

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**INVERTER KLİMA ELEKTRONİK KONTROL SİSTEMİ
TASARIMI**

ERSİN SARIKAYA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ELEKTRONİK PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. NİHAN KAHRAMAN**

İSTANBUL, 2014

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

INVERTER KLİMA ELEKTRONİK KONTROL SİSTEMİ
TASARIMI

Ersin SARIKAYA tarafından hazırlanan tez çalışması 14.07.2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Nihan KAHRAMAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Nihan KAHRAMAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. İsmail AKSOY
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Umut Engin AYTEN
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Günümüzde inverter klima kullanımı enerji tüketimi ve konforu için yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. İnverter klimaların yerli olarak üretilmesi ve dışa bağımlılığın azalması için bu tezin önemi ortaya çıkmıştır. Bu tezle bir sonraki çalışmalarda yön göstermesi istenmiştir.

Bu tezde, başta Arçelik-LG Klima firmasına, desteği bulunan yöneticim Sn. Dr. Can Meydanlı'ya, proje liderim Sn. Halime Usta Yoğun'a, elektronik kart tasarımını yapan elektronik mühendisi Sn. Ahmet Nas'a, kart prototiplerinin üretimini ve komponent dizgisini gerçekleştiren elektronik teknisyeni Sn. Savaş Akdoğanbulut'a, Sn. Müslüm Üçüncü'ye, teknik destekleri için Sn. İlker Yağcı ve Sn. Taşkın Efe'ye ve geliştirilen iç ünite kartının inverter klima prototipi üzerinde performans testlerini yapan Arge Performans Odası Teknisyenlerine değerli katkıları için teşekkür ederim. Bu tezi yapmamda bana yol gösteren ve desteğini hiç esirgemeyen Sn. Yrd. Doç. Dr. Nihan Kahraman'a teşekkür ederim.

Temmuz, 2014

Ersin SARIKAYA

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	7
1.3 Hipotez	8
BÖLÜM 2	
İNVERTER KLİMA ELEKTRONİK SİSTEM DONANIMI	9
2.1 Inverter Klima İç Ünite Kartı.....	11
2.2.1 İç Ünite Kartı Ana Kontrol Birimi(Mikrodenetleyici)	13
2.2.2 Sıcaklık Sensörü (NTC)	14
2.2.3 Nem Sensörü	20
2.2.4 Step Motor.....	22
2.2.5 Fırçasız DC Motor (BLDC).....	23
2.2.6 Haberleşme Devresi.....	28
2.2.7 Uzaktan Kumanda.....	30
2.2.8 Kullanıcı Görsel Arayüz Kartı.....	33
BÖLÜM 3	
İNVERTER KLİMA ALGORİTMA TASARIMI	35

3.1	Donanımsal Algoritmalar	35
3.1.1	BLDC Motor Kontrol Algoritması	36
3.1.2	Sıcaklık Hesaplama Algoritması	37
3.1.3	Step Motor Kontrol Algoritması	38
3.1.4	Dış Ünite İle Haberleşme Algoritması	40
3.1.5	Hata Oluşma ve Bilgilendirme Algoritması	41
3.1.6	Ekran Arayüz ile Kumanda Algoritmaları	42
3.1.7	Bilgisayar ile Haberleşme Algoritması	43
3.2	Termal Çevrim Algoritmaları.....	43
3.1.1	Soğutma-Isıtma Algoritması	43
3.1.2	Elektronik Genleşme Vanası (EEV) Algoritması	44
3.1.3	Güvenlik Algoritmaları	44
3.1.4	Defrost Algoritması.....	44
BÖLÜM 4		
SİSTEMİN TEST İŞLEMLERİ VE SONUÇLARI		45
BÖLÜM 5		
SONUÇ VE ÖNERİLER		48
KAYNAKLAR.....		50
EK-A		
20BYJ46 STEP MOTOR TEKNİK DÖKÜMAN		52
EK-B		
PIC32 ETHERNET MODÜL TEKNİK DÖKÜMAN		53
EK-C		
SICAKLIK SENSÖRÜ TEKNİK DÖKÜMAN		54
EK-D		
NEM SENSÖRÜ TEKNİK DÖKÜMAN		55
EK-E		
ULN2003A TEKNİK DÖKÜMAN.....		56
EK-F		
PC817 TEKNİK DÖKÜMAN.....		57
EK-G		
BC807 TEKNİK DÖKÜMAN.....		58
EK-H		

TSOP48 TEKNİK DÖKÜMAN	59
EK-I	
KARAKTER EKRAN TEKNİK DÖKÜMAN	60
ÖZGEÇMİŞ.....	61

SİMGE LİSTESİ

Ω	Direnç birimi ohm
$^{\circ}\text{C}$	Sıcaklık birimi santigrat derece
W	Güç birimi Watt

KISALTMA LİSTESİ

BLDC	Brushless Direct Current
BTU	British Thermal Unit
EEV	Electronic Expansion Valve
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IR	Infrared
PID	Proportional Integral Derivative
PWM	Pulse Width Modulation
RPM	Revolutions Per Minute

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 İç ünite birimi.....	10
Şekil 2.2 Dış ünite birimi	10
Şekil 2.3 İç ünite kartının genel şeması.....	11
Şekil 2.4 İç ünite kartı pcb çizimi.....	12
Şekil 2.5 İç ünite prototip kartı	12
Şekil 2.6 İç ünite üzerinde kartın gösterimi	13
Şekil 2.7 İç ünite kartı blok diyagramı	13
Şekil 2.8 PIC32 ethernet modülü [10].....	14
Şekil 2.9 İç ünite üzerindeki ortam sıcaklık sensörü yerleşimi.....	15
Şekil 2.10 İç ünite evaporatör üzerindeki NTC sensörün yerleşim yeri	15
Şekil 2.11 Sıcaklık sensörü gerilim bölücü	16
Şekil 2.12 Sıcaklık sensörü sinyal değerlendirme donanımı	18
Şekil 2.13 Soğutma modunda sıcaklık değişimi ile kompresör değişimi.....	19
Şekil 2.14 Isıtma modunda sıcaklık değişimi ile kompresör değişimi	20
Şekil 2.15 Nem sensörü bağlantı şeması [12]	21
Şekil 2.16 İç ünite üzerinde kullanılan step motor görünümü [13]	22
Şekil 2.17 Step motor sürücü devre şeması.....	23
Şekil 2.18 BLDC motor görüntüsü	24
Şekil 2.19 BLDC motor devresi	24
Şekil 2.20 BLDC motora uygulanan %68 duty cycle PWM sinyali.....	25
Şekil 2.21 BLDC motora uygulanan %57 duty cycle PWM sinyali.....	26
Şekil 2.22 BLDC Motorun geri beslemesinden gelen 190Hz PWM sinyali.....	26
Şekil 2.23 BLDC Motorun geri beslemesinden gelen 287 Hz PWM sinyali.....	27
Şekil 2.24 RS-485 devresi	28
Şekil 2.25 Uzaktan Kumanda Sinyalleri	31
Şekil 2.26 Soğutma modunda karakter ekranın görüntüsü	33
Şekil 2.27 Isıtma modunda karakter ekranın görüntüsü	34
Şekil 3.1 İç ünite donanımsal birim kontrol yazılım blok diyagramı	36
Şekil 3.2 BLDC motor P-kontrolü blog diyagramı.....	37
Şekil 3.3 Sıcaklık sensöründen sıcaklık hesaplama algoritması	38
Şekil 3.4 Step motor kontrol algoritması akış diyagramı	39
Şekil 3.5 Dış ünite haberleşme algoritması akış diyagramı.....	40
Şekil 3.6 Hata bilgilendirme algoritması akış diyagramı	41
Şekil 3.7 Display ile iç ünite akış diyagramı.....	42

Şekil 3.8 Termal çevrim giriş ve çıkış bloğu	43
Şekil 4.1 On-off klima soğutma kapasitesi test sonuçları	45
Şekil 4.2 On-off klima ısıtma kapasitesi test sonuçları	46
Şekil 4.3 İnverter klima soğutma kapasitesi test sonuçları.....	46
Şekil 4.4 İnverter klima ısıtma kapasitesi test sonuçları	47

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 12-bitlik veya 8-bitlik için sabit değerlerin tablosu[12]	21
Çizelge 2.2 Fan Değerleri Tablosu	27
Çizelge 2.3 Hata Kodları	30
Çizelge 2.4 Kumanda Mod Tablosu	31
Çizelge 2.5 Uzaktan Kumanda Sıcaklık Ayar Değeri	32
Çizelge 2.6 Uzaktan Kumanda Fan Hız Değerleri	33

İNVERTER KLİMA ELEKTRONİK KONTROL SİSTEMİ TASARIMI

Ersin SARIKAYA

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Nihan KAHRAMAN

Bu yüksek lisans çalışması; **Arçelik-LG Klima Sanayi ve Ticaret A.Ş.** ile **Yıldız Teknik Üniversitesi** arasında ortak yürütülen “**Endüstride Uygulama Destekli Tez Programı**” kapsamında yapılmıştır. Tez çalışmasının yürütüldüğü proje **TÜBİTAK TEYDEB** tarafından ARGE teşviki almış, **3110681 TEYDEB proje koduna sahip “Ev Tipi Klimalar İçin Inverter Kontrol Sistemi Tasarımı”** isimli projedir. Tez çalışması bu projenin alt iş paketlerinden birisi olan “Inverter Klima İç Ünite Elektronik Kontrol Sisteminin Tasarlanması” aktivitesidir. Bu tezde, Türkiye’de üretilen inverter kontrollü klima elektronik kontrol sistemlerinde dışa bağımlılığın azaltılması ya da tamamen sonlandırılması amacıyla bu sistemin yerli olarak geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaç kapsamında geliştirilen kontrol mekanizmasında kullanılan algoritmalar ve yenilikçi fikirler ön planda tutulmuştur. Bu inverter klima elektronik kontrol sistemi ile termal çevrim algoritmalarının öğrenilmesi ve bu algoritmaların optimize edilmesi amaçlanmıştır.

Tez kapsamında ilk önce literatür araştırmaları yapılmış ve izlenecek yöntemler belirlenmiştir. Inverter klima elektronik kontrol sistemleri iç ünite ve dış ünite olmak üzere iki birimden oluşmaktadır. Tez içeriğinde iç ünite elektronik kontrol kartı tasarımı gerçekleştirilmiştir. Inverter klima elektronik kontrol sisteminde kontrol edilecek donanımsal birimlerin çalışması öğrenilip pratik olarak çalışması uygulanmıştır. BLDC motor, sıcaklık sensörü, step motor, seri haberleşme, kızılötesi alıcı gibi kontrol edilecek birimler ile ilgili yazılım algoritmaları oluşturulmuş ve kontrol sistemine

yerleştirilmiştir. Yazılımlar C programlama dilinde yazılarak Mplab v8.86 C derleyicisinde derlenip makine diline çevrilmiş ve Microchip firmasının 32-bitlik mikrodenetleyicisine yüklenmiştir. İnverter klimanın çalışması ile ilgili termal çevrim algoritmaları ilk önce C++ programlama dili ile bilgisayar ortamında geliştirilen simülatör programında çalıştırılmış ve daha sonra bu algoritmalar C programlama dilinde mikrodenetleyici ortamına uyarlanmıştır. Termal çevrim algoritmaları; ısıtma algoritmaları, soğutma algoritmaları, defrost algoritmaları ve güvenlik algoritmalarından oluşmaktadır. Bu algoritmalar iç ve dış ünite birimlerindeki sıcaklık verilerini alarak kompresör frekansı, fan hızı, genleşme vanası pozisyonu gibi donanımsal birimlerin çalışma aralığını belirlemektedir. Bu değerleri belirlerken bulanık mantık, oransal kontrol gibi kontrol yöntemleri kullanılmıştır.

Bu çalışmaların sonucu olarak inverter klima elektronik kontrol sistemi gerçekleştirilmiştir. Bu sistemin çalışmasının doğruluğu için inverter klima ile ilgili performans testleri yapılmış ve sonuçları incelenmiştir. Farklı sıcaklık ve gerilim şartlarında ısıtma kapasitesi, soğutma kapasitesi gibi yaklaşık seksen adet test uygulanmış, termal ve elektriksel şartları sağladığı görülmüştür. Test sonuçlarında güç tüketimi, çektiği akım değerleri, sıcaklık değerleri, ısıtma ve soğutma kapasitesi gibi parametrelere bakılarak diğer inverter klima değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonuçlarına göre algoritmalar ve tasarımlar optimize edilmiştir. Bu çalışmanın ışığında yapay sinir ağları ile uyumlu algoritmalar ve uzaktan erişim gibi yenilikçi fikirler geliştirilerek daha performanslı ve daha tasarruflu inverter klima elektronik sistemleri tasarlanabilir. Akıllı ev uygulamalarında, akıllı algoritmalar ile inverter klima elektronik kontrol sistemi geliştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: İnverter klima, termal çevrim algoritmaları, BLDC motor, sıcaklık sensörü, step motor, nem sensörü, seri haberleşme, elektronik kontrol sistemi

**INVERTER AIR CONDITIONER ELECTRONIC CONTROL SYSTEM
DESIGN**

Ersin SARIKAYA

Department of Electronics and Communications Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Dr.Nihan KAHRAMAN

This thesis describes development of electronic control system of inverter controlled air conditions which are made in Turkey to reduce dependency of foreign countries. New designed algorithms and innovative ideas are important while developing control systems structures. In addition, other goal of the thesis is learning thermal converter algorithms and optimizing these algorithms.

Firstly, literature survey is made and the methods are determined. Inverter air conditioner electronic control systems consists of two units which are indoor unit and outdoor unit. Indoor unit electronic control board was designed in the context of the thesis. Inverter air conditioner electronic control system's hardware units applied in practice. Software algorithms are developed for controlling BLDC motors, temperature sensors, stepper motor, serial communications, infrared receiver units and added to the system. Softwares are implemented using C programming language on Microchip's 32-bit micro controller. Also micro controller is programmed using the MPLAB C Compiler v8.86. Before running algorithms which are implemented in C programming language on micro controller, inverter air conditioner thermal converter control system algorithms are tested on a simulator program written in C++ programming language. Thermal conversion algorithms consists of heating algorithms,

cooling algorithms, defrost algorithms and security algorithms. These algorithms get temperature data in indoor and outdoor units to determine work range of hardware units such as compressor frequency, fan speed, the expansion valve position. While determining these values, control methods such as proportional control, fuzzy logic were used.

As a result of these studies, inverter air conditioner electronic control system was designed and developed. This inverter air conditioner control system is tested in working performance for accuracy and the results were examined. About eighty test case such as heating capacity and cooling capacity were performed at different temperatures and stress conditions, and it was observed that thermal and electrical requirements had provided. Test results of power consumption, current values, temperature values, looking at parameters such as heating and cooling capacity values were compared with other inverter air conditioner. According to the results of this comparison algorithms and design has been optimized. In the guidance of this study, innovative ideas such as neural networks algorithms and remote access can be develop to design more efficient electronic systems on inverter air conditioner. Intelligent algorithms on electronic control system inverter air conditioner can be improved in smart home applications.

Keywords: Inverter Airconditioner, Thermal Cycling Algorithms, BLDC Motor, Temperature Sensor, Stepper Motor, Humidity Sensor, Serial Communication, Electronic Control System

BÖLÜM 1

GİRİŞ

İlk önce literatür taraması yapılmıştır, daha sonra uygulama aşamasına geçilmiştir. Literatür araştırması olarak inverter klima konusunda çalışma yapan profiller ve makaleler incelenmiştir. Bölüm 1.1’ de bu bilgiler yer almaktadır. Bölüm 1.2’ de tezin yapılma amacı açıklanmıştır. Bu tezde inverter klima elektronik kontrol sisteminin iç ünite tasarımı ve algoritma uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bölüm 2’ de inverter klima iç ünite kontrol sisteminin donanımsal tasarımı ve kullanılan elektronik komponentler ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bölüm 3’de inverter klimanın iç ünite kartında bulunan termal çevrim algoritmaları ve donanımsal çevre birimlerinin çalışması ile ilgili algoritmalar yer almaktadır.

1.1 Literatür Özeti

Yeni enerji regülasyonları ve enerji verimliliğine yönelik teşvikler inverter klimaların kullanımını zorunlu kılmaktadır. Ev tipi ısıtma-soğutma cihazlarının gelişimi incelendiğinde; gelecekte ev içinde kullanılan ısıtma-soğutma cihazları ve sıcak su temin altyapısının birbiri ile tümleşik, modüler cihazlardan oluşan; yenilenebilir enerji destekli çalışmaya imkan tanıyan ve aynı zamanda da akıllı ev teknolojilerine uyumlu, enerji yönetimi yapabilen cihazlardan oluşması hedeflenmektedir. Bu altyapıda ısıtma-soğutma cihazlarında inverter kontrol sistemleri kullanılmaktadır.

Sabit kompresör hızına sahip on-off klimalar günümüzde geniş bir şekilde kullanılmaktadırlar. Fakat bu klimalarda oda sıcaklığı ne olursa olsun klima açıkken harcanan enerji hep aynıdır. Kompresör hızı sabittir ve iki konumludur(on/off). Sıcaklık

değişiklikleri belli bir eşiği geçmediği sürece harekete geçmez, dolayısıyla ortam sıcaklığı dalgalanır. On-off klimalar bu yönleri itibarıyla enerji verimliliği açısından iyi bir tablo ortaya çıkarmamaktadırlar. Inverter klimalarda ise istenilen sıcaklığa yaklaştıkça kompresör yavaşlar ve daha az enerji harcar. Kompresör dur-kalk yapmadığı için oda sıcaklığındaki değişimlere karşı daha hassastır ve motor ömrü daha uzundur. Ortam sıcaklığındaki oynamaları düzeltmek için gereken enerjiden fazlasını harcamaz ve bu da inverter klimaların enerji verimliliği açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir [1].

