP430 memory via the BSL is protected by user-defined password. For complete description of the features of the BSL and its implementation, see the Application report *Features of the MSP430 Bootstrap Loader*, Literature Number SLAA089.

BSL Function	PM, RTD Package Pins
Data Transmit	13 - P1.1
Data Receive	22 - P2.2

flash memory

The flash memory can be programmed via the JTAG port, the bootstrap loader, or in-system by the CPU. The CPU can perform single-byte and single-word writes to the flash memory. Features of the flash memory include:

- Flash memory has n segments of main memory and two segments of information memory (A and B) of 128 bytes each. Each segment in main memory is 512 bytes in size.
- Segments 0 to n may be erased in one step, or each segment may be individually erased.
- Segments A and B can be erased individually, or as a group with segments 0–n. Segments A and B are also called *information memory*.
- New devices may have some bytes programmed in the information memory (needed for test during manufacturing). The user should perform an erase of the information memory prior to the first use.

MSP430F15x and MSP430F16x					MSP430F161x			Main Memory
16KB	24KB	32KB	48KB	60KB	32KB	48KB	55KB	
0FFFFh	0FFFFh	0FFFFh	0FFFFh	0FFFFh	0FFFFh	0FFFFh	0FFFFh	Segment 0 w/ Interrupt Vectors
0FE00h	0FE00h	0FE00h	0FE00h	0FE00h	0FE00h	0FE00h	0FE00h	
0FDFh	0FDFh	0FDFh	0FDFh	0FDFh	0FDFh	0FDFh	0FDFh	Segment 2
0FC00h	0FC00h	0FC00h	0FC00h	0FC00h	0FC00h	0FC00h	0FC00h	
0FBFFh	0FBFFh	0FBFFh	0FBFFh	0FBFFh	0FBFFh	0FBFFh	0FBFFh	Segment n-1
0FA00h	0FA00h	0FA00h	0FA00h	0FA00h	0FA00h	0FA00h	0FA00h	
0F9FFh	0F9FFh	0F9FFh	0F9FFh	0F9FFh	0F9FFh	0F9FFh	0F9FFh	RAM (*F161x only)
0C400h	0A400h	08400h	04400h	01400h	08400h	04400h	02800h	
0C3FFh	0A3FFh	083FFh	043FFh	013FFh	083FFh	043FFh	027FFh	Segment B
0C200h	0A200h	08200h	04200h	01200h	08200h	04200h	02600h	
0C1FFh	0A1FFh	081FFh	041FFh	011FFh	081FFh	041FFh	025FFh	
0C000h	0A000h	08000h	04000h	01000h	08000h	04000h	02500h	
					024FFh	038FFh	024FFh	
010FFh	010FFh	010FFh	010FFh	010FFh	01100h	01100h	01100h	
					010FFh	010FFh	010FFh	
01080h	01080h	01080h	01080h	01080h	01080h	01080h	01080h	
0107Fh	0107Fh	0107Fh	0107Fh	0107Fh	0107Fh	0107Fh	0107Fh	
01000h	01000h	01000h	01000h	01000h	01000h	01000h	01000h	

† MSP430F169 and MSP430F1612 flash segment n = 256 bytes.

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

peripherals

Peripherals are connected to the CPU through data, address, and control busses and can be handled using all instructions. For complete module descriptions, see the *MSP430x1xx Family User's Guide*, literature number SLAU049.

DMA controller

The DMA controller allows movement of data from one memory address to another without CPU intervention. For example, the DMA controller can be used to move data from the ADC12 conversion memory to RAM. Using the DMA controller can increase the throughput of peripheral modules. The DMA controller reduces system power consumption by allowing the CPU to remain in sleep mode without having to awaken to move data to or from a peripheral.

oscillator and system clock

The clock system in the MSP430x15x and MSP430x16x(x) family of devices is supported by the basic clock module that includes support for a 32768-Hz watch crystal oscillator, an internal digitally-controlled oscillator (DCO) and a high frequency crystal oscillator. The basic clock module is designed to meet the requirements of both low system cost and low-power consumption. The internal DCO provides a fast turn-on clock source and stabilizes in less than 6 μ s. The basic clock module provides the following clock signals:

- Auxiliary clock (ACLK), sourced from a 32768-Hz watch crystal or a high frequency crystal.
- Main clock (MCLK), the system clock used by the CPU.
- Sub-Main clock (SMCLK), the sub-system clock used by the peripheral modules.

brownout, supply voltage supervisor

The brownout circuit is implemented to provide the proper internal reset signal to the device during power on and power off. The supply voltage supervisor (SVS) circuitry detects if the supply voltage drops below a user selectable level and supports both supply voltage supervision (the device is automatically reset) and supply voltage monitoring (SVM, the device is not automatically reset).

The CPU begins code execution after the brownout circuit releases the device reset. However, V_{CC} may not have ramped to $V_{CC(min)}$ at that time. The user must insure the default DCO settings are not changed until V_{CC} reaches $V_{CC(min)}$. If desired, the SVS circuit can be used to determine when V_{CC} reaches $V_{CC(min)}$.

digital I/O

There are six 8-bit I/O ports implemented—ports P1 through P6:

- All individual I/O bits are independently programmable.
- Any combination of input, output, and interrupt conditions is possible.
- Edge-selectable interrupt input capability for all the eight bits of ports P1 and P2.
- Read/write access to port-control registers is supported by all instructions.

watchdog timer

The primary function of the watchdog timer (WDT) module is to perform a controlled system restart after a software problem occurs. If the selected time interval expires, a system reset is generated. If the watchdog function is not needed in an application, the module can be configured as an interval timer and can generate interrupts at selected time intervals.

hardware multiplier (MSP430x16x/161x Only)

The multiplication operation is supported by a dedicated peripheral module. The module performs 16×16 , 16×8 , 8×16 , and 8×8 bit operations. The module is capable of supporting signed and unsigned multiplication as well as signed and unsigned multiply and accumulate operations. The result of an operation can be accessed immediately after the operands have been loaded into the peripheral registers. No additional clock cycles are required.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D – OCTOBER 2002 – REVISED MARCH 2005

USART0

The MSP430x15x and the MSP430x16x(x) have one hardware universal synchronous/asynchronous receive transmit (USART0) peripheral module that is used for serial data communication. The USART supports synchronous SPI (3 or 4 pin), asynchronous UART and I2C communication protocols using double-buffered transmit and receive channels.

The I²C support is compliant with the Philips I²C specification version 2.1 and supports standard mode (up to 100 kbps) and fast mode (up to 400 kbps). In addition, 7-bit and 10-bit device addressing modes are supported, as well as master and slave modes. The USART0 also supports 16-bit-wide I²C data transfers and has two dedicated DMA channels to maximize bus throughput. Extensive interrupt capability is also given in the I²C mode.

USART1 (MSP430x16x/161x Only)

The MSP430x16x(x) devices have a second hardware universal synchronous/asynchronous receive transmit (USART1) peripheral module that is used for serial data communication. The USART supports synchronous SPI (3 or 4 pin) and asynchronous UART communication protocols, using double-buffered transmit and receive channels. With the exception of I2C support, operation of USART1 is identical to USART0.

timer_A3

Timer_A3 is a 16-bit timer/counter with three capture/compare registers. Timer_A3 can support multiple capture/compares, PWM outputs, and interval timing. Timer_A3 also has extensive interrupt capabilities. Interrupts may be generated from the counter on overflow conditions and from each of the capture/compare registers.