Bu tez çalışmasında akademik yönün yanında endüstriyel tasarıma da yer verildiği için ilk önce endüstride inverter klima konusunda çalışmalar yapan profiller incelenmiştir. Klima konusunda önemli olan bu firmaların klimada son teknoloji durumu aşağıda kısaca açıklanmıştır.

DAIKIN: Daikin inverter klimalarda temel fonksiyonlar olan ısıtma-soğutmanın yanında; nem alma-nem verme, havayı temizleme ve dışarıdan temiz hava alma gibi ilave yenilikler ürüne dahil edilmiştir. Daikin'in orijinal inverter güç kontrolü, oda sıcaklığı düşük olduğunda ayarlanan sıcaklık derecesine daha çabuk ulaşmak için maksimum kapasitede çalışmaktadır. Bu sıcaklığa ulaşıldığında kapasitesini olabilecek değişiklikleri karşılamak üzere ayarlamaktadır. Daikin inverter klimalarda kullanılan yeni nesil teknolojiler incelenecek olursa [2];

- Akıllı Göz: Odadaki insan hareketini algılama yeteneğine sahip kızıl ötesi algılayıcı teknolojisidir. Klimanın bulunduğu ortamda insan varken, insan varlığı, hareketi ve konumu algılanır; buna uygun otomatik kontrol algoritmaları (NORMAL Mod, TASARRUF Mod) devreye girer. Bu yolla ürünün %30'a yakın bir enerji tasarrufu sağladığı belirtilmektedir. Odada hiç hareket olmadığının algılandığı durumda; sıcaklık otomatik olarak, set sıcaklığının 2°C altına ayarlanmaktadır, bu durum genelde uzun süreliğine dışarı çıkıldığında ya da uyuma durumunda gerekli ve amaca uygun bir kontrol algoritmasıdır, enerji verimliliği hedeflenmektedir.
- Tozsuz ve Kokusuz Hava Temizleme: Daikin B serisi inverter klimalarda fotokatalitik koku giderici (deodorizing) fonksiyonu bulunmaktadır. Hoş

olmayan kokuları yok etmesinin yanısıra bakteri, virüs ve mantarı etkisiz hale getirmektedir. Ayrıca küf şoklama modu bulunmaktadır.

- Otomatik Hava Yönlendirme: Yatay veya düşey hava üfleme özelliği ve hava miktarını ayarlama özelliği bulunmaktadır.
- Sessiz Çalışma Modu: Uzaktan kumandadaki “SESSİZ” düğmesi, sessiz bir ortam sağlayacak şekilde dış ünitenin ve iç ünitenin daha sessiz çalışmasını sağlamaktadır. SESSİZ düğmesi seçildiğinde dış ünite ve iç ünite sesi 3dB(A); oranında azaltılmaktadır.
- EKONOMİ, GECE ve KONFOR Modu: “EKONOMİ” modunda güç tüketiminin azaltılması hedeflenmiştir. “GECE” modunda, gece boyunca aşırı soğutma veya aşırı ısınmanın önlenmesi ve bu yolla enerji tasarrufu sağlanması hedeflenmektedir. “KONFOR” modunda ise sıcak veya soğuk havanın doğrudan insanlara üflenmesi önlenmekte; insanların konfor beklentisini karşılayacak bir altyapı sunulmaktadır.

TOSHIBA: Toshiba inverter klimalarda orijinal inverter güç kontrolü, oda sıcaklığı düşük olduğunda ayarlanan sıcaklık derecesine daha çabuk ulaşmak için maksimum kapasitede çalışmaktadır. Toshiba inverter klimalarda kullanılan yeni nesil teknolojiler incelenecek olursa [3];

- **Geliştirilmiş Hava Temizleme Teknolojisi ve Filtreler**
Toshiba inverter kontrollü ürünlerin diğer belirgin özelliklerinden birisi de geliştirilmiş hava temizleme teknolojisi ve filtrelerdir. Toshiba’nın yeni teknolojisiyle geliştirdiği filtreleri sayesinde mikroplar, bakteriler ve virüslerin yok edildiği belirtilmektedir. Toshiba’nın anti-virüs anti-bakteriyel, anti-allergen filtreleri kullanıcıları zararlı mikroplardan uzak tutmaya yardımcı olurken, Catechin Filtrelerinde hava içerisindeki kirleticileri ve kötü kokuları tutarak; ortamı temizlediği belirtilmektedir.
- **Optimize Edilmiş Hava Yönlendirme Sistemleri**
On iki kademeli panjur ayarı ile havayı istediğiniz tarafa yönlendirebilir. Panjur ayarının bu kadar fazla olmasının nedeni havaya tam olarak kumanda edilebilmesi ve konforun eksiksiz sağlanmasıdır. On iki kademe içinde bir yön mutlaka istenen yöndür.

- Konfor Fonksiyonları
Uzaktan kumandanın üzerindeki "COMFORT SLEEP" fonksiyonu sayesinde; kullanıcı bu modu seçince klima, daha düşük olan gece sıcaklığını dengeleyecek şekilde "UYKU KONFORU" konumunda çalışmaya başlamakta ve ortam sıcaklığını otomatik olarak uyku moduna uygun kontrol etmektedir.
- Toshiba Klimalarda; kullanıcı kendine özel konfor ayarlarını yaptıktan sonra uzaktan kumanda üzerinde bulunan bir tuş ile özelleştirdiği ayarları hafızaya alarak; kendine özel bir kontrol menüsü oluşturabilir. Bu yolla klima tekrar çalıştırıldığında ilgili ayarlar tekrar yapılmadan hedeflenen konfor şartları sağlanabilir.
- Toshiba klimalar arasında en güçlü klima olan RAS serisi klimalarında bir düğmeye dokunarak "HI-POWER" çalışma konumunda ekstra yüksek fan hızı ve 650 m³/saat hava akışı ile çok daha hızlı konfor şartlarına ulaşılabilir.

MITSUBISHI: Mitsubishi inverter klimalarda ısıtma-soğutma, fan ve nem alma gibi fonksiyonlar yer almaktadır. Mitsubishi inverter klimalarda kullanılan yeni nesil teknolojiler incelenecek olursa [4];

- Konfor ve Güvenlik Modları: Üründe bulunan "I SAVE" modu ile gece yatarken güvenlik sağlar.
- "I SEE" modu ile sensörler yardımıyla yerde 150 derecelik açı ile ısı ölçümü yapmaktadır.
- "ECONO COOL" modu ile insan vücuduna yönlendirilen havanın miktarı ayarlanmaktadır. "ECONO COOL" fonksiyonu, hava çıkış sıcaklığına göre, hava üfleme yönünü otomatik olarak ayarlar. Bu nedenle ayar sıcaklığı hiçbir konfor kaybı olmadan ve % 20 enerji tasarrufu sağlar.
- Güç alıcı (Power Receiver) ve ikiz doğrusal genişleyen vana (Twin LEV) sayesinde kompresör performansı iyileştirilmiştir. Rakip ürünler içerisinde yalnızca Mitsubishi inverter kontrollü ürünlerde iki adet elektronik vana kullanılmaktadır. Bu yolla verimliliğin artırıldığı vurgulanmaktadır.

SAMSUNG: Samsung inverter klimalarda akıllı ev uygulamaları gibi yenikçi özellikler bulunmaktadır. Samsung inverter klimalarda kullanılan yeni nesil teknolojiler incelenecek olursa [5];

- Konfor Fonksiyonları (Biosleep Modu, Turbo Cooling Modu)
Üründe bulunan “Biosleep Modu” ürünün kullanıcı uykudayken; kullanıcı konforunu en üst düzeyde tutarak ürünün kontrolünü sağlamaktadır. İlgili modda kullanıcının uykuya dalmasını kolaylaştırmak için sıcaklığın ayarlanması, ortamdan nemin alınması gibi alt seçenekler çalışarak; kullanıcının uyku kalitesinin artırılması, konfor beklentisinin karşılanması hedeflenmektedir.
- Ürün üzerinde bulunan “Turbo Cooling Mode” ise arzu edilen sıcaklığa maksimum hızda çabuk bir şekilde ulaşılabilmesini sağlamaktadır.
- İlave Hava Temizleme Filtreleri
 - Crystal S-Inverter serisinde H1N1 virüsünü %99 oranında ortamdan temizleyebilme özelliği vardır.
 - Klima kapatılır kapatılmaz fan otomatik olarak çalışarak iç ünite içinde yer alan nemi uzaklaştırarak mikrop ve bakterilerin yer almasını engellemektedir, yani kendi kendini temizleyebilme özelliğine sahiptir.

Inverter klima konusunda yayınlanmış makaleler ile ilgili çalışmalara aşağıda yer verilmiştir.

Referans 6’ da 2010 yılındaki çalışmasında inverter klima elektronik kontrol sisteminin bulanık mantıkla kontrol edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, iç ünite ve dış üniteden oluşan inverter klimanın iç ünitesinde ADC ile sıcaklık okuma, dış ünite ile haberleşme, uzaktan kumanda kontrol programı, fan motoru kontrolü ve bulanık mantık sıcaklık kontrol programı açıklanmıştır. İç ünite, ayarlanan sıcaklık ile ölçülen sıcaklık arasındaki değişime bakılarak bulanık mantık ile PID kontrolü yapılmaktadır. Dış ünite boru sıcaklığı, dış oda sıcaklığı ve kompresör sıcaklığı ADC ile ölçülmektedir. Sıcaklık değişimine göre kompresör frekansı ayarlanmaktadır [6].

Referans 7’ de 2013 yılındaki çalışmasında kapalı bir mekanda insanın konumuna göre uyumlu akıllı bir klima kontrol sistemi ve PMV hesaplama ele alınmıştır. PMV indeks, bir odada bulunan insan metabolizma hızı, bağıl nem ve hava sıcaklığına göre

hesaplanır. PIR sensörü ve nem sensörü kullanılarak ölçümler alınmakta ve hesaplama yapılmaktadır. Bu yöntemle kişinin konforu ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Çalışmanın başarısının artması için PMV indeksi farklı test odalarında hesaplanmalı ve çeşitli deneyler yapılmalıdır [7].

Referans 8’de inverter klima kullanılarak konfor ve güç tüketimi ile ilgili değerlendirmeler yapmış ve güç tüketimi ve konfor için üç farklı kontrol metodu kullanmıştır. Bu metotlar, ON/OFF klima yöntemi, kızılötesi kontrol yöntemi ve inverter kontrol teknolojisi. En yaygın kullanılan yöntem olan ON/OFF metodunda klima basit olarak açılıp kapanmaktadır. Kızılötesi çalışmada ise uzaktan kumanda ile sıcaklık değiştirilerek kontrol edilmektedir. İnverter teknolojisi ise kompresörün gücü ile sınırlıdır. Bu üç yöntemde klimanın güç tüketimi ve konforunu dengede tutmak içindir. Uzaktan kumanda ile kontrol ve ON/OFF ile inverter kontrol sistemi test edilmiş ve sonuç olarak 19.1% ile 30.7% enerji tasarrufu sağlanmıştır [8].

Referans 18’ de makalede araştırmacılar gerçek zamanlı modelle öğrenen ve eş zamanlı olarak iç ortama adapte olabilen klimalar üzerinde yoğunlaşmaktadırlar. Makalede (Constant-Trace Algorithm) Sabit-Yol Algoritmasının efektif bir şekilde bozucu etmenleri(odadaki sıcaklığı bozan harici etmenler) algılamakta ve bu bozucu etmenler olsun ya da olmasın model öğrenme yöntemi ile arasında geçiş yapmaktadır. Ayrıca bu makalede bozucu etmenlere bağlı olarak ısıtma miktarındaki tedirginlik verici sonuçlar ortaya çıkarılmaktadır. Bu makale araştırmacıların tecrübeleriyle kullanmış oldukları yöntemin etkinliğini geçerli kılmaktadır. Bu makale Sabit-Yol Algoritmasının hem model öğrenme hem de bozucu algılamada yardımcı olduğu gösterilmektedir. Araştırmacılar iç ortam fiziksel koşullarına bağlı olarak bozucu etmen algılama koşullarını sunmaktadırlar. Bu sayede iç ortamda kurulu olan klima kendi kendine bozucu etmenleri algılayabilmektedir. Araştırmacılar bozucu gözlemci kullanarak bozucu değerlerini göstermektedirler. Gelecek çalışmalarında araştırmacılar bozucu etmen algılama koşulu ile iç ortam fiziksel karakteristikleri arasındaki ilişkiyi formüleştirecekler [18].

Referans 19' da makalede PID kontrolör kullanarak değişken frekanslı klima kontrolü anlatılmaktadır. Kontrol için yapay sinir ağları kullanılarak değişken frekanslı klima kontrol algoritması tasarlanmıştır. Yapay sinir ağı işareti şunlardan oluşmaktadır. Üç-katmanlı işaret, iki giriş, bir çıkış, beş düğümlü gizli katman, lineer sinyalli giriş katmanı, lineer çıkış sinyalli çıkış katmanı. Yapay sinir ağı kompresör yolunu ve çalışma prensibini hatırlamaktadır. Deneme örneği anlık kontrolü kullanmaktadır. Deneyler şemanın sistem değişkenlerine uyumlu bir şekilde adapte olabildiğini göstermektedir. Zayıf koşullarda sistem 6.7A ile sabit koşulu sağlayabilmektedir[19].

Referans 20' de makalede güç şebekesindeki maksimum yük talebini azaltmak için, bir Karınca Kolonisi Algoritması(KKA) temel alınarak optimal bir klima yük kontrol stratejisi sunulmaktadır. Zamanlanan strateji sadece her bir örnekleme zamanında gerekli olan yük için değil, ayrıca elektrik güç dağıtıcı şirketlerin gelir kaybını en aza indirmek içindir. Müşteri memnuniyeti ve donanım ömrü bu en uygun stratejiyi düşünmelerinde zorlayıcı etken olmuştur. Simülasyon sonuçlarıyla amaçlanan hedefin efektifliği göz önüne serilmektedir. Karınca Kolonisi Algoritması bağlı olarak klima yükü için bir optimal zamanlama algoritması sunulmuştur. Klima yükü optimal kontrol modeline göre, müşteriler için konfor ve dürüstlük zamanlama şemasında düşündürücü olmuştur. Simülasyon sonuçları sunulan algoritmanın geçerliliğini göstermektedir[20].

1.2 Tezin Amacı

Arçelik-LG Klima Sanayi A.Ş. ile üniversite-sanayi iş birliği kapsamında sanayiye yönelik bir inverter klima kontrol sisteminin yenilikçi iç ünite biriminin kontrol sisteminin tasarımı bu yüksek lisans tezinin amacı olarak belirlenmiştir.

Avrupa Birliği Yeni Enerji Etiketleri Regülasyonunun uygulanmaya başlaması ve ON/OFF klima üretiminin sonlandırılması ile inverter klimaların önemi daha da artmıştır. Bu kapsamda, yeni nesil inverter kontrol teknolojileri araştırılarak enerji verimliliği optimize edilmiş, ilgili elektronik kontrol sistemleri tasarlanmış ve inverter kontrollü klima, ARGE prototipi haline getirilerek ev tipi klimalarda gelişim sağlanmıştır.

Tezin endüstri destekçisi firma, Türkiye'de ısıtma-soğutma alanında faaliyet gösteren firmalar alanında inverter kontrollü klima elektronik kontrol sistemini tamamen kendi

ARGE altyapısı ve araştırma personelini kullanarak; yerli olarak tasarlayıp, geliştirmeyi ve üretmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla da mevcut araştırmalarına yüksek lisans tez çalışmalarını da ekleyip akademik yönden ARGE faaliyetlerine destek bulunmuştur.

Inverter klima, iç ünite ve dış üniteden oluşmaktadır. Bu tezde, inverter klimanın iç ünite elektronik kontrol sistemi tasarlanması amaçlanmıştır. Inverter klima iç ünite kontrol sistemi belirtilen giriş verilerini kullanarak, üzerinde çalışan kontrol algoritmaları vasıtasıyla hava yönlendirme motorları ile iç ünite havalandırma fanını kontrol etmesi hedeflenmiştir. Inverter klima elektronik kontrol sisteminde iç ünite biriminde termal çevrim algoritmalarının yerleştirilmesi ve sistemin test edilerek analiz edilmesi amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Arçelik-LG Klima Sanayi A.Ş. ile üniversite-sanayi iş birliği kapsamında sanayiye yönelik bir inverter klima kontrol sisteminin yenilikçi iç ünite biriminin kontrol sisteminin tasarlanması ve üzerinde termal çevrim algoritmalarının eklenerek test şartlarına başarıyla geçmesi hedeflenmiştir.

INVERTER KLİMA ELEKTRONİK SİSTEM DONANIMI

Sabit kompresör hızına sahip on-off klimalar günümüzde geniş bir şekilde kullanılmaktadırlar. Fakat bu klimalarda oda sıcaklığı ne olursa olsun klima açıkken harcanan enerji hep aynıdır. Kompresör hızı sabittir ve iki konumludur(on/off). Sıcaklık değişiklikleri belli bir eşiği geçmediği sürece harekete geçmez, dolayısıyla ortam sıcaklığı dalgalanır. On-off klimalar bu yönleri itibariyle enerji verimliliği açısından iyi bir tablo ortaya çıkarmamaktadırlar.

Inverter klimalarda ise istenilen sıcaklığa yaklaştıkça kompresör yavaşlar ve daha az enerji harcar. Kompresör dur-kalk yapmadığı için oda sıcaklığındaki değişimlere karşı daha hassastır ve motor ömrü daha uzundur. Ortam sıcaklığındaki oynamaları düzeltmek için gereken enerjiden fazlasını harcamaz ve bu da inverter klimaların enerji verimliliği açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Hem ısıtma hem soğutma özelliğine sahip olan inverter klimalara heat pump inverter klimalar denir. Bu klimalar hem kullanıcıya konfor sağlamakta hem de enerji tasarrufu sağlamaktadırlar.