Timer_A3 Signal Connections					
Input Pin Number	Device Input Signal	Module Input Name	Module Block	Module Output Signal	Output Pin Number
12 - P1.0	TACLK	TACLK	Timer	NA	
	ACLK	ACLK			
	SMCLK	SMCLK			
21 - P2.1	TAINCLK	INCLK			
13 - P1.1	TA0	CCI0A	CCR0	TA0	13 - P1.1
22 - P2.2	TA0	CCI0B			17 - P1.5
	DV _{SS}	GND			27 - P2.7
	DV _{CC}	V _{CC}			
14 - P1.2	TA1	CCI1A	CCR1	TA1	14 - P1.2
	CAOUT (internal)	CCI1B			18 - P1.6
	DV _{SS}	GND			23 - P2.3
	DV _{CC}	V _{CC}			ADC12 (internal)
15 - P1.3	TA2	CCI2A	CCR2	TA2	15 - P1.3
	ACLK (internal)	CCI2B			19 - P1.7
	DV _{SS}	GND			24 - P2.4
	DV _{CC}	V _{CC}			

timer_B3 (MSP430x15x Only)

Timer_B3 is a 16-bit timer/counter with three capture/compare registers. Timer_B3 can support multiple capture/compares, PWM outputs, and interval timing. Timer_B3 also has extensive interrupt capabilities. Interrupts may be generated from the counter on overflow conditions and from each of the capture/compare registers.



Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D – OCTOBER 2002 – REVISED MARCH 2005

comparator_A

The primary function of the comparator_A module is to support precision slope analog-to-digital conversions, battery-voltage supervision, and monitoring of external analog signals.

ADC12

The ADC12 module supports fast, 12-bit analog-to-digital conversions. The module implements a 12-bit SAR core, sample select control, reference generator and a 16 word conversion-and-control buffer. The conversion-and-control buffer allows up to 16 independent ADC samples to be converted and stored without any CPU intervention.

DAC12

The DAC12 module is a 12-bit, R-ladder, voltage output DAC. The DAC12 may be used in 8- or 12-bit mode, and may be used in conjunction with the DMA controller. When multiple DAC12 modules are present, they may be grouped together for synchronous operation.

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

peripheral file map

PERIPHERAL FILE MAP			
DMA	DMA channel 2 transfer size	DMA2SZ	01F6h
	DMA channel 2 destination address	DMA2DA	01F4h
	DMA channel 2 source address	DMA2SA	01F2h
	DMA channel 2 control	DMA2CTL	01F0h
	DMA channel 1 transfer size	DMA1SZ	01EEh
	DMA channel 1 destination address	DMA1DA	01ECh
	DMA channel 1 source address	DMA1SA	01EAh
	DMA channel 1 control	DMA1CTL	01E8h
	DMA channel 0 transfer size	DMA0SZ	01E6h
	DMA channel 0 destination address	DMA0DA	01E4h
	DMA channel 0 source address	DMA0SA	01E2h
	DMA channel 0 control	DMA0CTL	01E0h
	DMA module control 1	DMACTL1	0124h
	DMA module control 0	DMACTL0	0122h
DAC12	DAC12_1 data	DAC12_1DAT	01CAh
	DAC12_1 control	DAC12_1CTL	01C2h
	DAC12_0 data	DAC12_0DAT	01C8h
	DAC12_0 control	DAC12_0CTL	01C0h
ADC12	Interrupt-vector-word register	ADC12IV	01A8h
	Interrupt-enable register	ADC12IE	01A6h
	Interrupt-flag register	ADC12IFG	01A4h
	Control register 1	ADC12CTL1	01A2h
	Control register 0	ADC12CTL0	01A0h
	Conversion memory 15	ADC12MEM15	015Eh
	Conversion memory 14	ADC12MEM14	015Ch
	Conversion memory 13	ADC12MEM13	015Ah
	Conversion memory 12	ADC12MEM12	0158h
	Conversion memory 11	ADC12MEM11	0156h
	Conversion memory 10	ADC12MEM10	0154h
	Conversion memory 9	ADC12MEM9	0152h
	Conversion memory 8	ADC12MEM8	0150h
	Conversion memory 7	ADC12MEM7	014Eh
	Conversion memory 6	ADC12MEM6	014Ch
	Conversion memory 5	ADC12MEM5	014Ah
	Conversion memory 4	ADC12MEM4	0148h
	Conversion memory 3	ADC12MEM3	0146h
	Conversion memory 2	ADC12MEM2	0144h
	Conversion memory 1	ADC12MEM1	0142h
Conversion memory 0	ADC12MEM0	0140h	

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x
MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

peripheral file map (continued)

PERIPHERAL FILE MAP (CONTINUED)			
ADC12 (continued)	ADC memory-control register15	ADC12MCTL15	08Fh
	ADC memory-control register14	ADC12MCTL14	08Eh
	ADC memory-control register13	ADC12MCTL13	08Dh
	ADC memory-control register12	ADC12MCTL12	08Ch
	ADC memory-control register11	ADC12MCTL11	08Bh
	ADC memory-control register10	ADC12MCTL10	08Ah
	ADC memory-control register9	ADC12MCTL9	089h
	ADC memory-control register8	ADC12MCTL8	088h
	ADC memory-control register7	ADC12MCTL7	087h
	ADC memory-control register6	ADC12MCTL6	086h
	ADC memory-control register5	ADC12MCTL5	085h
	ADC memory-control register4	ADC12MCTL4	084h
	ADC memory-control register3	ADC12MCTL3	083h
	ADC memory-control register2	ADC12MCTL2	082h
	ADC memory-control register1	ADC12MCTL1	081h
	ADC memory-control register0	ADC12MCTL0	080h
Timer_B7/ Timer_B3 (see Note 1)	Capture/compare register 6	TBCCR6	019Eh
	Capture/compare register 5	TBCCR5	019Ch
	Capture/compare register 4	TBCCR4	019Ah
	Capture/compare register 3	TBCCR3	0198h
	Capture/compare register 2	TBCCR2	0196h
	Capture/compare register 1	TBCCR1	0194h
	Capture/compare register 0	TBCCR0	0192h
	Timer_B register	TBR	0190h
	Capture/compare control 6	TBCCTL6	018Eh
	Capture/compare control 5	TBCCTL5	018Ch
	Capture/compare control 4	TBCCTL4	018Ah
	Capture/compare control 3	TBCCTL3	0188h
	Capture/compare control 2	TBCCTL2	0186h
	Capture/compare control 1	TBCCTL1	0184h
	Capture/compare control 0	TBCCTL0	0182h
	Timer_B control	TBCTL	0180h
Timer_B interrupt vector	TBIV	011Eh	
Timer_A3	Reserved		017Eh
	Reserved		017Ch
	Reserved		017Ah
	Reserved		0178h
	Capture/compare register 2	TACCR2	0176h
	Capture/compare register 1	TACCR1	0174h
	Capture/compare register 0	TACCR0	0172h
	Timer_A register	TAR	0170h
	Reserved		016Eh
	Reserved		016Ch
	Reserved		016Ah
Reserved		0168h	

NOTE 1: Timer_B7 in MSP430x16x/161x family has 7 CCRs, Timer_B3 in MSP430x15x family has 3 CCRs.

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

peripheral file map (continued)

PERIPHERAL FILE MAP (CONTINUED)			
Timer_A3 (continued)	Capture/compare control 2	TACCTL2	0166h
	Capture/compare control 1	TACCTL1	0164h
	Capture/compare control 0	TACCTL0	0162h
	Timer_A control	TACTL	0160h
	Timer_A interrupt vector	TAIV	012Eh
Hardware Multiplier (MSP430x16x and MSP430x161x only)	Sum extend	SUMEXT	013Eh
	Result high word	RESHI	013Ch
	Result low word	RESLO	013Ah
	Second operand	OP2	0138h
	Multiply signed +accumulate/operand1	MACS	0136h
	Multiply+accumulate/operand1	MAC	0134h
	Multiply signed/operand1	MPYS	0132h
Multiply unsigned/operand1	MPY	0130h	
Flash	Flash control 3	FCTL3	012Ch
	Flash control 2	FCTL2	012Ah
	Flash control 1	FCTL1	0128h
Watchdog	Watchdog Timer control	WDTCTL	0120h
USART1 (MSP430x16x and MSP430x161x only)	Transmit buffer	U1TXBUF	07Fh
	Receive buffer	U1RXBUF	07Eh
	Baud rate	U1BR1	07Dh
	Baud rate	U1BR0	07Ch
	Modulation control	U1MCTL	07Bh
	Receive control	U1RCTL	07Ah
	Transmit control	U1TCTL	079h
	USART control	U1CTL	078h
USART0 (UART or SPI mode)	Transmit buffer	U0TXBUF	077h
	Receive buffer	U0RXBUF	076h
	Baud rate	U0BR1	075h
	Baud rate	U0BR0	074h
	Modulation control	U0MCTL	073h
	Receive control	U0RCTL	072h
	Transmit control	U0TCTL	071h
USART control	U0CTL	070h	
USART0 (I2C mode)	I2C interrupt vector	I2CIV	011Ch
	I2C slave address	I2CSA	011Ah
	I2C own address	I2COA	0118h
	I2C data	I2CDR	076h
	I2C SCLL	I2CSCLL	075h
	I2C SCLH	I2CSCLH	074h
	I2C PSC	I2CPSC	073h
	I2C data control	I2CDCTL	072h
	I2C transfer control	I2CTCTL	071h
	USART control	U0CTL	070h
	I2C data count	I2CNDAT	052h
	I2C interrupt flag	I2CIFG	051h
	I2C interrupt enable	I2CIE	050h

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

peripheral file map (continued)

PERIPHERAL FILE MAP (CONTINUED)			
Comparator_A	Comparator_A port disable	CAPD	05Bh
	Comparator_A control2	CACTL2	05Ah
	Comparator_A control1	CACTL1	059h
Basic Clock	Basic clock system control2	BCSCTL2	058h
	Basic clock system control1	BCSCTL1	057h
	DCO clock frequency control	DCOCTL	056h
BrownOUT, SVS	SVS control register (reset by brownout signal)	SVSCTL	055h
Port P6	Port P6 selection	P6SEL	037h
	Port P6 direction	P6DIR	036h
	Port P6 output	P6OUT	035h
	Port P6 input	P6IN	034h
Port P5	Port P5 selection	P5SEL	033h
	Port P5 direction	P5DIR	032h
	Port P5 output	P5OUT	031h
	Port P5 input	P5IN	030h
Port P4	Port P4 selection	P4SEL	01Fh
	Port P4 direction	P4DIR	01Eh
	Port P4 output	P4OUT	01Dh
	Port P4 input	P4IN	01Ch
Port P3	Port P3 selection	P3SEL	01Bh
	Port P3 direction	P3DIR	01Ah
	Port P3 output	P3OUT	019h
	Port P3 input	P3IN	018h
Port P2	Port P2 selection	P2SEL	02Eh
	Port P2 interrupt enable	P2IE	02Dh
	Port P2 interrupt-edge select	P2IES	02Ch
	Port P2 interrupt flag	P2IFG	02Bh
	Port P2 direction	P2DIR	02Ah
	Port P2 output	P2OUT	029h
	Port P2 input	P2IN	028h
Port P1	Port P1 selection	P1SEL	026h
	Port P1 interrupt enable	P1IE	025h
	Port P1 interrupt-edge select	P1IES	024h
	Port P1 interrupt flag	P1IFG	023h
	Port P1 direction	P1DIR	022h
	Port P1 output	P1OUT	021h
	Port P1 input	P1IN	020h
Special Functions	SFR module enable 2	ME2	005h
	SFR module enable 1	ME1	004h
	SFR interrupt flag2	IFG2	003h
	SFR interrupt flag1	IFG1	002h
	SFR interrupt enable2	IE2	001h
	SFR interrupt enable1	IE1	000h



Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

**MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161x
MIXED SIGNAL MICROCONTROLLER**

SLAS368D– OCTOBER 2002– REVISED MARCH 2005

absolute maximum ratings over operating free-air temperature (unless otherwise noted)†

Voltage applied at V_{CC} to V_{SS}	-0.3 V to 4.1 V
Voltage applied to any pin (see Note)	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Diode current at any device terminal	± 2 mA
Storage temperature, T_{stg} : (unprogrammed device)	-55°C to 150°C
(programmed device)	-40°C to 85°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE: All voltages referenced to V_{SS} . The JTAG fuse-blow voltage, V_{FB} , is allowed to exceed the absolute maximum rating. The voltage is applied to the TDI/TCLK pin when blowing the JTAG fuse.

recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNITS
Supply voltage during program execution, V_{CC} ($AV_{CC} = DV_{CC} = V_{CC}$)	MSP430F15x/16x/161x	1.8		3.6	V
Supply voltage during flash memory programming, V_{CC} ($AV_{CC} = DV_{CC} = V_{CC}$)	MSP430F15x/16x/161x	2.7		3.6	V
Supply voltage during program execution, SVS enabled (see Note 1), V_{CC} ($AV_{CC} = DV_{CC} = V_{CC}$)	MSP430F15x/16x/161x	2		3.6	V
Supply voltage, V_{SS} ($AV_{SS} = DV_{SS} = V_{SS}$)		0		0	V
Operating free-air temperature range, T_A	MSP430F15x/16x/161x	-40		85	°C
LFXT1 crystal frequency, $f_{(LFXT1)}$ (see Notes 2 and 3)	LF selected, XTS=0	Watch crystal		32.768	kHz
	XT1 selected, XTS=1	Ceramic resonator		450	
	XT1 selected, XTS=1	Crystal		1000	
XT2 crystal frequency, $f_{(XT2)}$	Ceramic resonator		450	8000	kHz
	Crystal		1000	8000	
Processor frequency (signal MCLK), $f_{(System)}$	$V_{CC} = 1.8$ V		DC	4.15	MHz
	$V_{CC} = 3.6$ V		DC	8	

- NOTES: 1. The minimum operating supply voltage is defined according to the trip point where POR is going active by decreasing the supply voltage. POR is going inactive when the V_{CC} is raised above the minimum supply voltage plus the hysteresis of the SVS circuitry.
 2. In LF mode, the LFXT1 oscillator requires a watch crystal. A 5.1M Ω resistor from XOUT to V_{SS} is recommended when $V_{CC} < 2.5$ V. In XT1 mode, the LFXT1 and XT2 oscillators accept a ceramic resonator or crystal up to 4.15MHz at $V_{CC} \geq 2.2$ V. In XT1 mode, the LFXT1 and XT2 oscillators accept a ceramic resonator or crystal up to 8MHz at $V_{CC} \geq 2.8$ V.
 3. In LF mode, the LFXT1 oscillator requires a watch crystal. In XT1 mode, LFXT1 accepts a ceramic resonator or a crystal.

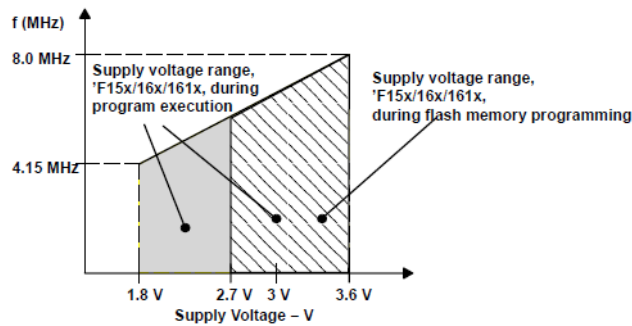


Figure 1. Frequency vs Supply Voltage, MSP430F15x/16x/161x



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75285

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

Instruction Set

Format-I (Double Operand) Instruction Cycles and Lengths

Table 3–16 lists the length and CPU cycles for all addressing modes of format-I instructions.