Inverter klima elektronik kontrol sistemi iki birimden oluşmaktadır. İç ünite birimi ve dış ünite birimidir. Bu tezde iç ünite elektronik kontrol kartı tasarımı ve yazılımı gerçekleştirilmektedir. Dış ünite elektronik kontrol sisteminde kompresör kontrolü, elektronik genleşme vanası kontrolü(eev), dört yollu vana ve sıcaklık okuma birimleri kontrol edilmektedir. Bu kontrolü iç üniteden gelen bilgilere göre sağlamaktadır. Dış ünite, iç üniteye sıcaklık bilgilerini göndererek termal çevrim algoritmalarında giriş olarak kullanılmaktadır. Şekil 2.1’de iç ünite biriminin dıştan görünümü gösterilmektedir. Şekil 2.2’ de ise dış ünite biriminin dıştan görünümü gösterilmektedir.



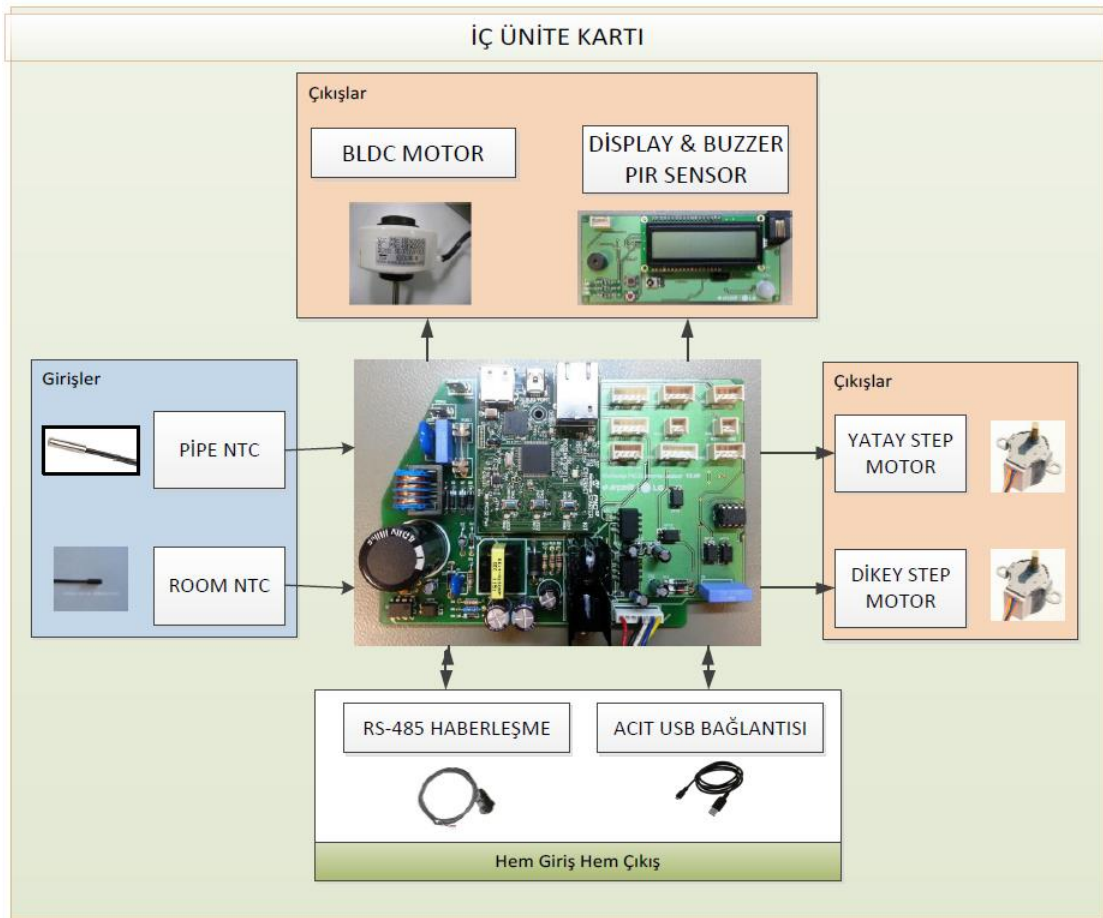
Şekil 2.1 İç ünite birimi



Şekil 2.2 Dış ünite birimi

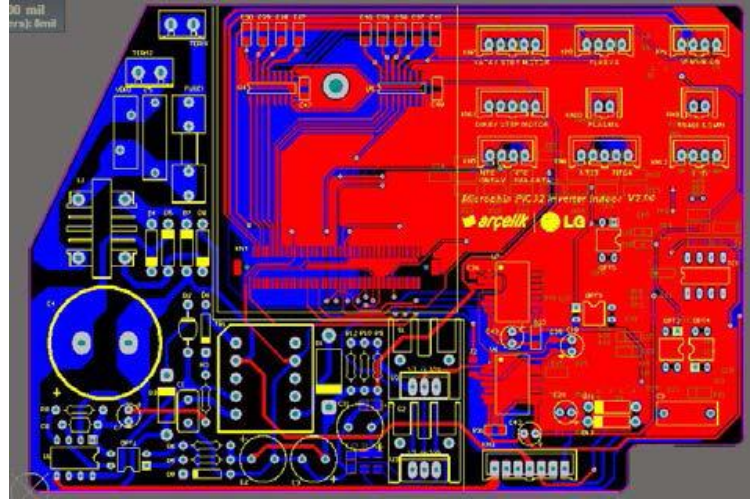
2.1 Inverter Klima İç Ünite Kartı

LG Electronics firmasının SB UA3+ HP modeli [9] inverter klimanın komponentleri (Kompresör, EEV, Fan, Motor vs...) esas alınarak iç ünite kontrol kartı tasarlanmıştır. İç ünite kartının giriş ve çıkış birimleri genel olarak aşağıda Şekil 1’de gösterilmiştir. Şekil1’de iç ünite kontrol sisteminin şematik görünümü verilmiştir. Elektronik kontrol donanımına giriş olarak; iki adet NTC sıcaklık sensörü (ortam ve boru sıcaklığı), uzaktan kumanda vasıtasıyla kullanıcının girdiği komutlar ve iç-dış ünite arası haberleşme kapsamında çalışma adımları ile ilgili veriler gelmektedir. Çıkış olarak ise, fırçasız DC motor, step motorlar, buzzer ve ekran bulunmaktadır. İç ünite kartının ana görevi kullanıcının uzaktan kumanda vasıtasıyla girdiği çalışma adımlarını yönetmektir. Inverter klima iç ünite elektronik kontrol sistemi belirtilen giriş verilerini kullanarak, üzerinde çalışan kontrol algoritmaları vasıtasıyla hava yönlendirme motorları ile iç ünite havalandırma fanını kontrol eder.

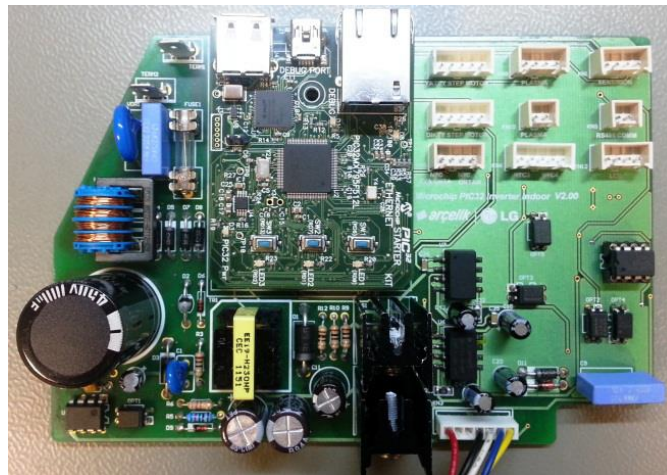


Şekil 2.3 İç ünite kartının genel şeması

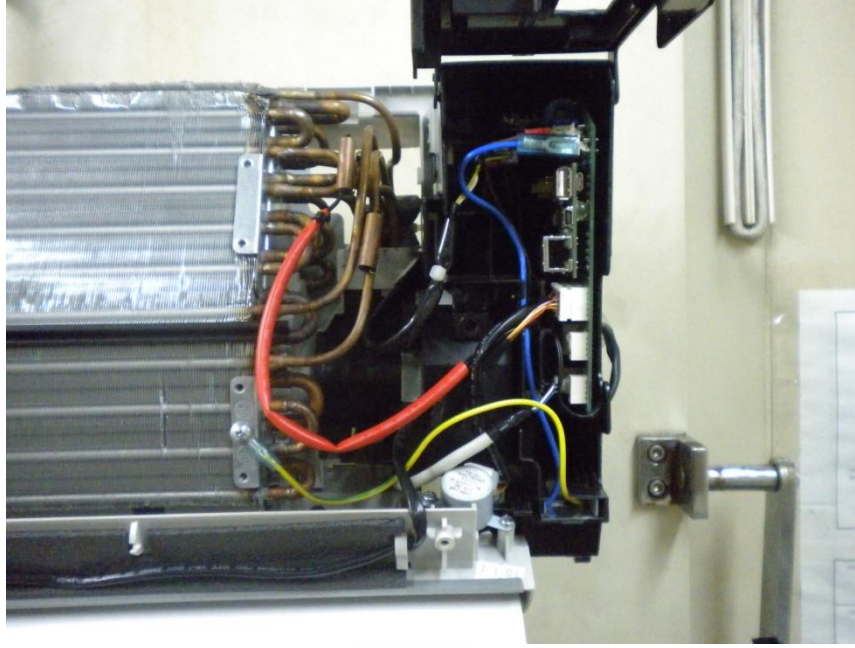
Bu tez kapsamında geliştirilen iç ünite kartına ait görünüm Şekil 2.4 'de verilmiştir. Şekil 2.5 ' de ise iç ünite kartının ürettirilen prototipi gösterilmektedir.



Şekil 2.4 İç ünite kartı pcb çizimi

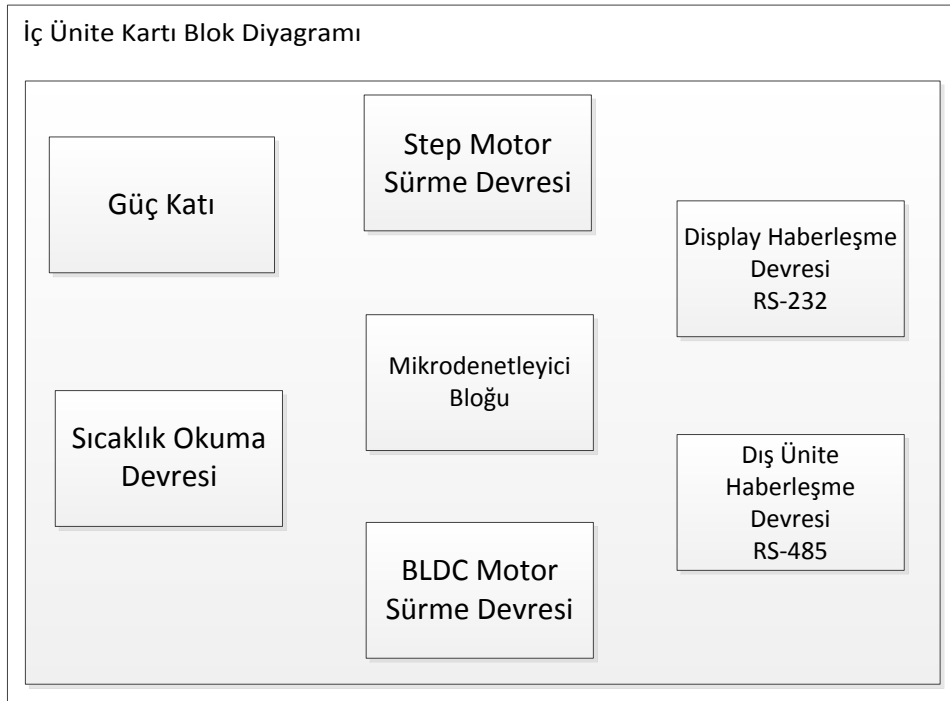


Şekil 2.5 İç ünite prototip kartı



Şekil 2.6 İç ünite üzerinde kartın gösterimi

Şekil 2.6’de iç ünite biriminde kartın yerleşim şekli ve bağlantısı gösterilmektedir.



Şekil 2.7 İç ünite kartı blok diyagramı

2.1.1 İç Ünite Kartı Ana Kontrol Birimi(Mikrodenetleyici)

İç ünite kartında 32-bitlik PIC32MX795F512L mikrodenetleyicisinin bulunduğu Microchip firmasının PIC32 ethernet modülü kullanılmaktadır. Bu modülde sekiz

megahertz'lik kristal, ethernet birimi, usb birimi, micro usb birimi bulunmaktadır. Üç adet durum ledleri, üç adet buton bulunmaktadır. 512 megabyte'lık hafızası bulunmaktadır. Maksimum seksen megahertz'lik çalışma hızına ulaşmaktadır. 10-bitlik ve 12-bitlik ADC yer almaktadır. Ek B'de modül ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Şekil 2.8' de PIC32 ethernet modülün görünümü bulunmaktadır.



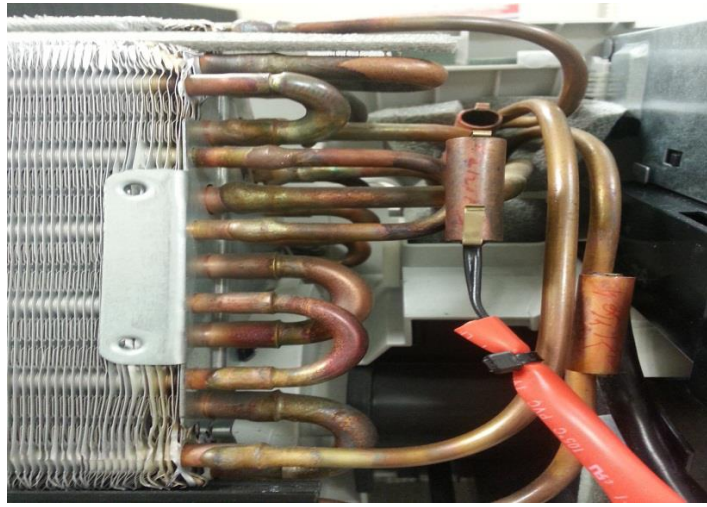
Şekil 2.8 PIC32 ethernet modülü [10]

2.1.2 Sıcaklık Sensörü (NTC)

İç ünite kartında iki adet NTC sıcaklık sensörü bulunmaktadır. Bahsedilen sensörlerin daha önce tasarlanan ve üretilen LG Electronics firmasının SB UA3+ HP modeli [9] üzerindeki sensörlere ait yerleşim yerleri Şekil 2.9 ve Şekil 2.10' da gösterilmiştir. Ortam sensörü iç ünite yan tarafında konumlandırılmıştır, bir pencere açıklığından ortam ile temas etmektedir ve iç ünitenin konumlandırıldığı ortam sıcaklığı algılanmaktadır.



Şekil 2.9 İç ünite üzerindeki ortam sıcaklık sensörü yerleşimi

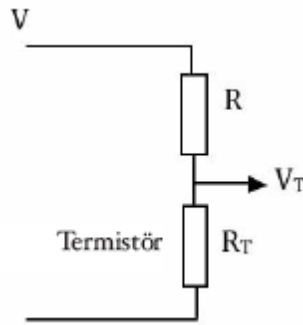


Şekil 2.10 İç ünite evaporatör üzerindeki NTC sensörün yerleşim yeri

Inverter klimalarda modelden modele değişmekle birlikte, iç ünite evaporatör pasları üzerine kullanılan termal çevrim kontrol yöntemine göre belirli adette sıcaklık sensörü yerleştirilmektedir. Genelde evaporatör giriş, orta ve çıkış pasları tercih edilmektedir. Proje kapsamında referans olarak alınan SB UA3+ üründe evaporatör orta pası üzerine NTC sıcaklık sensörü yerleştirilmiştir. Sıcaklık sensörleri ile ilgili teknik bilgiler Ek C’de gösterilmektedir [11]. Boru sıcaklığı vasıtası ile akışkanın sıcaklığı ölçüleceğinden, sensörün boruya teması ve sabitlenmesi için resimde yer verildiği gibi bir bakır sensör kılıfı (*housing*) kullanılmıştır. Proje kapsamında referans ürün üzerine yerleştirilmiş sıcaklık sensörleri, yerleşim yerleri ve kılıf yapısı baz alınmıştır; bu konuda herhangi bir optimizasyon yapılmamıştır. Yeni bir şasi tasarımı ve yeni termal çevrim komponentlerinin olması durumunda sensör yerleşim yerinin optimizasyonu için ön

deneylerle doğrulama yapılması önemlidir. İç ünite kontrol kartı yukarıda yerleşim yerleri verilen ortam sensörü ve evaporatör boru sensörü bilgisini kullanarak; dış ünite üzerinde yerleştirilmiş üç adet sıcaklık sensörü bilgisi ile birlikte ilgili görev ve fonksiyonları yerine getirmektedir.

Şekil 2.11' de gerilim bölücü termistör devresinin en basit hali görülmektedir. Burada V gerilimi sabit bir gerilim olup, referans gerilimi olarak adlandırılır. Pic32MX795F512L mikrodenetleyici pin çıkışlarından 3.3V verdiği için, V referans gerilimi 3.3V alınmaktadır. R direnci de sabit değerli bir dirençtir. Bu direnç değeri boru sıcaklık sensörü/NTC için 6.2 K Ω , ortam sıcaklık sensörü/NTC için 12.1 K Ω alınmaktadır.