Table 3–16. Format 1 Instruction Cycles and Lengths

Addressing Mode	Addressing Mode		No. of Cycles	Length of Instruction	Example
	Src	Dst			
Rn	Rm		1	1	MOV R5, R8
	PC		2	1	BR R9
	x(Rm)		4	2	ADD R5, 4 (R6)
	EDE		4	2	XOR R8, EDE
	&EDE		4	2	MOV R5, &EDE
@Rn	Rm		2	1	AND @R4, R5
	PC		2	1	BR @R8
	x(Rm)		5	2	XOR @R5, 8 (R6)
	EDE		5	2	MOV @R5, EDE
	&EDE		5	2	XOR @R5, &EDE
@Rn+	Rm		2	1	ADD @R5+, R6
	PC		3	1	BR @R9+
	x(Rm)		5	2	XOR @R5, 8 (R6)
	EDE		5	2	MOV @R9+, EDE
	&EDE		5	2	MOV @R9+, &EDE
#N	Rm		2	2	MOV #20, R9
	PC		3	2	BR #2AEh
	x(Rm)		5	3	MOV #0300h, 0 (SP)
	EDE		5	3	ADD #33, EDE
	&EDE		5	3	ADD #33, &EDE
x(Rn)	Rm		3	2	MOV 2 (R5), R7
	PC		3	2	BR 2 (R6)
	TONI		6	3	MOV 4 (R7), TONI
	x(Rm)		6	3	ADD 4 (R4), 6 (R9)
	&TONI		6	3	MOV 2 (R4), &TONI
EDE	Rm		3	2	AND EDE, R6
	PC		3	2	BR EDE
	TONI		6	3	CMP EDE, TONI
	x(Rm)		6	3	MOV EDE, 0 (SP)
	&TONI		6	3	MOV EDE, &TONI
&EDE	Rm		3	2	MOV &EDE, R8
	PC		3	2	BRA &EDE
	TONI		6	3	MOV &EDE, TONI
	x(Rm)		6	3	MOV &EDE, 0 (SP)
	&TONI		6	3	MOV &EDE, &TONI

Ek-II Msp430f169 datasheet bilgileri (devam)

				<i>Instruction Set</i>			
Table 3-17. MSP430 Instruction Set							
Mnemonic		Description		V	N	Z	C
ADC (.B)†	dst	Add C to destination	dst + C → dst	*	*	*	*
ADD (.B)	src, dst	Add source to destination	src + dst → dst	*	*	*	*
ADDC (.B)	src, dst	Add source and C to destination	src + dst + C → dst	*	*	*	*
AND (.B)	src, dst	AND source and destination	src .and. dst → dst	0	*	*	*
BIC (.B)	src, dst	Clear bits in destination	.not.src .and. dst → dst	-	-	-	-
BIS (.B)	src, dst	Set bits in destination	src .or. dst → dst	-	-	-	-
BIT (.B)	src, dst	Test bits in destination	src .and. dst	0	*	*	*
BR†	dst	Branch to destination	dst → PC	-	-	-	-
CALL	dst	Call destination	PC+2 → stack, dst → PC	-	-	-	-
CLR (.B)†	dst	Clear destination	0 → dst	-	-	-	-
CLRC†		Clear C	0 → C	-	-	-	0
CLRN†		Clear N	0 → N	-	0	-	-
CLRZ†		Clear Z	0 → Z	-	-	0	-
CMP (.B)	src, dst	Compare source and destination	dst - src	*	*	*	*
DADC (.B)†	dst	Add C decimally to destination	dst + C → dst (decimally)	*	*	*	*
DADD (.B)	src, dst	Add source and C decimally to dst.	src + dst + C → dst (decimally)	*	*	*	*
DEC (.B)†	dst	Decrement destination	dst - 1 → dst	*	*	*	*
DECD (.B)†	dst	Double-decrement destination	dst - 2 → dst	*	*	*	*
DINT†		Disable interrupts	0 → GIE	-	-	-	-
EINT†		Enable interrupts	1 → GIE	-	-	-	-
INC (.B)†	dst	Increment destination	dst + 1 → dst	*	*	*	*
INCD (.B)†	dst	Double-increment destination	dst + 2 → dst	*	*	*	*
INV (.B)†	dst	Invert destination	.not.dst → dst	*	*	*	*
JC/JHS	label	Jump if C set/Jump if higher or same		-	-	-	-
JEQ/JZ	label	Jump if equal/Jump if Z set		-	-	-	-
JGE	label	Jump if greater or equal		-	-	-	-
JL	label	Jump if less		-	-	-	-
JMP	label	Jump	PC + 2 x offset → PC	-	-	-	-
JN	label	Jump if N set		-	-	-	-
JNC/JLO	label	Jump if C not set/Jump if lower		-	-	-	-
JNE/JNZ	label	Jump if not equal/Jump if Z not set		-	-	-	-
MOV (.B)	src, dst	Move source to destination	src → dst	-	-	-	-
NOF†		No operation		-	-	-	-
POP (.B)†	dst	Pop item from stack to destination	@SP → dst, SP+2 → SP	-	-	-	-
PUSH (.B)	src	Push source onto stack	SP - 2 → SP, src → @SP	-	-	-	-
RET†		Return from subroutine	@SP → PC, SP + 2 → SP	-	-	-	-
RETI		Return from interrupt		*	*	*	*
RLA (.B)†	dst	Rotate left arithmetically		*	*	*	*
RLC (.B)†	dst	Rotate left through C		*	*	*	*
RRA (.B)	dst	Rotate right arithmetically		0	*	*	*
RRC (.B)	dst	Rotate right through C		*	*	*	*
SBC (.B)†	dst	Subtract not(C) from destination	dst + 0FFFFh + C → dst	*	*	*	*
SETC†		Set C	1 → C	-	-	-	1
SETN†		Set N	1 → N	-	1	-	-
SETZ†		Set Z	1 → C	-	-	1	-
SUB (.B)	src, dst	Subtract source from destination	dst + .not.src + 1 → dst	*	*	*	*
SUBC (.B)	src, dst	Subtract source and not(C) from dst.	dst + .not.src + C → dst	*	*	*	*
SWPB	dst	Swap bytes		-	-	-	-
SXT	dst	Extend sign		0	*	*	*
TST (.B)†	dst	Test destination	dst + 0FFFFh + 1	0	*	*	1
XOR (.B)	src, dst	Exclusive OR source and destination	src .xor. dst → dst	*	*	*	*

† Emulated Instruction

Ek-III Mpx5050gp basınç sensörü datasheet bilgileri

Freescale Semiconductor
Technical Data

MPX5050
Rev 9, 05/2007

Integrated Silicon Pressure Sensor On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated

The MPX5050/MPXV5050G series piezoresistive transducer is a state-of-the-art monolithic silicon pressure sensor designed for a wide range of applications, but particularly those employing a microcontroller or microprocessor with A/D inputs. This patented, single element transducer combines advanced micromachining techniques, thin-film metallization, and bipolar processing to provide an accurate, high level analog output signal that is proportional to the applied pressure.

Features

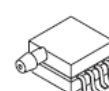
- 2.5% Maximum Error over 0° to 85°C
- Ideally suited for Microprocessor or Microcontroller-Based Systems
- Temperature Compensated Over -40° to +125°C
- Patented Silicon Shear Stress Strain Gauge
- Durable Epoxy Unibody Element
- Easy-to-Use Chip Carrier Option

ORDERING INFORMATION					
Device Type	Options	Case No.	MPX Series Order No.	Packing Options	Device Marking
SMALL OUTLINE PACKAGE (MPXV5050G SERIES)					
Ported Element	Side Port	1369	MPXV5050GP	Trays	MPXV5050G
	Dual Port	1351	MPXV5050DP	Trays	MPXV5050G
	Axial Port	482A	MPXV5050GC6U	Trays	MPXV5050G
		482A	MPXV5050GC6T1	Tape & Reel	MPXV5050G
UNIBODY PACKAGE (MPX5050 SERIES)					
Basic Element	Differential	867	MPX5050D	—	MPX5050D
Ported Element	Differential Dual Ports	867C	MPX5050DP	—	MPX5050DP
	Gauge	867B	MPX5050GP	—	MPX5050GP

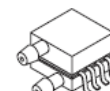
MPX5050 MPXV5050G SERIES

INTEGRATED
PRESSURE SENSOR
0 to 50 kPa (0 to 7.25 psi)
0.2 to 4.7 V Output

SMALL OUTLINE PACKAGE SURFACE MOUNT



MPXV5050GP
CASE 1369-01



MPXV5050DP
CASE 1351-01



MPXV5050GC6U
CASE 482A-01

SMALL OUTLINE PACKAGE PIN NUMBERS⁽¹⁾

1	N/C	5	N/C
2	V _S	6	N/C
3	Gnd	7	N/C
4	V _{out}	8	N/C

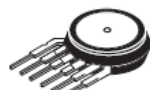
1. Pins 1, 5, 6, 7, and 8 are internal device connections. Do not connect to external circuitry or ground. Pin 1 is noted by the notch in the lead.

UNIBODY PACKAGE PIN NUMBERS⁽¹⁾

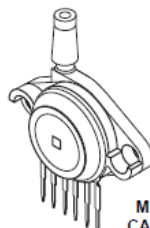
1	V _{out}	4	N/C
2	Gnd	5	N/C
3	V _S	6	N/C

1. Pins 4, 5, and 6 are internal device connections. Do not connect to external circuitry or ground. Pin 1 is noted by the notch in the lead.

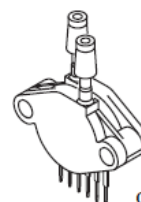
UNIBODY PACKAGES



MPX5050D
CASE 867-08



MPX5050GP
CASE 867B-04



MPX5050DP
CASE 867C-05

Ek-III Mpx5050gp basınç sensörü datasheet bilgileri (devam)

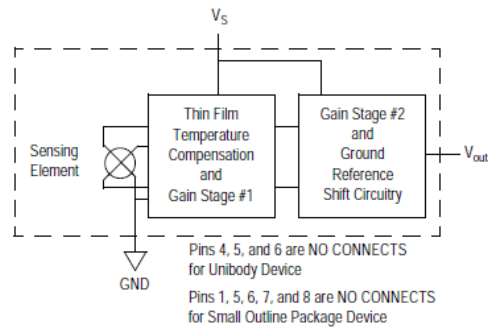


Figure 1. Fully Integrated Pressure Sensor Schematic

Table 1. Maximum Ratings⁽¹⁾

Rating	Symbol	Value	Unit
Maximum Pressure ($P_1 > P_2$)	P_{max}	200	kPa
Storage Temperature	T_{stg}	-40° to +125°	°C
Operating Temperature	T_A	-40° to +125°	°C

1. Exposure beyond the specified limits may cause permanent damage or degradation to the device.

Ek-III Mpx5050gp basınç sensörü datasheet bilgileri (devam)

Table 2. . Operating Characteristics ($V_S = 5.0$ Vdc, $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted, $P_1 > P_2$. Decoupling circuit shown in Figure 4 required to meet electrical specifications.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Pressure Range ⁽¹⁾	P_{OP}	0	—	50	kPa
Supply Voltage ⁽²⁾	V_S	4.75	5.0	5.25	Vdc
Supply Current	I_o	—	7.0	10	mAdc
Minimum Pressure Offset ⁽³⁾ @ $V_S = 5.0$ Volts	V_{off}	0.088	0.2	0.313	Vdc
Full Scale Output ⁽⁴⁾ @ $V_S = 5.0$ Volts	V_{FSO}	4.587	4.7	4.813	Vdc
Full Scale Span ⁽⁵⁾ @ $V_S = 5.0$ Volts	V_{FSS}	—	4.5	—	Vdc
Accuracy ⁽⁶⁾	—	—	—	±2.5	% V_{FSS}
Sensitivity	V/P	—	90	—	mV/kPa
Response Time ⁽⁷⁾	t_R	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output	I_{o+}	—	0.1	—	mAdc
Warm-Up Time ⁽⁸⁾	—	—	20	—	ms
Offset Stability ⁽⁹⁾	—	—	±0.5	—	% V_{FSS}

1. 1.0 kPa (kiloPascal) equals 0.145 psi.
2. Device is ratiometric within this specified excitation range.
3. Offset (V_{off}) is defined as the output voltage at the minimum rated pressure.
4. Full Scale Output (V_{FSO}) is defined as the output voltage at the maximum or full rated pressure.
5. Full Scale Span (V_{FSS}) is defined as the algebraic difference between the output voltage at full rated pressure and the output voltage at the minimum rated pressure.
6. Accuracy (error budget) consists of the following:
 - Linearity: Output deviation from a straight line relationship with pressure over the specified pressure range.
 - Temperature Hysteresis: Output deviation at any temperature within the operating temperature range, after the temperature is cycled to and from the minimum or maximum operating temperature points, with zero differential pressure applied.
 - Pressure Hysteresis: Output deviation at any pressure within the specified range, when this pressure is cycled to and from the minimum or maximum rated pressure at 25°C .
 - TcSpan: Output deviation over the temperature range of 0° to 85°C , relative to 25°C .
 - TcOffset: Output deviation with minimum pressure applied, over the temperature range of 0° to 85°C , relative to 25°C .
 - Variation from Nominal: The variation from nominal values, for Offset or Full Scale Span, as a percent of V_{FSS} at 25°C .
7. Response Time is defined as the time for the incremental change in the output to go from 10% to 90% of its final value when subjected to a specified step change in pressure.
8. Warm-up Time is defined as the time required for the product to meet the specified output voltage after the Pressure has been stabilized.
9. Offset Stability is the product's output deviation when subjected to 1000 hours of Pulsed Pressure, Temperature Cycling with Bias Test.

MPX5050

Ek-IV Tmp100 sıcaklık sensörü datasheet bilgileri



TMP100 TMP101



SBOS231G – JANUARY 2002 – REVISED NOVEMBER 2007

Digital Temperature Sensor with I²C™ Interface

FEATURES

- DIGITAL OUTPUT: I²C Serial 2-Wire
- RESOLUTION: 9- to 12-Bits, User-Selectable
- ACCURACY:
±2.0°C from -25°C to +85°C (max)
±3.0°C from -55°C to +125°C (max)
- LOW QUIESCENT CURRENT:
45µA, 0.1µA Standby
- WIDE SUPPLY RANGE: 2.7V to 5.5V
- TINY SOT23-6 PACKAGE

APPLICATIONS

- POWER-SUPPLY TEMPERATURE MONITORING
- COMPUTER PERIPHERAL THERMAL PROTECTION
- NOTEBOOK COMPUTERS
- CELL PHONES
- BATTERY MANAGEMENT
- OFFICE MACHINES
- THERMOSTAT CONTROLS
- ENVIRONMENTAL MONITORING AND HVAC
- ELECTROMECHANICAL DEVICE TEMPERATURE

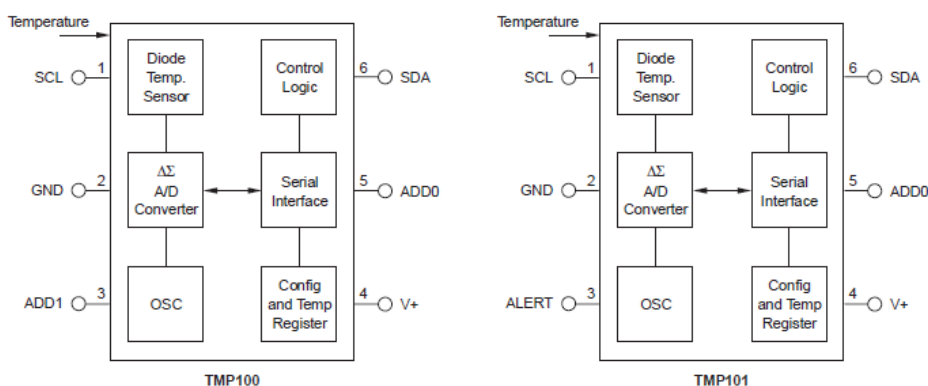
DESCRIPTION

The TMP100 and TMP101 are two-wire, serial output temperature sensors available in SOT23-6 packages. Requiring no external components, the TMP100 and TMP101 are capable of reading temperatures with a resolution of 0.0625°C.

The TMP100 and TMP101 feature SMBus and I²C interface compatibility, with the TMP100 allowing up to eight devices on one bus. The TMP101 offers SMBus alert function with up to three devices per bus.