Şekil 2.11 Sıcaklık sensörü gerilim bölücü

T1 sıcaklığındaki termistör direncini (R_T) bulmak için denklem (2.1) kullanılmaktadır.

$$R_T = R_{St} * \exp\left[\left\{\frac{1}{273,15 + T_1} - \frac{1}{273,15 + T_{ref}}\right\} * B\right] \quad (2.1)$$

Bu formülasyonda B termistörün yapıldığı maddenin kat sayısı, R_{St} standart direnç (Ortam sıcaklık sensörü/NTC için 10K alınmıştır), T_{ref} ise referans sıcaklığı ifade etmektedir (25 C°). Denklem (2.1) ' e göre her sıcaklık değeri için R_T değeri hesaplanır.

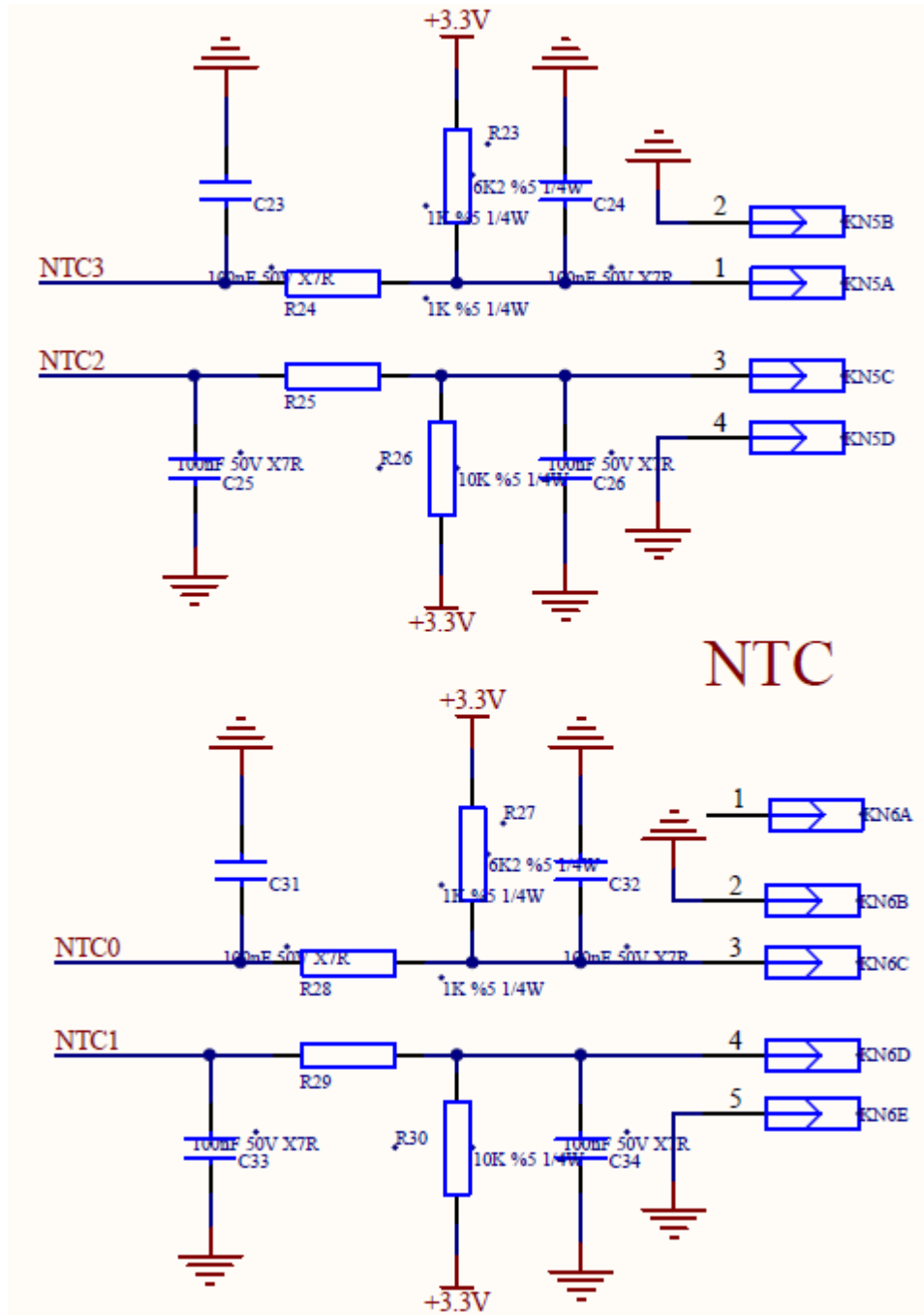
$$V_T = \frac{R_T}{R + R_T} * V \quad (2.2)$$

R_T değerleri bulunduktan sonra (2.2)' de ki formülden V_T değerleri bulunur. V_T gerilimi mikrodenetleyicinin analog girişine uygulanacak olan gerilimdir. ADC dönüştürücü çıkışındaki dijital ifade denklem (2.3) ile hesaplanır.

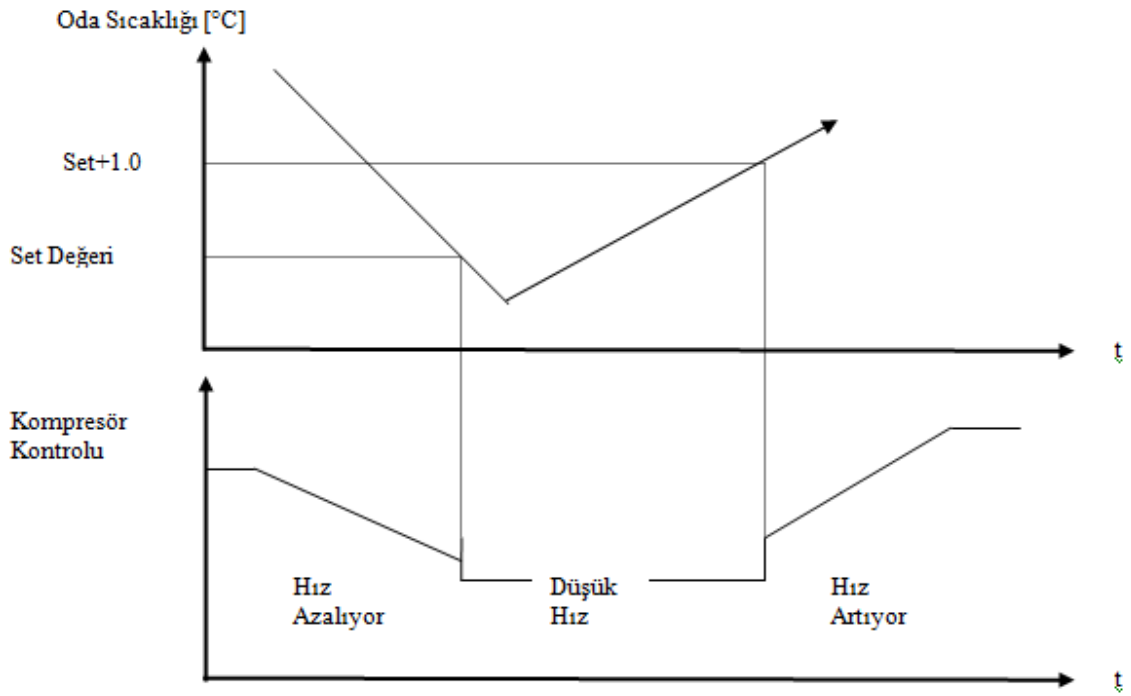
$$ADC = \frac{V_T}{V_r} * 2^N \quad (2.3)$$

Burada N ifadesi A/D dönüştürücünün sahip olduğu bit sayısıdır. Kullandığımız mikrodenetleyici de 10-bitlik ADC olduğu için N=10 alınmıştır. Her sıcaklık için yukarıdaki ADC formülünden 10-bitlik decimal karşılıkları hesaplanmıştır. Onluk sayılar onaltılık sayılara dönüştürülerek bir NTC sıcaklık sensörü değerlendirme tablosu (look up table) oluşturulmuştur. Sensör değerlendirme tablosu kullanılan sensörün çalışma aralığı içerisinde her bir sıcaklık değerine karşılık gösterdiği direnç değeri, bunun yukarıda verilen formülasyon ile hesaplanan gerilim değeri, bu gerilim değerinin 10-bit dönüşüm karşılığı ve onaltılık değerini içermektedir. NTC sıcaklık sensörü okunurken bu dönüşüm tablosu kullanılarak sıcaklık değerlendirilmektedir.

Şekil 2.12 'de iç ünite tasarımında sıcaklık sensörü okuma ve değerlendirme amaçlı kullanılan elektronik donanımın görünümü verilmiştir. Tasarımda maksimum dört adet NTC bağlanacak şekilde bir altyapı geliştirilmiştir. Ancak referans ürün SB UA3+ [9] iç ünite üzerinde iki adet NTC sıcaklık sensörü kullanılmaktadır. Farklı projelerdeki ihtiyaçlar düşünülerek bu altyapı düşünülmüştür. Oda sıcaklığını ve üfleme sıcaklığını ölçmek için kullanılan iki adet NTC sıcaklık sensörü girişleri, mikrodenetleyicinin analog girişlerine bağlanmaktadır.

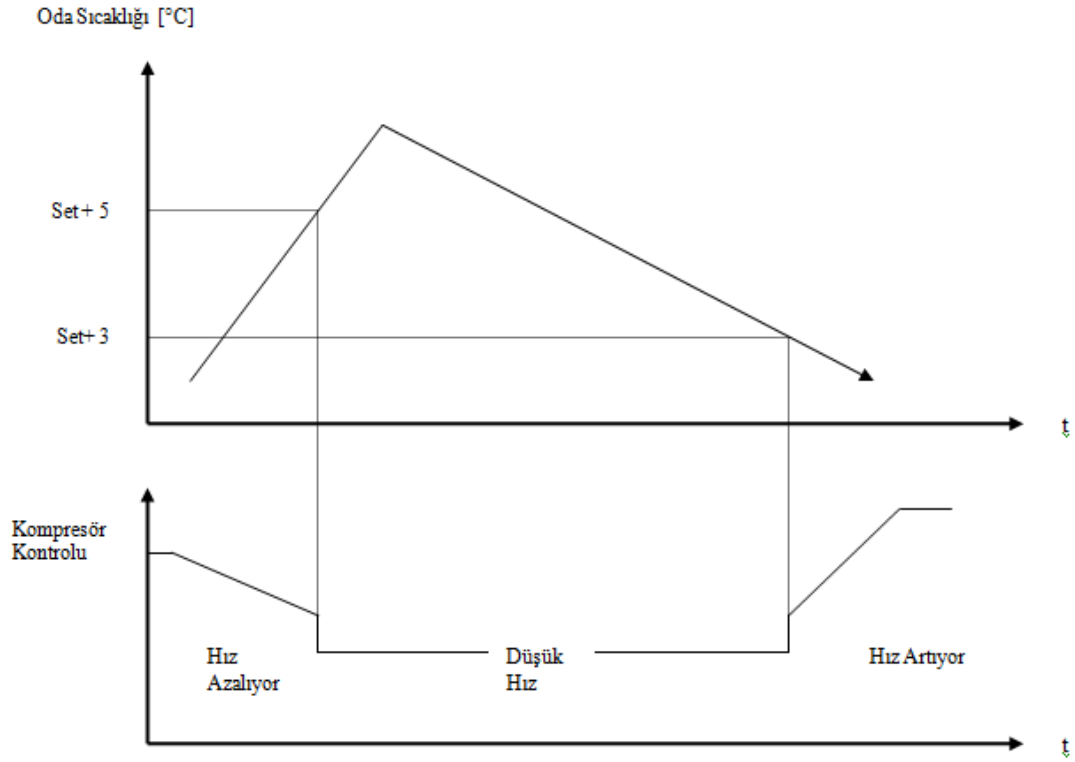


Şekil 2.12 Sıcaklık sensörü sinyal değerlendirme donanımı



Şekil 2.13 Soğutma modunda sıcaklık değişimi ile kompresör değişimi

Şekil 2.13' de sıcaklık sensörlerinden okunan oda sıcaklığına göre soğutma modunda kompresör değişimi gösterilmektedir. Oda sıcaklığı ayarlanan sıcaklığa yaklaştıkça kompresör hızı azalmaktadır. Oda sıcaklığı ayarlanan sıcaklık değerinin altına indiğinde kompresör düşük hızda sabit çalışmaktadır. Oda sıcaklığı ayarlanan sıcaklık değerinin üzerine çıktığı zaman kompresör hızı artmaktadır.

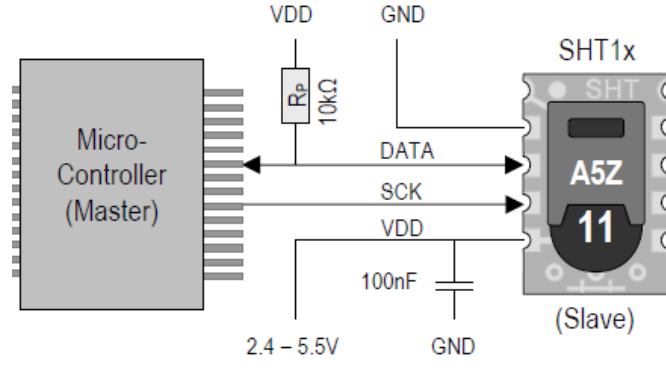


Şekil 2.14 Isıtma modunda sıcaklık değişimi ile kompresör değişimi

Şekil 2.14' de ısıtma modunda sıcaklık değişimi ile kompresör değişimi gösterilmektedir. Oda sıcaklığı ayarlanan sıcaklık değerinin yaklaştığı zaman kompresör hızı azalmaktadır. Oda sıcaklığı ayarlanan sıcaklık değerinin altına indiğinde kompresör düşük hızda sabit çalışmaktadır. Oda sıcaklığı ayarlanan sıcaklık değerinin altına indiği zaman kompresör hızı artmaktadır.

2.1.3 Nem Sensörü

İç ünite kartında ortam nemini algılamak için, Sensirion firmasının SHT11 entegre nem ve sıcaklık sensörü [12] kullanılmaktadır. SHT11 12-bit çözünürlükte nem ile 14-bit çözünürlükte Sıcaklık (T) ölçebilen, ayrıca kalibrasyon gerektirmeyen bir sensördür. Güç tüketimi çok düşük olduğundan pilli projeler için uygundur. Sensör iki kablo (*data, saat*) ile işlemciye bağlanmakta olup, basit bir protokole sahiptir. Sensirion SHT11 nem ve sıcaklık sensörünün görünümü Şekil 2.15' de verilmiştir. Nem sensörü ile ilgili teknik bilgiler Ek D' de yer almaktadır.



Şekil 2.15 Nem sensörü bağlantı şeması [12]

Besleme gerilimi VDD 3.3V'dur. DATA iki yönlü veri alış verişini sağlamaktadır. Saat sinyalini mikrodnetleyici ayarlamaktadır ve nem modülünü senkronize etmektedir. SHT11 içinde 14 bitlik AD dönüştürücü ve seri haberleşme ünitesi vardır. Sıcaklık değeri 14-bit çözünürlükte (varsayılan değerdir, istendiğinde 12 bit seçilebilmektedir) , nem değeri ise 12 bit çözünürlükte (varsayılan değerdir, istendiğinde 8 bit seçilebilmektedir) mikrodnetleyiciye iletilmektedir. -40 °C ile +128 °C sıcaklıkları arasında ± 0.5 °C hata ile sıcaklık ölçümü, $\pm \% 3.5$ hata ile de nem ölçümü yapabilmektedir. Nem modülü mikrodnetleyici ile I²C protokolle seri haberleşerek nem ve sıcaklık bilgisini vermektedir. Mikrodnetleyici tarafından alınan sayısal veriler kullanılarak bağıl nem için denklem (2.4) hesaplanır. Farklı çözünürlükler için sabit olan değerler Çizelge 2.1 'de gösterilmektedir.

$$RH_{linear} = C_1 + C_2 * SO_{RH} + C_3 * SO_{RH}^2 \quad (2.4)$$

Çizelge 2.1 12-bitlik veya 8-bitlik için sabit değerlerin tablosu[12]

SO_{RH}	C_1	C_2	C_3
12-bit	-2.0468	0.0367	-1.5955E-6
8-bit	-2.0468	0.5872	-4.0845E-4

Sıcaklık ise denklem (2.3) ile hesaplanır.

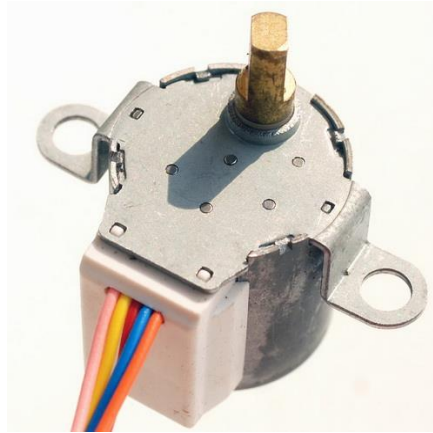
$$T = d_1 + d_2 * SO_T \quad (2.5)$$

2.1.4 Step Motor

Adım motorlar, girişlerine uygulanan lojik sinyalleri dönme hareketine çevirirler. İstenilen yönde ve derecede döndürebilen adım motorlar; hassas hareketleri sayesinde, birçok cihazda konum kontrolü amacıyla kullanılmaktadır.

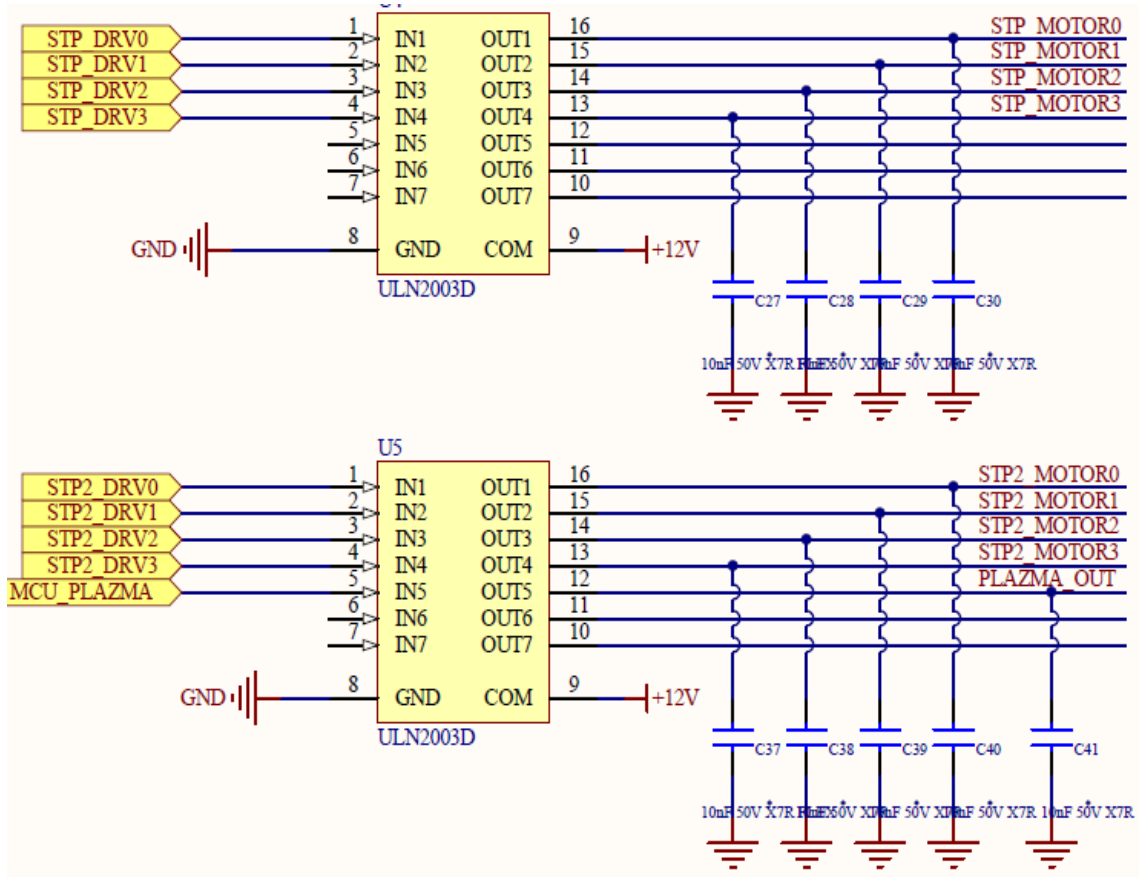
Adım motorun kablolarından bir veya iki tanesi ortaktır. Ortak kabloya sürekli +12 Volt göndermek ve diğer uçları ise belli bir sırada toprağa göndererek bir adım hareketi elde edilir.

Inverter klima iç ünitesinde iki adet step motor kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi aşağı-yukarı hareketleri, diğeri ise sağ-sol hareketleri yapmak için kullanılmaktadır. Klimadan çıkan şartlandırılmış hava, step motorlar kullanılarak ve klimanın kanatları oynatılarak seçilen fonksiyon çeşidine göre yönlendirilir. Kullanılan step motor ile ilgili teknik bilgiler Ek A' da yer almaktadır[13]. Bu tez çalışması kapsamında da bu step motor kullanılmıştır. Şekil 2.16 ' de step motora ait görünüm bulunmaktadır.



Şekil 2.16 İç ünite üzerinde kullanılan step motor görünümü [13]

Mikrodenetleyiciden step motora giden ara yüze ULN2003 entegresi ile akım kuvvetlendirilme devresi eklenerek, step motor sürülmektedir. ULN2003 ait teknik bilgiler Ek E 'de yer almaktadır[14]. Şekil 2.17' da step motor sürücü ara yüz devresi ve mikrodenetleyici bağlantı şeması gösterilmiştir.



Şekil 2.17 Step motor sürücü devre şeması

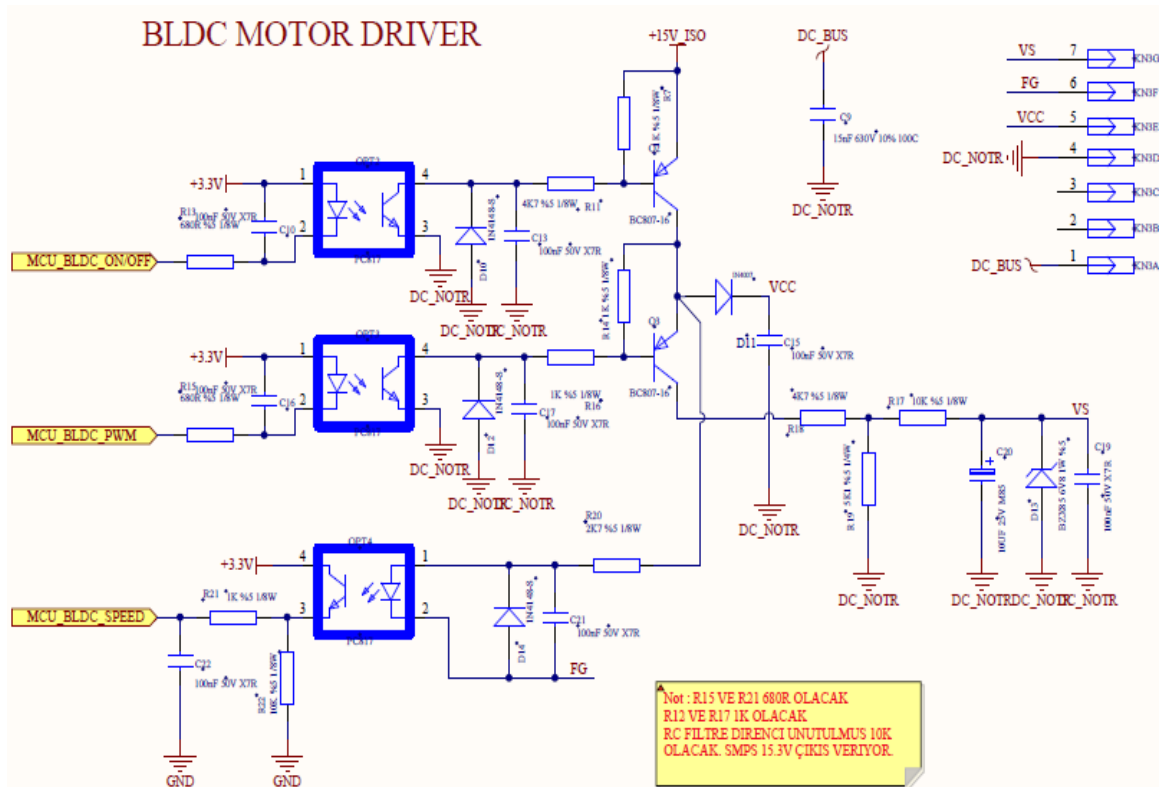
2.1.5 Fırçasız DC Motor (BLDC)

BLDC motor klimanın iç ünitesinde yer almakta ve hava sirkülasyonunu sağlayan cross flow fan'ın dönmesini sağlamaktadır. BLDC motor pulse width modulation (PWM) sinyaliyle sürülerek değişik frekanslarda isteğe göre ortama hava sirkülasyonunun yaptırılması sağlanmaktadır. Şekil 2.18 ' de referans üründe kullanılan BLDC motor görülmektedir.



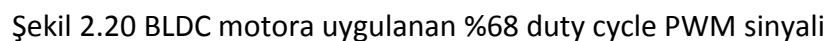
Şekil 2.18 BLDC motor görüntüsü

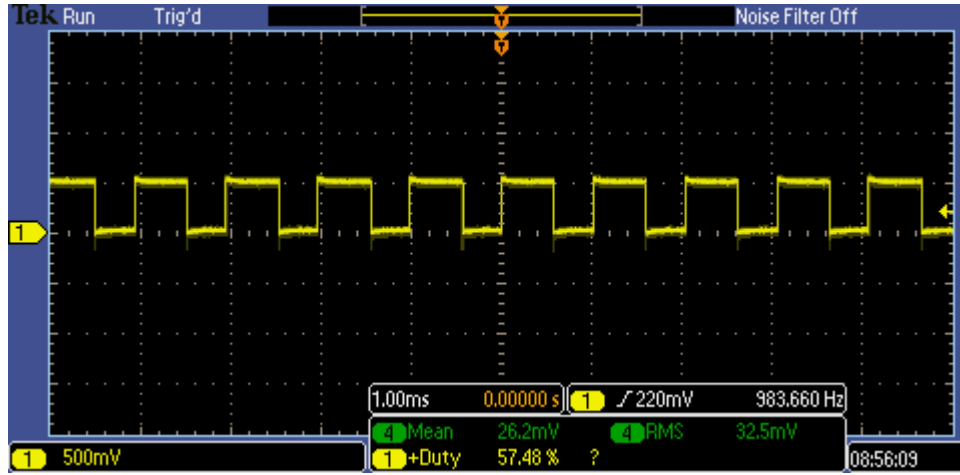
Kablo renklerine göre; mavi renk BLDC motorun geri besleme ucu, sarı renk BLDC motora uygulanan PWM ucu, kırmızı renk 310V besleme ucu, siyah renk toprak, beyaz renk 15V devrenin anahtarlama ucunu göstermektedir. Şekil 2.19 ' de motor sürücü devre şeması görülmektedir.



Şekil 2.19 BLDC motor devresi

MCU_BLDC_PWM ucundan BLDC motorun sürülmesi için mikrodenetleyici tarafından PWM sinyali uygulanmaktadır. Farklı hız (RPM) değerleri için PWM sinyalinin aktif süresi değiştirilerek uygulanmaktadır ancak frekans sabit kalmaktadır. Aktif süresi değiştirilerek BLDC motorun VS ucundaki gerilim (0-6V arası) değiştirilmektedir. Böylece farklı RPM değerlerinde motor döndürülmektedir. Bu devrede frekans yaklaşık 1 KHz'dir. Şekil 2.20 'de motora uygulanan PWM sinyali görülmektedir.

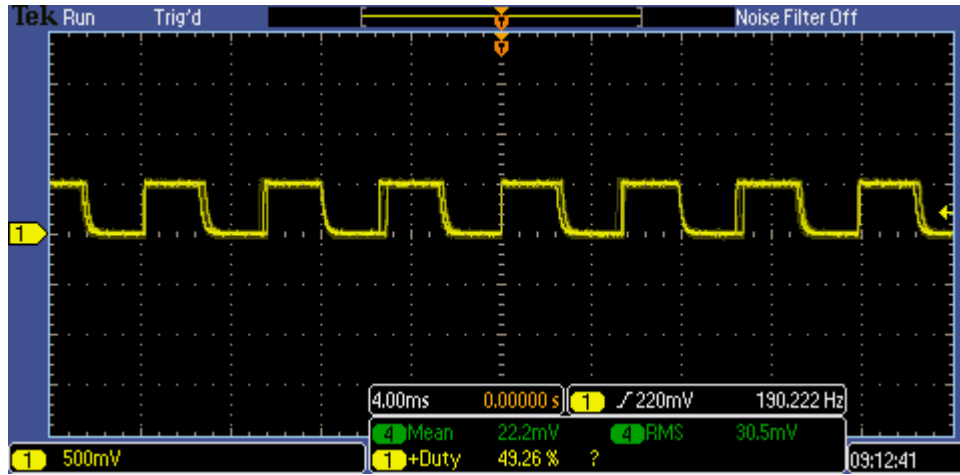




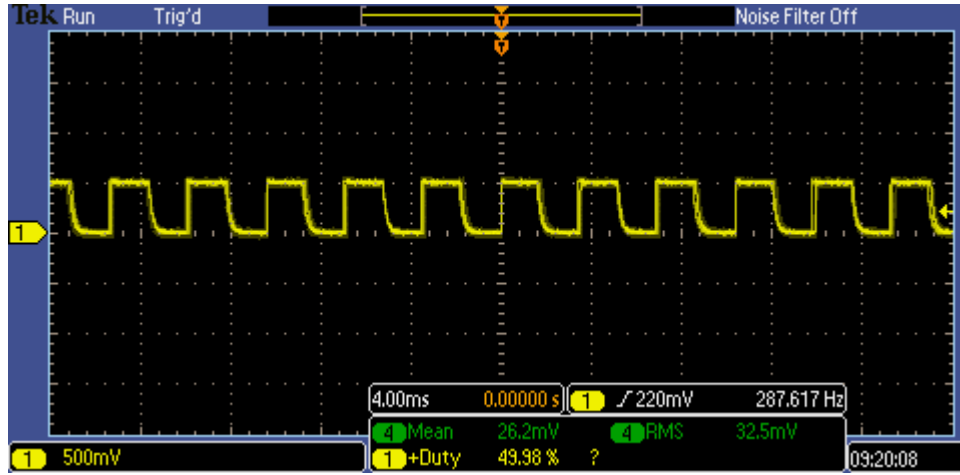
Şekil 2.21 BLDC motora uygulanan %57 duty cycle PWM sinyali

MCU_BLDC_SPEED ucu BLDC motordan gelen geri besleme sinyalidir. Bu sinyal ile BLDC motorun hızı hakkında bilgi sahibi olunması sağlanır. Bu sinyal Şekil 2.21 'de gösterildiği gibi kare dalga sinyalidir.

Frekans değerini RPM değerine dönüştürmek için; frekans değerinin beş katı alınmalıdır. Örneğin, Şekil 2.22 'de görülen geri besleme sinyali 190 Hz'dir. $190 \times 5 = 950$ RPM hızla dönmektedir. Şekil 2.23' de ise 1435 RPM dönen motorun geri besleme sinyalidir.



Şekil 2.22 BLDC Motorun geri beslemesinden gelen 190Hz PWM sinyali



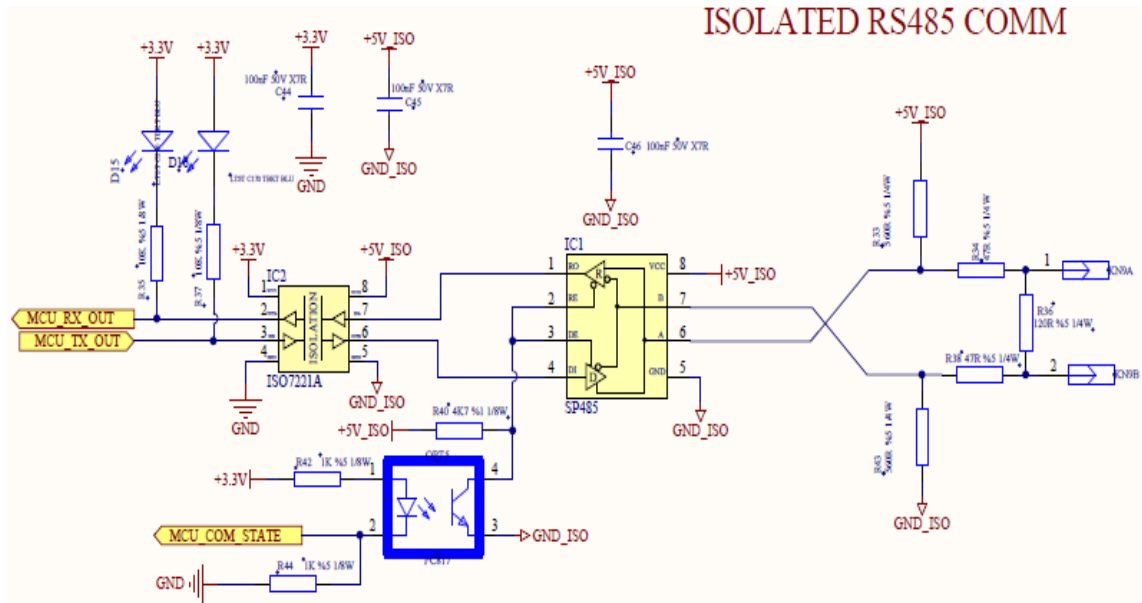
Şekil 2.23 BLDC Motorun geri beslemesinden gelen 287 Hz PWM sinyali

Bu geri besleme sinyallerini mikrodnetleyicinin giriş yakalama modülü ile yakalayarak sinyalin frekansı hesaplanmaktadır. Giriş yakalama modülü; girişe uygulanan bir kare dalga sinyalin yükselen, düşen veya hem yükselen hem düşen kenarını yakalamasını sağlamaktadır. Ayarlanan kenarı yakaladığında zamanlayıcı çalışmaya başlar bir daha ki yakalamada zamanlayıcı durmaktadır. Sinyalin periyodunu bulunmaktadır. Böylece girişe uygulanan bir sinyalin frekansı hesaplanmaktadır. Çizelge 2.2 'de fan değerlerine karşılık gelen frekans değeri ve hız değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 2.2 Fan Değerleri Tablosu

Fan Set Değeri	Hedef RPM	Duty Cycle(%)	Frekans (Hz)	Geri Besleme Frekans Değeri (Hz)
FAN1	940	65,6	983	188
FAN2	1100	63,7	983	220
FAN3	1200	62,1	983	240
FAN4	1315	60,6	983	263
FAN5	1475	58,5	983	295

2.1.6 Haberleşme Devresi



Şekil 2.24 RS-485 devresi

Haberleşme katı dış ünite ile iç ünite arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır. Ana kontrol birimi olarak iç ünite bulunmakta ve yardımcı kontrol birimi olarak da dış ünite bulunmaktadır. Bütün kontrol iç ünite kartı tarafından sağlanmaktadır. Bu yüzden dış ünitenin ne yapacağını iç ünite söylemektedir. Buradaki haberleşme RS-485 protokolü ile yapılmaktadır.