The TMP100 and TMP101 are ideal for extended temperature measurement in a variety of communication, computer, consumer, environmental, industrial, and instrumentation applications.

The TMP100 and TMP101 are specified for operation over a temperature range of -55°C to +125°C.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

I²C is a trademark of NXP Semiconductors. All other trademarks are the property of their respective owners.

PRODUCTION DATA Information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**
www.ti.com

Copyright © 2002–2007, Texas Instruments Incorporated

Ek-IV Tmp100 sıcaklık sensörü datasheet bilgileri (devam)

TMP100 TMP101



SBOS231G – JANUARY 2002 – REVISED NOVEMBER 2007

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS(1)

Power Supply, V+	7.5V
Input Voltage(2)	-0.5V to 7.5V
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C
Storage Temperature Range	-60°C to +150°C
Junction Temperature (T _J max)	+150°C
ESD Rating, Human Body Model	2000V
Machine Model	200V

(1) Stresses above these ratings may cause permanent damage. Exposure to absolute maximum conditions for extended periods may degrade device reliability. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those specified is not supported.

(2) Input voltage rating applies to all TMP100 and TMP101 input voltages.



This integrated circuit can be damaged by ESD. Texas Instruments recommends that all integrated circuits be handled with appropriate precautions. Failure to observe proper handling and installation procedures can cause damage.

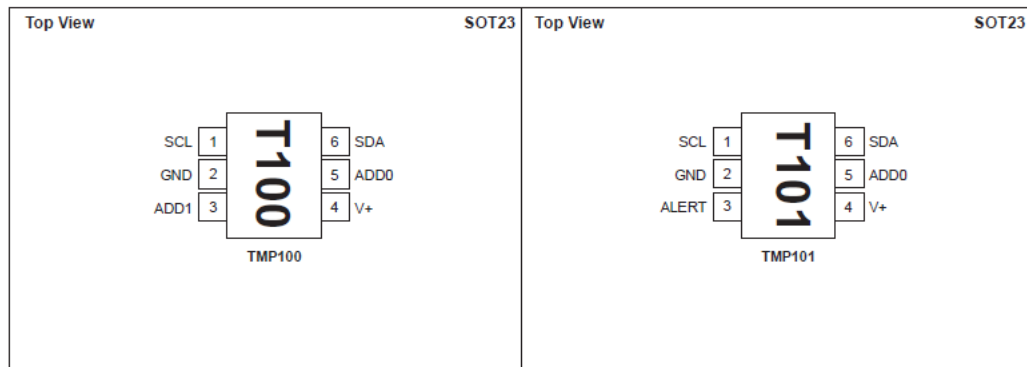
ESD damage can range from subtle performance degradation to complete device failure. Precision integrated circuits may be more susceptible to damage because very small parametric changes could cause the device not to meet its published specifications.

ORDERING INFORMATION(1)

PRODUCT	PACKAGE-LEAD	PACKAGE DESIGNATOR	PACKAGE MARKING
TMP100	SOT23-6	DBV	T100
TMP101	SOT23-6	DBV	T101

(1) For the most current package and ordering information, see the Package Option Addendum at the end of this document, or see the TI web site at www.ti.com.

PIN CONFIGURATION



Ek-IV Tmp100 sıcaklık sensörü datasheet bilgileri (devam)



TMP100
TMP101

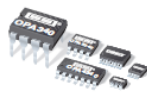
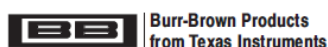
SBOS231G – JANUARY 2002 – REVISED NOVEMBER 2007

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

At $T_A = -55^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$ and $V_+ = 2.7\text{V}$ to 5.5V , unless otherwise noted.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TMP100, TMP101			UNIT
		MIN	TYP	MAX	
TEMPERATURE INPUT					
Range		-55		+125	$^{\circ}\text{C}$
Accuracy (temperature error)	-25°C to $+85^{\circ}\text{C}$		± 0.5	± 2.0	$^{\circ}\text{C}$
	-55°C to $+125^{\circ}\text{C}$		± 1.0	± 3.0	$^{\circ}\text{C}$
Resolution	Selectable		± 0.0625		$^{\circ}\text{C}$
DIGITAL INPUT/OUTPUT					
Input Logic Levels:					
V_{IH}		0.7(V+)		6.0	V
V_{IL}		-0.5		0.3(V+)	V
Input Current, I_{IN}	$0\text{V} \leq V_{IN} \leq 6\text{V}$			1	μA
Output Logic Levels:					
V_{OL} SDA	$I_{OL} = 3\text{mA}$	0	0.15	0.4	V
V_{OL} ALERT	$I_{OL} = 4\text{mA}$	0	0.15	0.4	V
Resolution	Selectable		9 to 12		Bits
Conversion Time	9-Bit		40	75	ms
	10-Bit		80	150	ms
	11-Bit		160	300	ms
	12-Bit		320	600	ms
Conversion Rate	9-Bit		25		s/s
	10-Bit		12		s/s
	11-Bit		6		s/s
	12-Bit		3		s/s
POWER SUPPLY					
Operating Range		2.7		5.5	V
Quiescent Current	I_Q				μA
	Serial Bus Inactive		45	75	μA
	Serial Bus Active, SCL Frequency = 400kHz		70		μA
	Serial Bus Active, SCL Frequency = 3.4MHz		150		μA
Shutdown Current	I_{SD}				μA
	Serial Bus Inactive		0.1	1	μA
	Serial Bus Active, SCL Frequency = 400kHz		20		μA
	Serial Bus Active, SCL Frequency = 3.4MHz		100		μA
TEMPERATURE RANGE					
Specified Range		-55		+125	$^{\circ}\text{C}$
Storage Range		-60		+150	$^{\circ}\text{C}$
Thermal Resistance	θ_{JA}		200		$^{\circ}\text{C/W}$
	SOT23-6 Surface-Mount				

Ek-V Opa2340 datasheet bilgileri



OPA340
OPA2340
OPA4340

SBOS073B–SEPTEMBER 1997–REVISED NOVEMBER 2007

SINGLE-SUPPLY, RAIL-TO-RAIL OPERATIONAL AMPLIFIERS

MicroAmplifier™ Series

FEATURES

- RAIL-TO-RAIL INPUT
- RAIL-TO-RAIL OUTPUT (within 1mV)
- *Micro*SIZE PACKAGES
- WIDE BANDWIDTH: 5.5MHz
- HIGH SLEW RATE: 6V/μs
- LOW THD+NOISE: 0.0007% (f = 1kHz)
- LOW QUIESCENT CURRENT: 750μA/channel
- SINGLE, DUAL, AND QUAD VERSIONS

APPLICATIONS

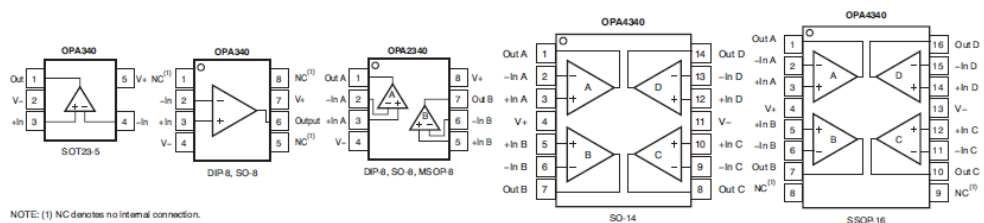
- DRIVING A/D CONVERTERS
- PCMCIA CARDS
- DATA ACQUISITION
- PROCESS CONTROL
- AUDIO PROCESSING
- COMMUNICATIONS
- ACTIVE FILTERS
- TEST EQUIPMENT

DESCRIPTION

OPA340 series rail-to-rail CMOS operational amplifiers are optimized for low-voltage, single-supply operation. Rail-to-rail input/output and high-speed operation make them ideal for driving sampling analog-to-digital (A/D) converters. They are also well-suited for general purpose and audio applications as well as providing I/V conversion at the output of digital-to-analog (D/A) converters. Single, dual, and quad versions have identical specifications for design flexibility.