RS485 EIA tarafından tanımlanmış çok yönlü bir seri haberleşme standardıdır. Birden fazla cihazın birbirleriyle haberleşmesi gereken veri işleme ve kontrol uygulamalarında yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. RS485 standardında sinyal referansı için ortak sıfır kullanılmamaktadır. Bu sebeple RS485 alıcı ve verici ünite arasındaki voltaj seviye farkı bir problem oluşturmamaktadır. RS485 sinyalleri değişkendir ve her bir sinyal Sig+ ve Sig- hatları üzerinde iletilmektedir. RS485 alıcısı sinyal hattı üzerindeki kesin voltaj seviyesi yerine iki hat arasındaki voltaj farkını karşılaştırmaktadır. Bu sayede bir çok haberleşme sorunun temeli olan toprak döngüsünü önlemektedir.

RS485 yarım çift (half duplex) bir haberleşmedir. O yüzden aynı anda hem data gönderip hem de data alınmamaktadır. Burada ana kontrol birimi olarak iç ünite kartı bu haberleşme sistemini ayarlamaktadır. Kimin alıcı veya kimin verici olduğuna karar

vermektedir. MCU_COM_STATE ucu ile alıcı veya verici olduğuna karar vermektedir. Lojik '0' olursa iç ünite kartı alıcı olmakta, lojik '1' olursa da verici olmaktadır.

İç ünite kartı dış üniteye veri gönderdikten sonra kendini alıcı konumuna alır ve veri gelmesini beklemektedir. Saniyede bir iç üniteden dış üniteye veri gitmektedir. Haberleşmede 9600 baudrate kullanılmaktadır.

Haberleşme Protokolü

İç ünite kartından dış ünite kartına on iki byte veri gönderilmektedir. Dört byte "A0 " şifre kodu gönderilmektedir. Daha sonra bir byte 4-yollu vana konumu gönderilmektedir. Bir byte kompresör frekansı gönderilmektedir. Bir byte elektronik genleşme vanası (EEV) pulse gönderilmekte, iki byte dış ünite fan RPM değeri gönderilmektedir. En son olarak iki byte kontrol doğrulama verisi gönderilmektedir.

Dış ünite iç üniteden verileri aldıktan sonra iç üniteye 30 byte veri göndermektedir. Dış ünite dört byte "A0" şifre kodu gönderilmektedir. İki byte DC voltaj, iki byte giriş akımı, iki byte giriş gerilimi yani AC gerilim, iki byte motor akımı, iki byte soğutucu sıcaklığı(HeatSink) , iki byte dış ünite anlık fan devri, iki byte dış ünite kartı yazılım sürüm bilgisi, iki byte orta pals sıcaklığı, iki byte dış ortam sıcaklığı, iki byte kompresör sıcaklığı(Discharge), bir byte anlık kompresör frekansı, üç byte hata kodları ve iki byte doğrulama verisi gönderilmektedir. Dış üniteden gelen ve iç üniteye olan hata kodları Çizelge 2.3 'de gösterilmektedir.

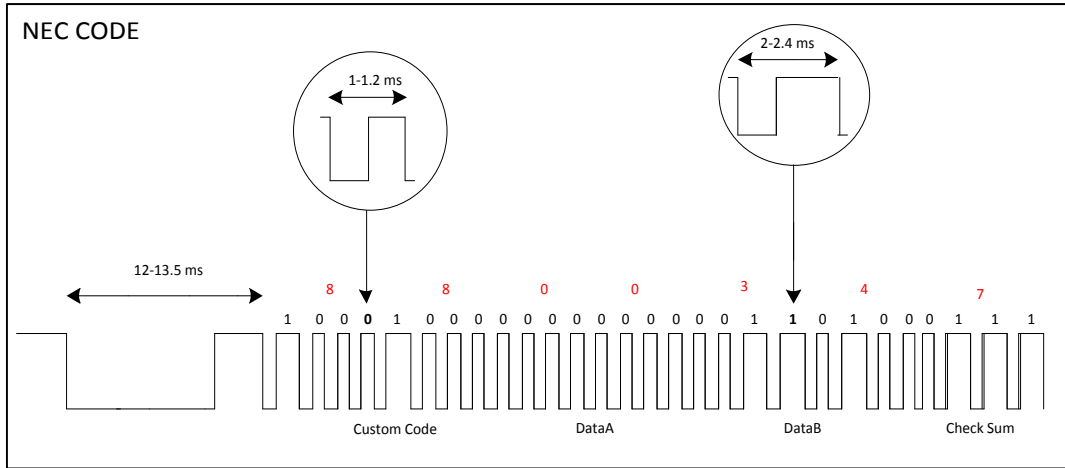
Çizelge 2.3 Hata Kodları

INVERTER KLIMA HATA KODLARI							
1 Byte							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
İç ünite hataları				Kompresör Hataları			
Hata Tipi (Dn='1')				Hata Tipi (Dn = '1')			
Boru NTC hatası				Faz kaybı hatası			
Ortam NTC hatası				Aşırı akım hatası			
Haberleşme hatası							
BLDC motor hatası							
PFC Hataları				Dış Ünite Hataları			
Hata Tipi (Dn = '1')				Hata Tipi (Dn = '1')			
NTC boru hatası				IPM0 hatası			
NTC ortam hatası				IPM1 hatası			
NTC discharge hatası				IPM0 yüksek sıcaklık hatası			
Fan hatası				IPM1 yüksek sıcaklık hatası			
Aşırı voltaj hatası							
Düşük voltaj hatası							
Aşırı akım hatası							
PFC hatası							

2.1.7 Uzaktan Kumanda

Uzaktan kumanda kızılötesi haberleşmesi ile display kartı ile haberleşmektedir. Display kartının üzerinde TSOP4838SJ1 isimli IR alıcısı bulunmaktadır[17]. Ek H'da IR alıcısı ilgili teknik doküman bulunmaktadır. IR alıcısı ile uzaktan kumandadan gönderilen sinyaller alınarak mikroişlemciye gönderilmektedir. Uzaktan kumandada NEC infrared transmisyon protokolü kullanılmaktadır. Bu protokol uzaktan kumandadan gelen sinyalleri şifrelemek için kullanılmaktadır.

Uzaktan kumandadan gelen sinyaller Şekil 2.25'de gibi gönderilmektedir. İlk önce 12-13.5 ms frekansında başlangıç sinyali gönderilmektedir. Daha sonra 8-bitlik cihaz kodu, 8 bitlik DataA, 8 bitlik DataB ve en son olarak 4-bitlik kontrol sinyalleri gönderilmektedir. Şekil 2.19'da gösterildiği gibi gönderilen darbe sinyalinin frekansı 1-1.2 ms ise lojik '0' , 2-2.4 ms ise lojik '1' olarak kabul edilmektedir.



Şekil 2.25 Uzaktan Kumanda Sinyalleri

DataA ve DataB de kumanda tuşlarına basıldığında gönderilen sinyal bilgileridir. Her farklı fonksiyon için farklı kodlar gönderilmektedir.

Kumanda Data Gönderimi:

Başlangıç biti +8bitlik cihaz kodu+ A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 +B7 B6 B5 B4 B3 B2 B1 B0+Kontrol Bitleri

Uzaktan kumanda toplam 28 bit gönderilmektedir. Bu bitleri toplamda 7 adet 4-bitlik olarak ele alındığında ilk 2 4-bitlik sabit ve değeri 8'dir (b1000). 7. 4-bitlik kontrol değeridir. Kumandadan basıldığında;

0x08 0x08 0x00 Mode S.Değeri F.hızı Kontrol şeklinde gönderilmektedir.

Çizelge 2.4 Kumanda Mod Tablosu

MOD	A3 A2 A1 A0	
	Binary	Hex
Soğutma	1000	8
Auto Çalışma	1011	B
Nem Alma	1001	9
Isıtma	1100	C
Hava Dolaşımı	1010	A

Çizelge 2.4’ de uzaktan kumandanın mod tuşuna basıldığında kızılötesi vericisi tarafından gönderilen onaltılık ve ikilik sistemdeki değerleri gösterilmektedir. Şekil 2.19’ da DataA gösterilen verinin en düşük 4-biti bu değerleri tutmaktadır.

Çizelge 2.5 Uzaktan Kumanda Sıcaklık Ayar Değeri

Set Değeri	B7 B6 B5 B4	
	Binary	Hex
15 °C	0000	0
16 °C	0001	1
17 °C	0010	2
18 °C	0011	3
19 °C	0100	4
20 °C	0101	5
21 °C	0110	6
22 °C	0111	7
23 °C	1000	8
24 °C	1001	9
25 °C	1010	A
26 °C	1011	B
27 °C	1100	C
28 °C	1101	D
29 °C	1110	E
30 °C	1111	F

Çizelge 2.5’ de uzaktan kumandadan sıcaklık değeri ayarlandığında kızılötesi verici tarafından gönderilen onaltılık ve ikilik sistemdeki değerleri gösterilmektedir. Alınan bu değerlere göre sıcaklık değerleri ayarlanmaktadır. Her sıcaklık değeri ayarlandığında sadece sıcaklık değerinin tutulduğu 4-bit değişmektedir.

Çizelge 2.6 Uzaktan Kumanda Fan Hız Değerleri

Fan Hızı	B3 B2 B1 B0	
	Binary	Hex
1.Kademe	0000	0
2.Kademe	1001	9
3.Kademe	0010	2
4.Kademe	1010	A
5.Kademe	0100	4
Auto	0101	5

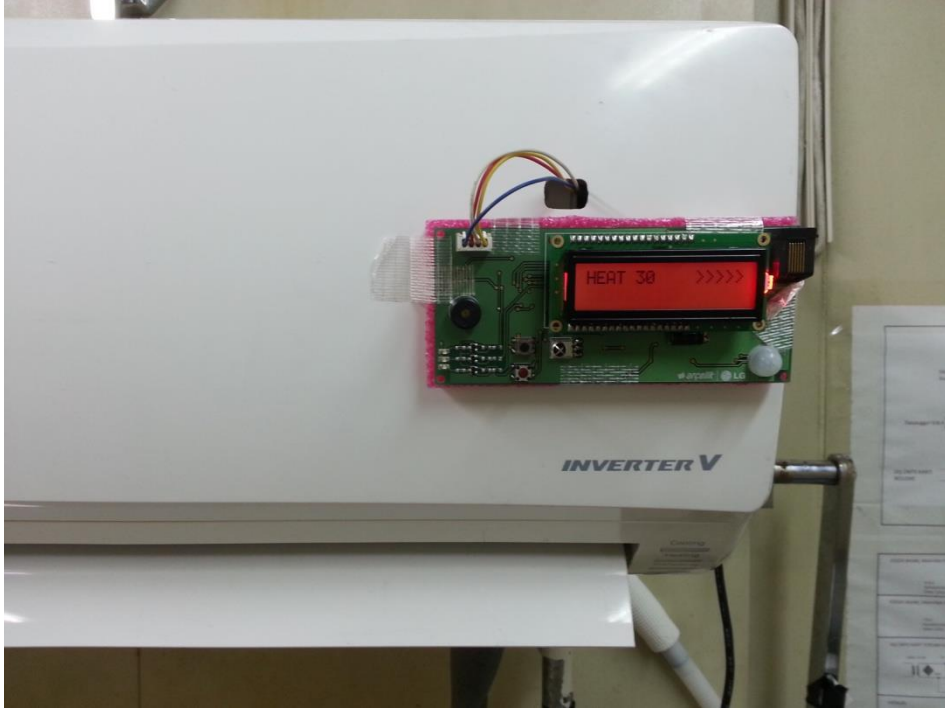
Çizelge 2.6’ da uzaktan kumandadan gönderilen fan değerlerine karşılık gelen onaltılık ve ikilik sistemde değerleri gösterilmektedir. Her fan değiştirme tuşuna basıldığında sadece fan değerleri ile ilgili bilgilerin tutulduğu 4-bit değişmektedir.

2.1.8 Kullanıcı Görsel Ara yüz Kartı

Bu kartta kızılötesi alıcısı, bir adet buzzer ve karakter ekran ve mikrodenetleyici yer almaktadır. Şekil 2.26 ‘da ve Şekil 2.27’de soğutma ve ısıtma modundaki ekran kartının iç ünite üzerindeki görünümü gösterilmektedir.



Şekil 2.26 Soğutma modunda karakter ekranın görüntüsü



Şekil 2.27 Isıtma modunda karakter ekranın görüntüsü

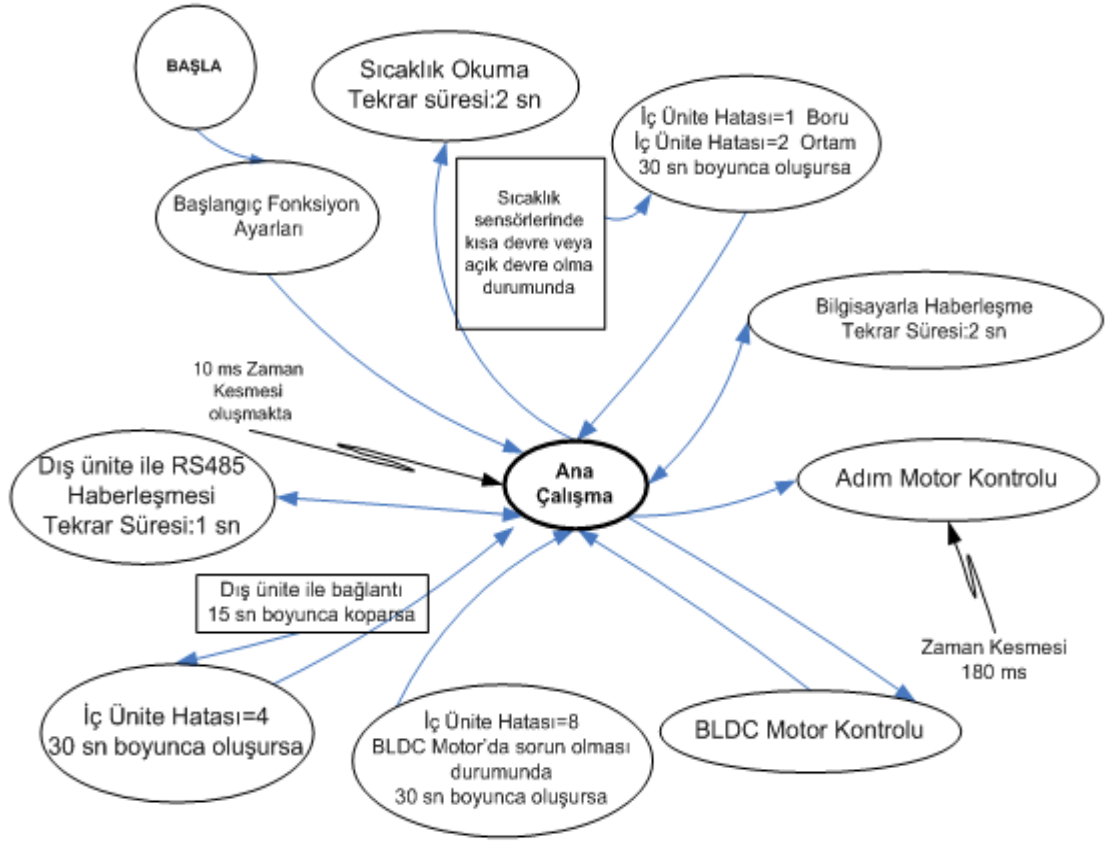
Karakter ekranın arka plan ışığı her mod için farklı yanmaktadır. Soğutma için mavi, ısıtma için kırmızı yanmaktadır. Ayrıca ekranda ayarlanan sıcaklık değeri, fan değeri, çalışma modu yazmaktadır. Buzzer ile sesli uyarı vermektedir. İç ünite kartı ile seri haberleşme ile haberleşmektedir. İç ünite kullanılarak mikrodenetleyici kullanılmaktadır. Ek I'da karakter ekran ile ilgili teknik doküman bulunmaktadır.

İNVERTER KLİMA ALGORİTMA TASARIMI

İnverter klima iç ünite elektronik kontrol sisteminin yazılımında termal çevrim algoritmaları ve donanımsal birim kontrol algoritmaları bulunmaktadır. Termal çevrim algoritmaları ile ilgili genel bilgiler yer almaktadır. Bu tezde bu algoritmalar oluşturulmamış kullanılmıştır.

3.1 Donanımsal Algoritmalar

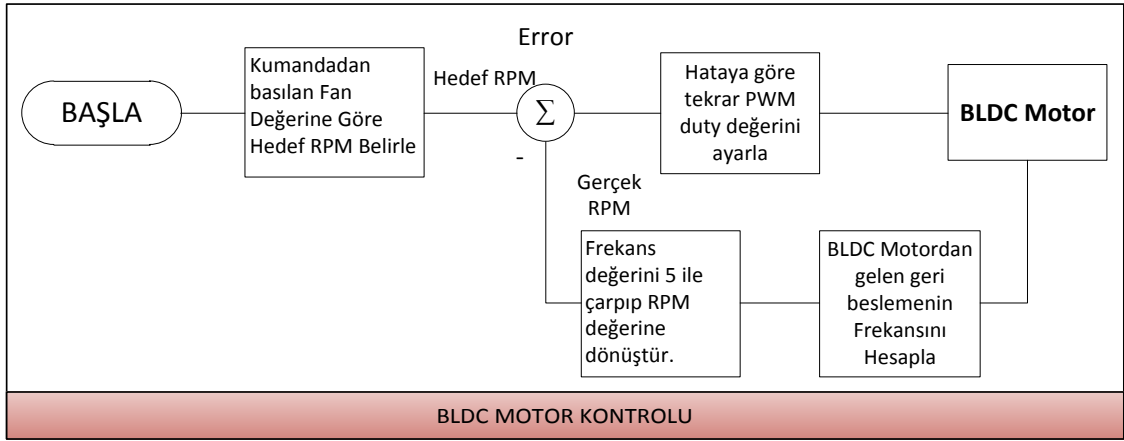
Donanımsal algoritmalar sıcaklık sensörlerinden sıcaklık hesaplama, BLDC motorun çalışması, step motorlar ile hava yönlendirme, dış ünite ile haberleşme ve kullanılan donanımsal komponentlerde oluşan hataları algılama ve bildirme algoritmalarından oluşmaktadır. İç ünite sisteminin olduğu elektronik aksanlar çalışması için kullanılan yazılımlardır. Şekil 3.1’de iç ünite kontrol karında donanımsal birimlerin kontrolü ile ilgili yazılım blok diyagramı bulunmaktadır.