The OPA340 series operate on a single supply as low as 2.5V with an input common-mode voltage range that extends 500mV below ground and 500mV above the positive supply. Output voltage swing is to within 1mV of the supply rails with a 100kΩ load. They offer excellent dynamic response (BW = 5.5MHz, SR = 6V/μs), yet quiescent current is only 750μA. Dual and quad designs feature completely independent circuitry for lowest crosstalk and freedom from interaction.

The single (OPA340) packages are the tiny 5-lead SOT23-5 surface mount, SO-8 surface mount, and DIP-8. The dual (OPA2340) comes in the miniature MSOP-8 surface mount, SO-8 surface mount, and DIP-8 packages. The quad (OPA4340) packages are the space-saving SSOP-16 surface mount and SO-14 surface mount. All are specified from –40°C to +85°C and operate from –55°C to +125°C. A SPICE macromodel is available for design analysis.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet. MicroAmplifier is a trademark of Texas Instruments, Inc. All other trademarks are the property of their respective owners.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 1997–2007, Texas Instruments Incorporated

Ek-V Opa2340 datasheet bilgileri (devam)

OPA340
OPA2340
OPA4340

SBOS073B–SEPTEMBER 1997–REVISED NOVEMBER 2007



This integrated circuit can be damaged by ESD. Texas Instruments recommends that all integrated circuits be handled with appropriate precautions. Failure to observe proper handling and installation procedures can cause damage.

ESD damage can range from subtle performance degradation to complete device failure. Precision integrated circuits may be more susceptible to damage because very small parametric changes could cause the device not to meet its published specifications.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS⁽¹⁾

	VALUE	UNIT
Supply Voltage	5.5	V
Signal Input Terminals		
Voltage ⁽²⁾	(V ₋) – 0.5 to (V ₊) + 0.5	V
Current ⁽²⁾	10	mA
Output Short-Circuit ⁽³⁾	Continuous	
Operating Temperature	–55 to +125	°C
Storage Temperature	–55 to +125	°C
Junction Temperature	+150	°C

- (1) Stresses above these ratings may cause permanent damage. Exposure to absolute maximum conditions for extended periods may degrade device reliability. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those specified is not implied.
- (2) Input terminals are diode-clamped to the power-supply rails. Input signals that can swing more than 0.5V beyond the supply rails should be current limited to 10mA or less.
- (3) Short-circuit to ground, one amplifier per package.

PACKAGE/ORDERING INFORMATION⁽¹⁾

PRODUCT	PACKAGE-LEAD	PACKAGE DESIGNATOR	SPECIFIED TEMPERATURE RANGE	PACKAGE MARKING	ORDERING NUMBER ⁽²⁾	TRANSPORT MEDIA, QUANTITY
Single						
OPA340NA	5-Lead SOT-23-5	DBV	–40°C to +85°C	A40	OPA340NA/250 OPA340NA/3K	Tape and Reel
OPA340PA	8-Pin DIP	P	–40°C to +85°C	OPA340PA	OPA340PA OPA340UA	Rails
OPA340UA	SO-8 Surface-Mount	D	–40°C to +85°C	OPA340UA	OPA340UA/2K5	Rails ⁽³⁾
Dual						
OPA2340EA	MSOP-8 Surface-Mount	DGK	–40°C to +85°C	A40A	OPA2340EA/250 OPA2340EA/2K5	Tape and Reel
OPA2340PA	8-Pin DIP	P	–40°C to +85°C	OPA2340PA	OPA2340PA OPA2340UA	Rails
OPA2340UA	SO-8 Surface-Mount	D	–40°C to +85°C	OPA2340UA	OPA2340UA	Rails ⁽³⁾
Quad						
OPA4340EA	SSOP-16 Surface-Mount	DBQ	–40°C to +85°C	OPA4340EA	OPA4340EA/250 OPA4340EA/2K5	Tape and Reel
OPA4340UA	SO-14 Surface Mount	D	–40°C to +85°C	OPA4340UA	OPA4340UA OPA4340UA/2K5	Rails ⁽³⁾

- (1) For the most current package and ordering information see the Package Option Addendum at the end of this document, or see the TI web site at www.ti.com.
- (2) Models with /250, /2500, and /3K are available only in tape and reel in the quantities indicated (e.g., /250 indicates 250 devices per reel). Ordering 3000 pieces of OPA340NA/3K will get a single 3000 piece tape and reel.
- (3) SO-8 and SO-14 models also available in tape and reel.

Ek-V Opa2340 datasheet bilgileri (devam)



OPA340
OPA2340
OPA4340

SBOS073B–SEPTEMBER 1997–REVISED NOVEMBER 2007

ELECTRICAL CHARACTERISTICS: $V_S = 2.7V$ to $5V$

BOLDFACE limits apply over the specified temperature range, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$. $V_S = 5V$.

At $T_A = +25^\circ\text{C}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ connected to $V_S/2$, and $V_{OUT} = V_S/2$, unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITIONS	OPA340NA, PA, UA OPA2340EA, PA, UA OPA4340EA, UA			UNIT
		MIN	TYP ⁽¹⁾	MAX	
OFFSET VOLTAGE					
Input Offset Voltage	V_{OS} $V_S = 5V$		± 150	± 500	μV
vs Temperature	dV_{OS}/dT		± 2.5		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
vs Power Supply	PSRR	$V_S = 2.7V$ to $5.5V$, $V_{CM} = 0V$	30	120	$\mu\text{V}/V$
Over Temperature		$V_S = 2.7V$ to $5.5V$, $V_{CM} = 0V$		120	$\mu\text{V}/V$
Channel Separation, dc			0.2		$\mu\text{V}/V$
INPUT BIAS CURRENT					
Input Bias Current	I_B		± 0.2	± 10	pA
Over Temperature				± 60	pA
Input Offset Current	I_{OS}		± 0.2	± 10	pA
NOISE					
Input Voltage Noise, $f = 0.1\text{kHz}$ to 50kHz			8		μVrms
Input Voltage Noise Density, $f = 1\text{kHz}$	e_n		25		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
Current Noise Density, $f = 1\text{kHz}$	i_n		3		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
INPUT VOLTAGE RANGE					
Common-Mode Voltage Range	V_{CM}		-0.3	$(V+) + 0.3$	V
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	$-0.3V < V_{CM} < (V+) - 1.8V$	80	92	dB
		$V_S = 5V$, $-0.3V < V_{CM} < 5.3V$	70	84	dB
		$V_S = 2.7V$, $-0.3V < V_{CM} < 3V$	66	80	dB
INPUT IMPEDANCE					
Differential			$10^{13} \parallel 3$		$\Omega \parallel \text{pF}$
Common-Mode			$10^{13} \parallel 6$		$\Omega \parallel \text{pF}$
OPEN-LOOP GAIN					
Open-Loop Voltage Gain	A_{OL}	$R_L = 100\text{k}\Omega$, $5\text{mV} < V_O < (V+) - 5\text{mV}$	106	124	dB
Over Temperature		$R_L = 100\text{k}\Omega$, $5\text{mV} < V_O < (V+) - 5\text{mV}$	106		dB
		$R_L = 10\text{k}\Omega$, $5\text{mV} < V_O < (V+) - 50\text{mV}$	100	120	dB
Over Temperature		$R_L = 10\text{k}\Omega$, $5\text{mV} < V_O < (V+) - 50\text{mV}$	100		dB
		$R_L = 2\text{k}\Omega$, $200\text{mV} < V_O < (V+) - 200\text{mV}$	94	114	dB
Over Temperature		$R_L = 2\text{k}\Omega$, $200\text{mV} < V_O < (V+) - 200\text{mV}$	94		dB
FREQUENCY RESPONSE					
Gain-Bandwidth Product	GBW	$G = 1$		5.5	MHz
Slew Rate	SR	$V_S = 5V$, $G = 1$, $C_L = 100\text{pF}$		6	$\text{V}/\mu\text{s}$
Settling Time, 0.1%		$V_S = 5V$, $2V$ Step, $C_L = 100\text{pF}$		1	μs
Settling Time, 0.01%		$V_S = 5V$, $2V$ Step, $C_L = 100\text{pF}$		1.6	μs
Overload Recovery Time		$V_{IN} \cdot G = V_S$		0.2	μs
Total Harmonic Distortion + Noise	THD+N	$V_S = 5V$, $V_O = 3V_{pp}$ ⁽²⁾ , $G = 1$, $f = 1\text{kHz}$		0.0007	%

(1) $V_S = +5V$.