Şekil 3.1 İç ünite donanımsal birim kontrol yazılım blok diyagramı

3.1.1 BLDC Motor Kontrol Algoritması

Şekil 3.2 'de hava üfleme için kullanılan fırçasız DC motorun oransal kontrol algoritması gösterilmektedir. Uzaktan kumandadan ayarlanan fan ayarına göre Çizelge 2.2' de gösterilen motor hızları hedef alınmaktadır. Amaç hedef fan hız değerlerinin sabit kalması istenmektedir. PWM sinyalinin aktif süresi değiştirilerek hız değerleri ayarlanmaktadır. Fan çevre şartlarına göre zorlanmakta hızı azalmakta veya artmaktadır. Bu durumda motorun hız değeri okunarak hedef hız değerine tekrardan ulaşılması sağlanmaktadır.

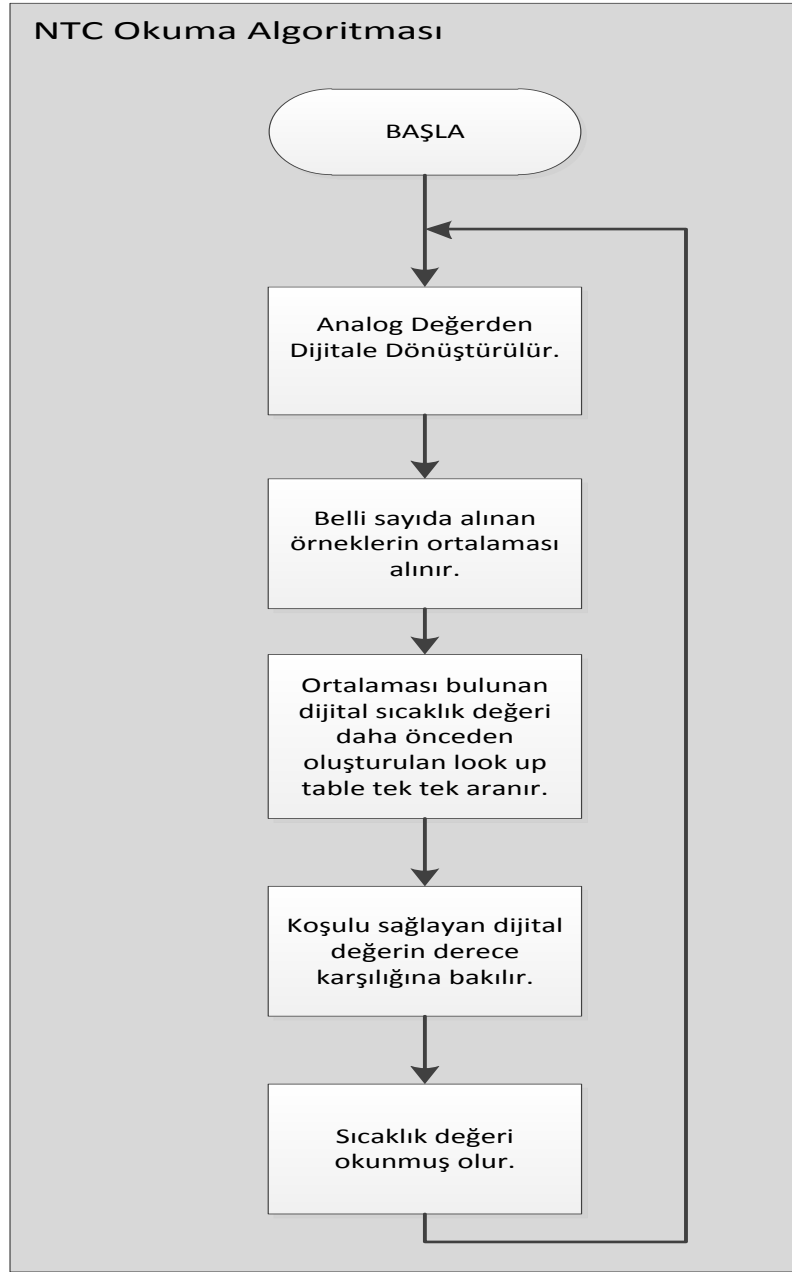


Şekil 3.2 BLDC motor P-kontrolü blog diyagramı

BLDC motorun geri besleme ucundan gelen sinyal mikrodnetleyicinin yakalama özelliği ile yakalanarak frekans değeri hesaplanmaktadır. Frekans değerinin beş katı RPM olarak motorun hız değerini vermektedir. Gerçek hız değeri ile hedef hız değeri arasındaki fark hesaplanarak sapma miktarı hesaplanmaktadır. Sapma miktarına göre hız artırılmakta veya azaltılmaktadır. Bu döngü saniyede bir kez kontrol edilerek kapalı çevrim motor kontrolü sağlanmaktadır.

3.1.2 Sıcaklık Hesaplama Algoritması

Sıcaklık sensörlerinden değer okumak için oluşturulan algoritma Şekil 3.3 'de gösterilmektedir. NTC sıcaklık sensörleri sıcaklık bilgisini analog olarak vermektedir. Analog değerleri mikrodnetleyicinin değerlendirebilmesi için dahili ADC (*Analog to Digital Converter*) modülü ile analog değerler sayısal sinyale dönüştürülmektedir. Sistemin kararlı bir şekilde sıcaklık bilgisini vermesi için belli sayıda sıcaklık verisi örneklenmekte, bu örneklerin ortalama değeri hesaplanarak, algoritmada kullanılmaktadır. Ortalaması bulunan sayısal değerler denklem 2.3'de gösterilen denklemle oluşturulan tabloyla karşılaştırılarak sıcaklık değerleri hesaplanmaktadır. Inverter klima iç ünitesinin bulunduğu ortam sıcaklık değerleri çok hızlı değişmemekle birlikte, bu işlem her 1 saniyede bir tekrarlanmaktadır.

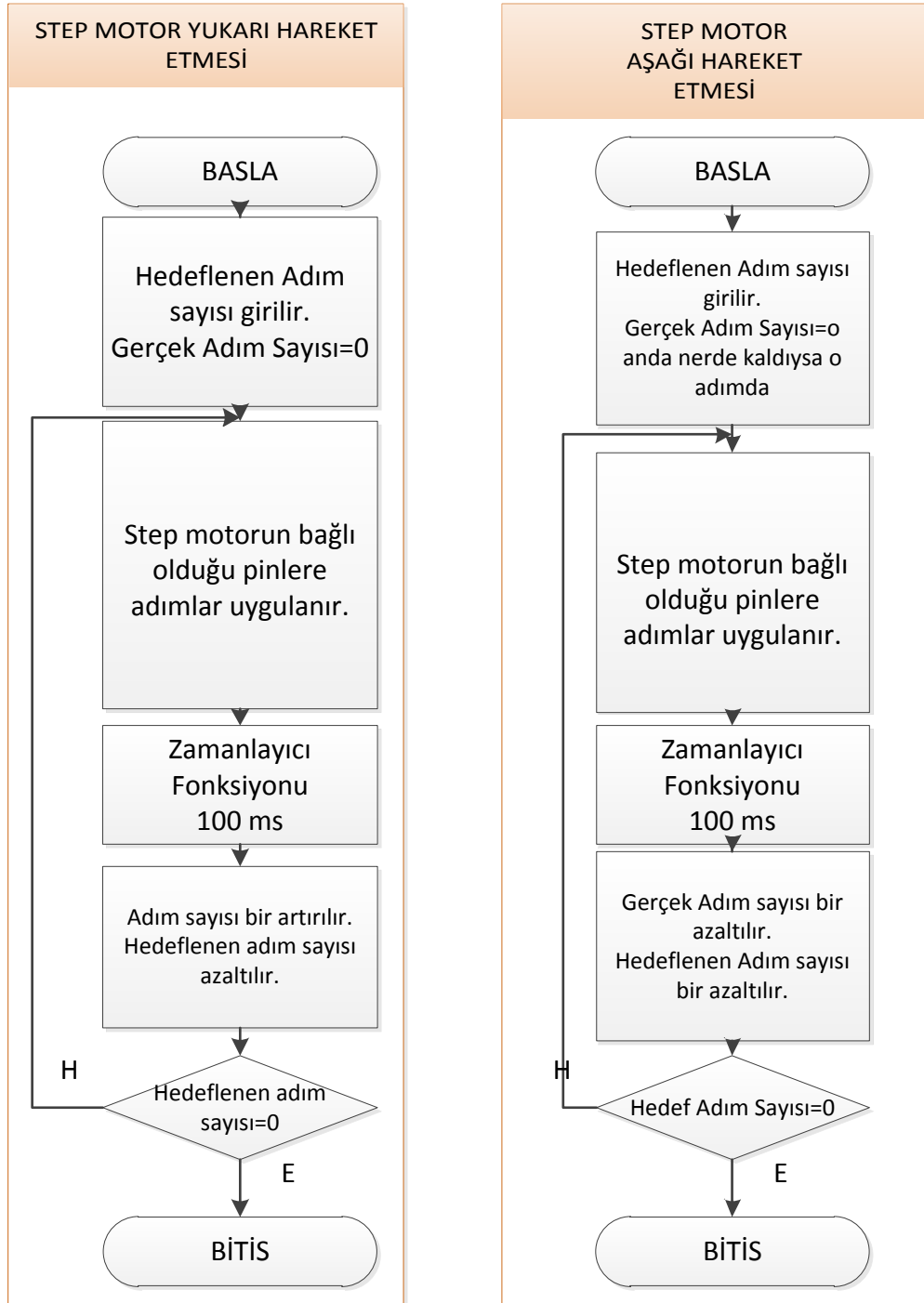


Şekil 3.3 Sıcaklık sensöründen sıcaklık hesaplama algoritması

3.1.3 Step Motor Kontrol Algoritması

Step motorlar hava yönlendirme için kullanılmaktadır. Kumandadan ayarlana moda veya kanat ayarına göre klima kanatları hareket etmektedir. Kanatların hareketi için step motorlar ile açı hesabı yapılarak ayarlanmaktadır. Her bir adımın derecesi belli olduğu için istenilen dereceye göre adım sayısı belirlenmekte ve step motor hareket ettirilmektedir. Mikrodenetleyicide zaman kesmesi kullanarak her adımda kesmeye gitmesi sağlanmaktadır. Zaman kesmesinin süresi kanatların hareket hızını

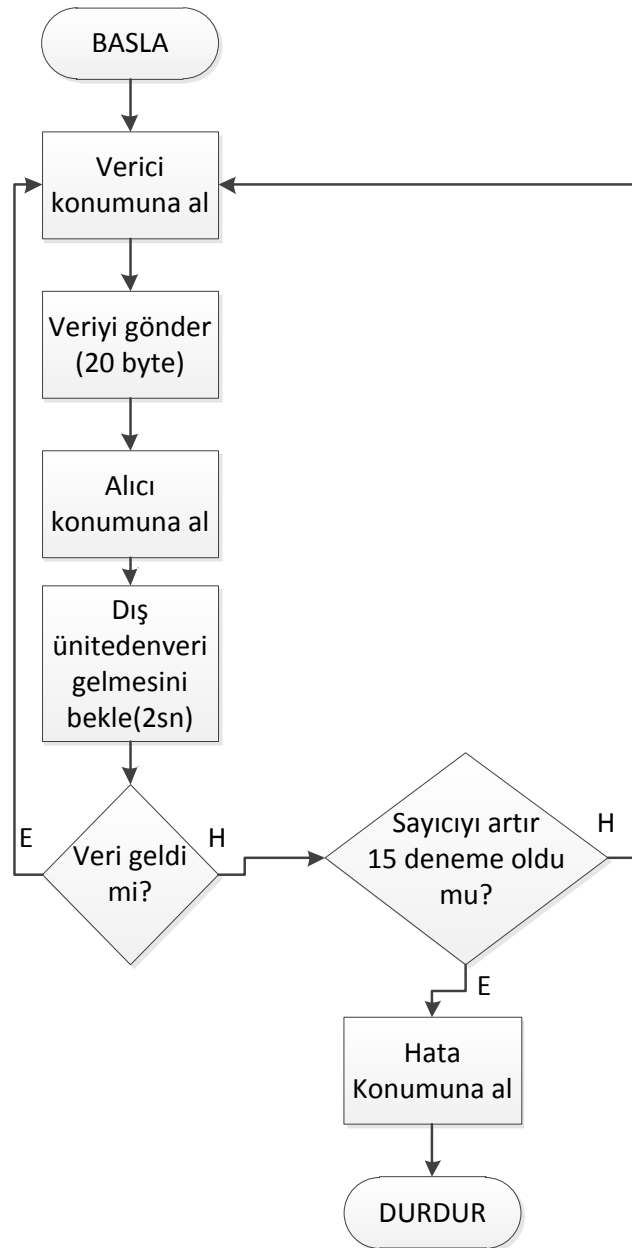
vermektedir. Aşağı ve yukarı hareketler için step motor ileri veya geri adım attırılarak elde edilmektedir. Şekil 3.4 'de adım motor ile ilgili kontrol algoritması gösterilmektedir.



Şekil 3.4 Step motor kontrol algoritması akış diyagramı

3.1.4 Dış Ünite İle Haberleşme Algoritması

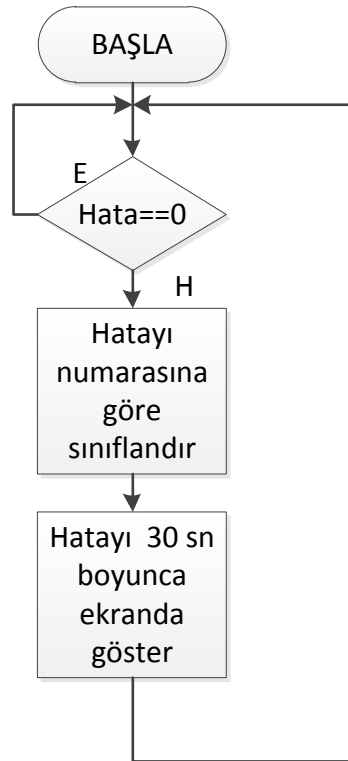
İç ünite dış üniteye veri gönderip veri almaktadır. Her bir saniyede dış üniteye veri gönderdikten sonra iç ünite veri alma konumuna geçerek dış üniteden gelecek verileri beklemektedir. Seri haberleşme ile gönderilen veriler birer byte olarak arka arkaya gönderilmekte herhangi bir kesinti olduğu zaman en baştan tekrar veri paketini göndermektedir. İç ünite verileri gönderdikten sonra on beş saniye boyunca dış üniteden bir cevap gelmezse haberleşme hatası oluşturulmaktadır. Şekil 3.5' de dış ünite haberleşme algoritması akış diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 3.5 Dış ünite haberleşme algoritması akış diyagramı

3.1.5 Hata Oluşma ve Bilgilendirme Algoritması

Sıcaklık sensörleri, BLDC motor, dış ünite ile haberleşme protokolünde herhangi bir problem olduğunda uyarması için oluşturulmuş algoritmalar. Sıcaklık sensöründe kopukluk veya kısa devre olduğunda ortam koşullarında elde edilemeyecek sıcaklık bilgileri oluşmaktadır. Bu gibi hatalı sıcaklık bilgileri otuz saniye boyunca devam ederse sıcaklık sensör hatası uyarısı vermektedir. Aynı şekilde dış ünite ile haberleşmede veriler gönderildikten sonra otuz saniye boyunca herhangi bir veri gelmediği durumda haberleşme hatası uyarısı vermektedir. BLDC motorda sıkışma olması durumunda hedef hızdan çok sapma olmaktadır. Böyle durumda motor hatası uyarısı bildirmektedir. Ayrıca dış ünite birimlerinde oluşan hatalarda haberleşme verileri iç ünite sistemine gönderilerek uyarı vermektedir. Bu hataların önemine göre klima durmaktadır veya hata konumuna geçip beklemektedir. Şekil 3.6' hata bilgilendirme ile ilgili akış diyagramı gösterilmektedir.

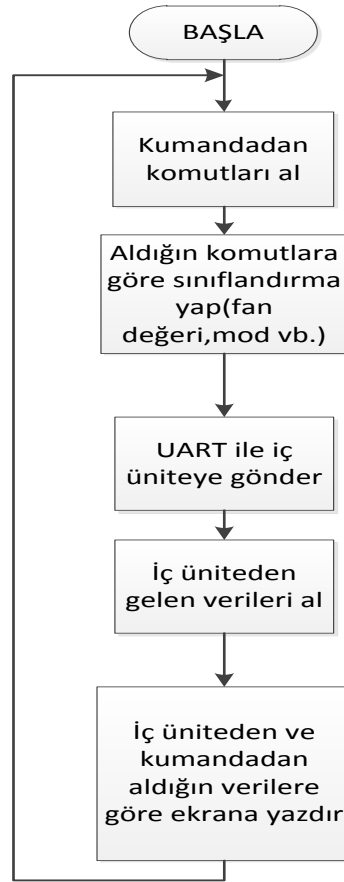


Şekil 3.6 Hata bilgilendirme algoritması akış diyagramı

3.1.6 Ekran Ara yüz ile Kumanda Algoritmaları

Uzaktan kumanda kızılötesi ile haberleşmesi Bölüm 2.1.7' de anlatılmaktadır. Kızılötesi ile gelen sinyaller mikrodnetleyicinin yakalama birimi özelliği ile yakalanıp periyodu hesaplanmaktadır. Periyodunun uzunluğuna göre sinyaller lojik '1' veya lojik '0' olarak ayrılmaktadır. Bu gelen bitler birleştirilerek 4-bitlik veriler oluşmaktadır. Oluşan 4-bitlik verilere göre Bölüm 2.1.7 'de verilen çizelgelerden yararlanarak mod, sıcaklık ayarı ve fan değerleri hesaplanmaktadır. Daha sonra kontrol sisteminde bu değerler kullanılmaktadır. Mikrodenetleyici sürekli olarak kumandadan gelecek sinyali beklemektedir.