(2) $V_{OUT} = 0.25V$ to $3.25V$.

Ek-V Opa2340 datasheet bilgileri (devam)

OPA340
OPA2340
OPA4340



SBOS073B–SEPTEMBER 1997–REVISED NOVEMBER 2007

ELECTRICAL CHARACTERISTICS: $V_S = 2.7V$ to $5V$ (continued)

BOLDFACE limits apply over the specified temperature range, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$. $V_S = 5V$.

At $T_A = +25^\circ\text{C}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ connected to $V_S/2$, and $V_{OUT} = V_S/2$, unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITIONS	OPA340NA, PA, UA OPA2340EA, PA, UA OPA4340EA, UA			UNIT
		MIN	TYP ⁽¹⁾	MAX	
OUTPUT					
Voltage Output Swing from Rail ⁽⁴⁾	$R_L = 100\text{k}\Omega$, $A_{OL} \geq 106\text{dB}$		1	5	mV
Over Temperature	$R_L = 100\text{k}\Omega$, $A_{OL} \geq 106\text{dB}$			5	mV
Over Temperature	$R_L = 10\text{k}\Omega$, $A_{OL} \geq 100\text{dB}$		10	50	mV
Over Temperature	$R_L = 10\text{k}\Omega$, $A_{OL} \geq 100\text{dB}$			50	mV
Over Temperature	$R_L = 2\text{k}\Omega$, $A_{OL} \geq 94\text{dB}$		40	200	mV
Over Temperature	$R_L = 2\text{k}\Omega$, $A_{OL} \geq 94\text{dB}$			200	mV
Short-Circuit Current	I_{SC}		± 50		mA
Capacitive Load Drive	C_{LOAD}	See Typical Characteristics			
POWER SUPPLY					
Specified Voltage Range	V_S	2.7		5	V
Operating Voltage Range			2.5 to 5.5		V
Quiescent Current (per amplifier)	I_Q		750	950	μA
Over Temperature				1100	μA
TEMPERATURE RANGE					
Specified Range		-40		+85	$^\circ\text{C}$
Operating Range		-55		+125	$^\circ\text{C}$
Storage Range		-55		+125	$^\circ\text{C}$
Thermal Resistance	θ_{JA}				$^\circ\text{C}/\text{W}$
SOT23-5 Surface Mount			200		$^\circ\text{C}/\text{W}$
MSOP-8 Surface Mount			150		$^\circ\text{C}/\text{W}$
SO-8 Surface Mount			150		$^\circ\text{C}/\text{W}$
DIP-8 Surface Mount			100		$^\circ\text{C}/\text{W}$
SSOP-16 Surface Mount			100		$^\circ\text{C}/\text{W}$
SO-14 Surface Mount			100		$^\circ\text{C}/\text{W}$

(3) $V_S = +5V$.

(4) Output voltage swings are measured between the output and power supply rails.

Ek-V Opa2340 datasheet bilgileri (devam)



OPA340
OPA2340
OPA4340

SBOS073B - SEPTEMBER 1997 - REVISED NOVEMBER 2007

TYPICAL CHARACTERISTICS

At $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_S = +5\text{V}$, and $R_L = 10\text{k}\Omega$ connected to $V_S/2$, unless otherwise noted.

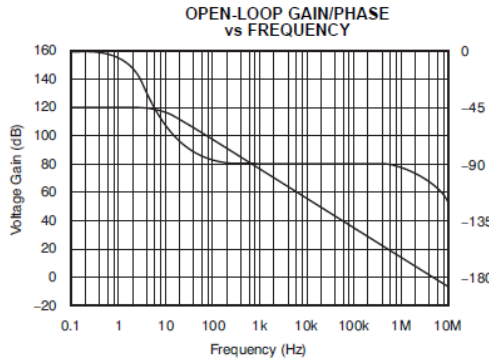


Figure 1.

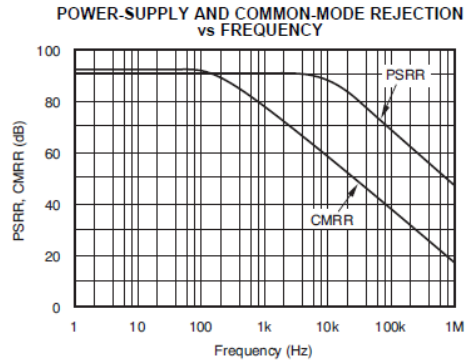


Figure 2.

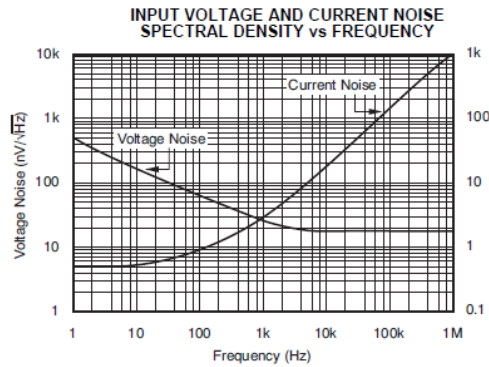


Figure 3.

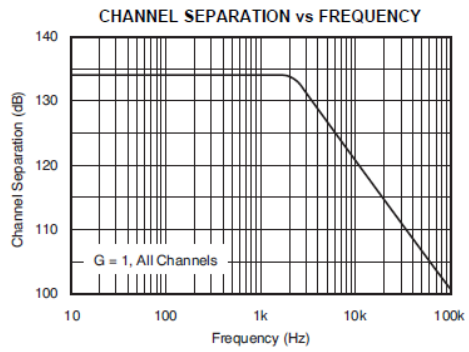


Figure 4.

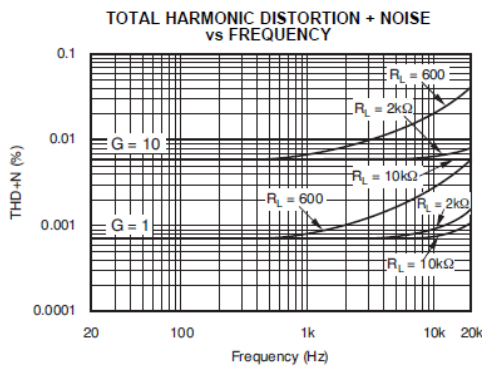


Figure 5.

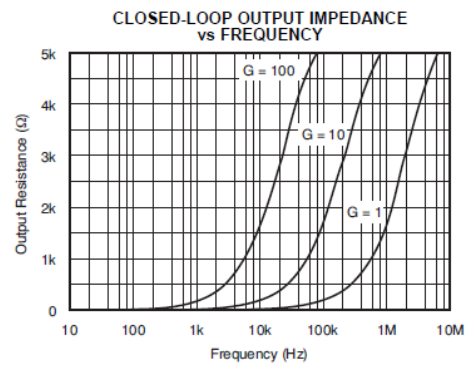


Figure 6.

ÖZGEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler**

Soyadı, adı : ÖCAL, Hakan
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 21.07.1979 Ankara
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (312) 261 10 27
e-mail : hknocal@hotmail.com

Eğitim Derece

Lisans
Lise

Eğitim Birimi

Fırat Üniversitesi
Keçiören E.M.L.

Mezuniyet tarihi

2002
1996

İş Deneyimi**Yıl**

2003-2009

Yer

Milli Eğitim Bakanlığı

Görev

Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Futbol, Bilgisayar teknolojileri, Basketbol