Gelen sinyallere göre bir ayırım yapılmakta ve fan, sıcaklık ayarı, mod ayarı bilgileri bir değişkende tutulmaktadır. Bilgilerin doğruluğu kontrol edildikten sonra buzzer ile sesli uyarı vermektedir. Daha sonra bu bilgileri saniyede bir kere iç ünite kartına iletmektedir. Bu haberleşmeyi seri haberleşme yöntemi ile yapmaktadır.



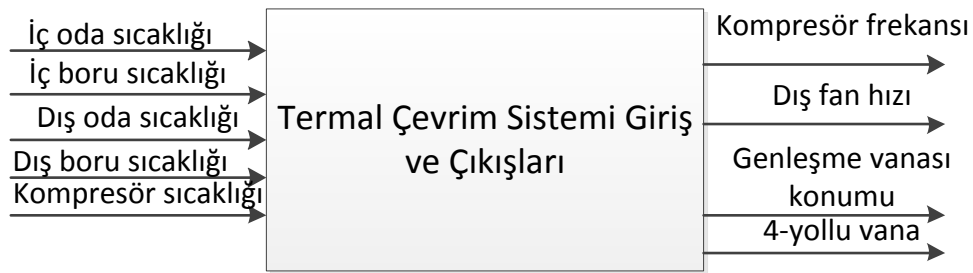
Şekil 3.7 Display ile iç ünite akış diyagramı

3.1.7 Bilgisayar ile Haberleşme Algoritması

İç ünite kartında bulunan modül de usb ara yüz birimi olduğu için usb aracılığı ile bilgisayarla haberleşebilmektedir. Bilgisayarda bulunan özel klima simülasyon programı ile veri alış verişi yaparak klimanın çalışması esnasında bütün parametreler bilgisayarda izlenebilmektedir. Dış üniteden aldığı bilgilerle birlikte iç ünite bilgilerini iki saniyede bir usb ara yüzü ile göndermektedir. Usb ile haberleşmesi için Microchip firmasının kütüphaneleri kullanılmıştır. Aynı zamanda bilgisayardan kontrol içinde bilgisayardan veriler alınmaktadır.

3.2 Termal Çevrim Algoritmaları

Klimanın çalışma prensibinin temelinde termal çevrim yer almaktadır. Termodinamik akış temel olarak giriş sıcaklık verileri ile temel komutları alır ve karşılığında kompresör frekansı, genişleme vanası pozisyonu (eev), fan devri, Dört yöllü vana pozisyonu gibi temel çıktıları üretmektedir. Sıcaklık verilerini alıp bir kontrol döngüsü ile yukarıdaki çıktıları üretmesi için oluşturulan yapıya termal çevrim algoritması denmektedir. Termal çevrim algoritmaları ısıtma ve soğutma algoritmalarını içermektedir. Ayrıca defrost algoritması bulunmaktadır. Bu algoritmalar inverter klimanın termal çevrimini kontrol etmek için kullanılmaktadır. Bunların dışında klimayı oluşturan birimleri korumak için olan koruma algoritmaları bulunmaktadır[15]. Şekil 3.8 'de termal çevrim sisteminin giriş ve çıkışları gösterilmektedir.



Şekil 3.8 Termal çevrim giriş ve çıkış bloğu

3.2.1 Soğutma-Isıtma Algoritması

Kompresör çalışma frekansı için kullanıcının seçtiği soğutma veya ısıtma komutu ile buna bağlı iç ortam sıcaklığı esas alınmaktadır. İç ortam sıcaklığı istenilen oda

sıcaklığına ulaştırılmaya çalışılmaktadır. Aradaki hata miktarına göre kompresör frekans adımı, hata miktarına göre koşul değerine karşılık gelen artış miktarına göre hedef adımı artmakta ya da azalmaktadır. Belirlenen kompresör frekansını dış üniteye iletmektedir. Kompresör sürme işlemi dış üniteye yapılmaktadır. Soğutma modunda ayarlanan sıcaklığa ne kadar yakınsa kompresör o kadar yavaş çalışmaktadır. Oda sıcaklığı ile ayarlanan sıcaklık fazla ise kompresör daha hızla çalışmaktadır.

3.2.2 Elektronik Genleşme Vanası (EEV) Algoritması

Elektronik genleşme vanası, gazın miktarını genleşme özelliği sayesinde azaltarak veya artırarak ısının(soğuk veya sıcak) değişimini sağlamaktadır. İstenilen enerji dönüşüm performansını belirlemek üzere belli açıklık ile gaz-sıvı karışımının geçmesine izin vermektedir. Pozisyonun değeri ise tüm sistem için önceden belirlenmektedir. Bu hesaplamada aynı zamanda sistemdeki tüm sıcaklık bilgileri de girdi olarak alınmaktadır. Ancak hedef sıcaklık olarak kompresörün deşarj sıcaklığı baz alınmaktadır [16].

3.2.3 Güvenlik Algoritmaları

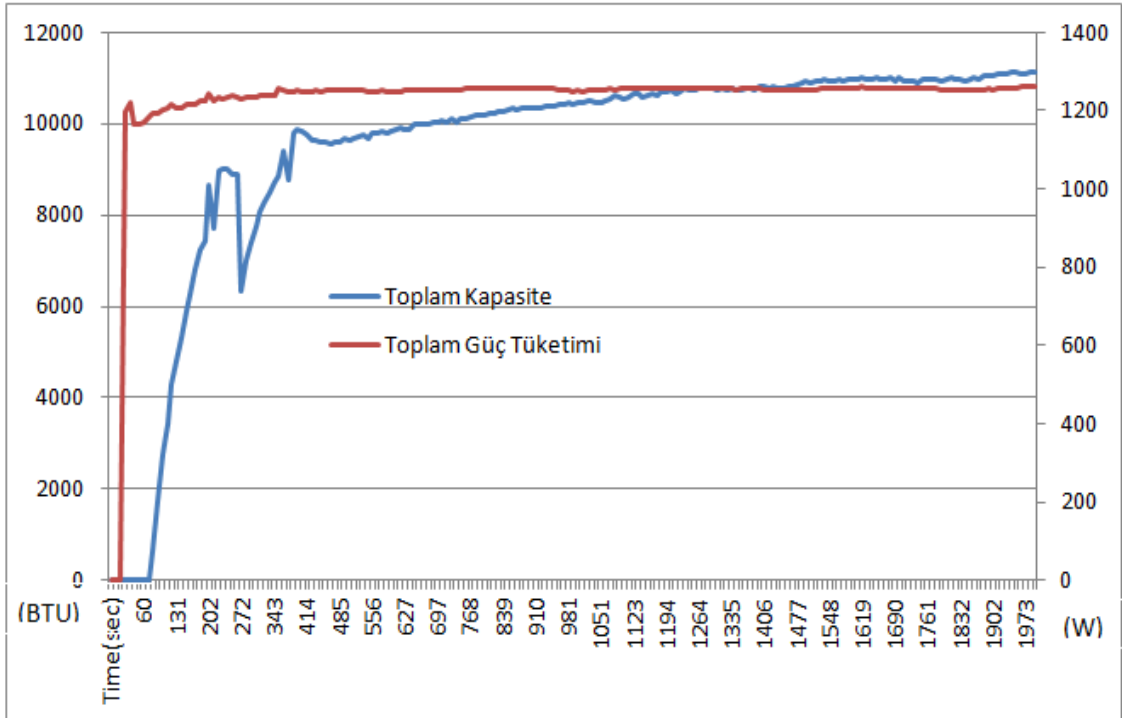
Kompresörün korunması, evaporatörün donmasının engellenmesi, kondanserin donmasının engellenmesi, kondanser sıcaklığın maksimum sıcaklık değerini aşmaması için oluşturulan algoritmalar kullanılmaktadır.

3.2.4 Defrost Algoritması

Inverter klima ısıtma modunda çalışırken dış ortam soğuk olmaktadır. Dış ortam sıcaklığı aşırı düşük olduğunda kondanserde buzlanma meydana gelmektedir. Klima buzlanmanın çözülmesi için soğutma moduna girerek kondanserin ısınması sağlamaktadır. Bu sayede buzun çözülmesi sağlanmaktadır. Bunları kontrol eden algoritmalara defrost algoritmaları denir. Defrost algoritmaları farklı koşullarda farklı şekillerde gerçekleşmektedir.

SİSTEMİN TEST İŞLEMLERİ VE SONUÇLARI

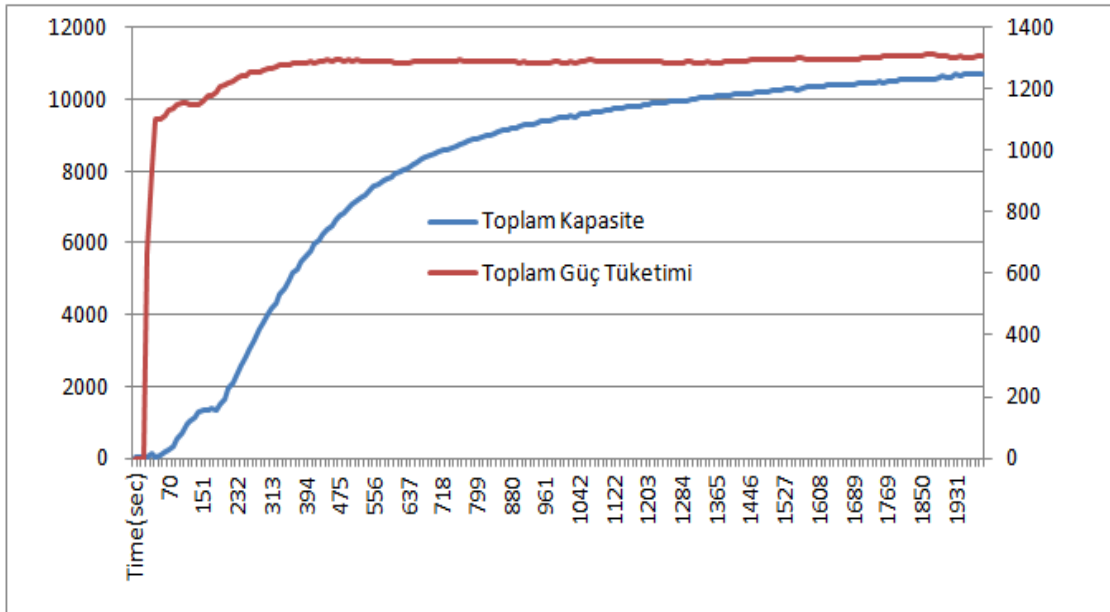
İnverter klima elektronik kontrol sistemi tamamlandıktan sonra inverter klima ilgili performans testleri uygulanmaktadır. İnverter klimanın çalışmasını kontrol etmek için seksen adet farklı test şartlarında test edilmekte, performans ve doğrulama testleri ile doğruluğu sağlanmaktadır. Soğutma kapasitesi, ısıtma kapasitesi, farklı gerilim testleri, defrost testleri vb. gibi testler özel test odalarında uygulanmaktadır. Test sonuçları ile ilgili bilgiler test bilgisayarlarında kayıt edilerek grafikleri çıkarılmaktadır.



Şekil 4.1 On-off klima soğutma kapasitesi test sonuçları

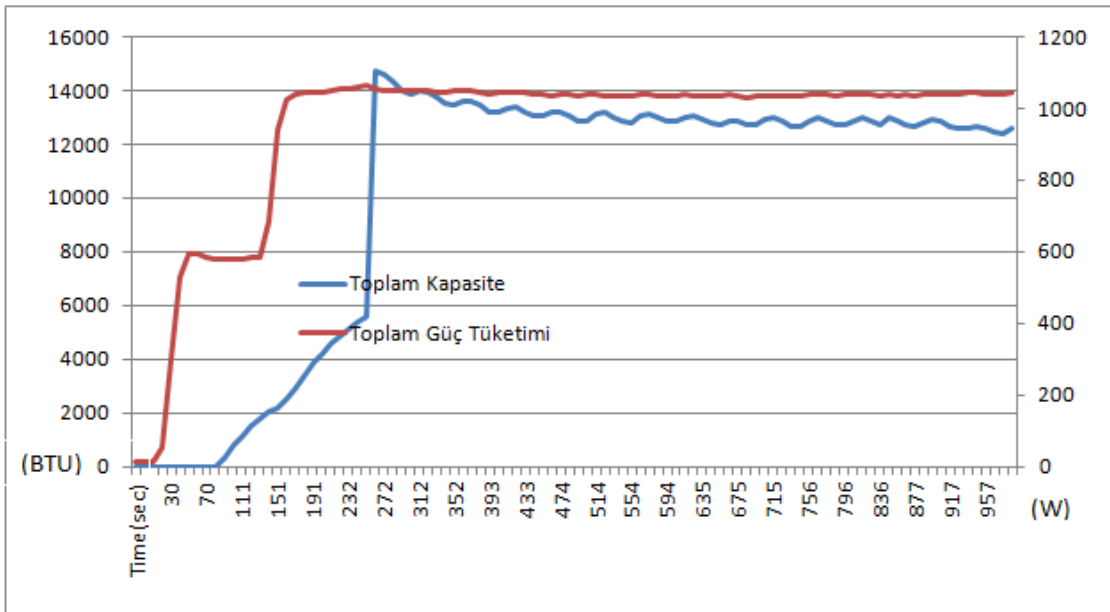
Şekil 4.1’de on-off klimalar için soğutma kapasitesi test sonuç grafiği gösterilmektedir. Bu grafikte zamana göre toplam kapasite ve toplam güç tüketimi gösterilmektedir.

Ortalama olarak toplam kapasite 11000 Btu/h çıkmıştır. Btu(British thermal unit) bir klimanın saatte verdiği ısı miktarıdır. Ortalama 1300 Watt toplam güç tüketmektedir.



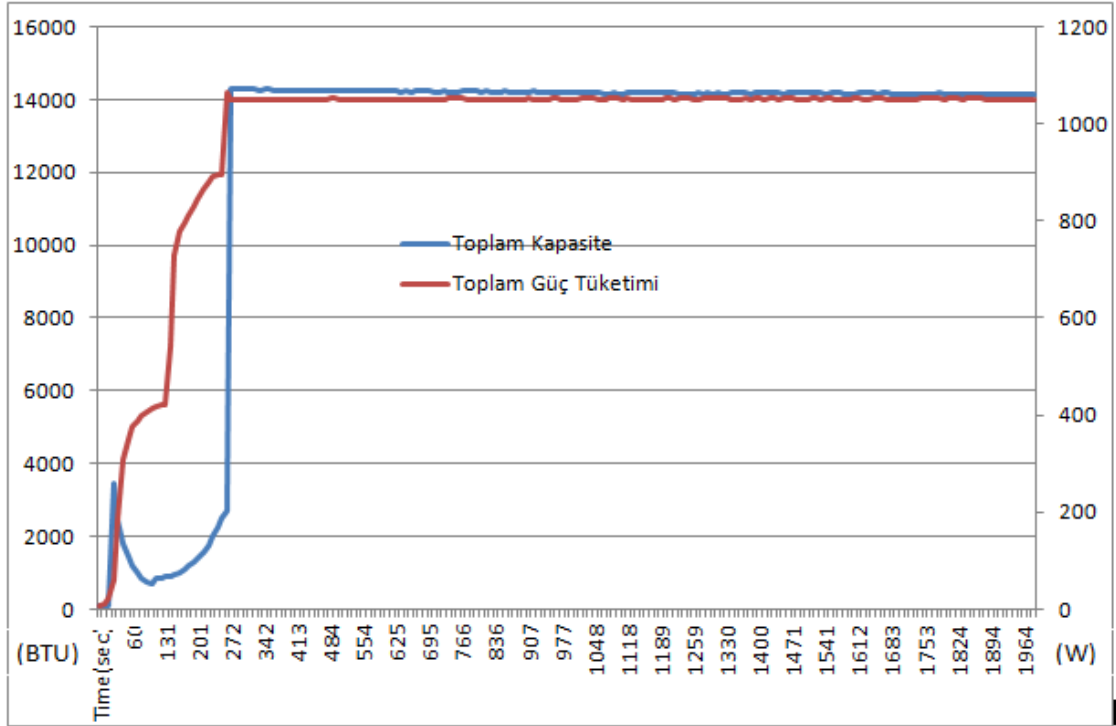
Şekil 4.2 On-off klima ısıtma kapasitesi test sonuçları

Şekil 4.2'de on-off klimalar için ısıtma kapasitesi test sonuç grafiği gösterilmektedir. Zamana göre güç tüketimi ve verdiği ısı kapasitesi gösterilmektedir. Ortalama olarak toplam kapasite 10000-11000 Btu/h arası çıkmıştır. Ortalama 1300 Watt toplam güç tüketmektedir.



Şekil 4.3 İnverter klima soğutma kapasitesi test sonuçları

Şekil 4.3' de tezde yapılan inverter klima için yapılan soğutma kapasitesi test sonuç grafiği gösterilmektedir. Bu test sonucuna göre toplam kapasite 12000-14000 Btu/h arası olarak görülmektedir. Ortalama güç tüketimi ise 1000 Watt olarak görülmektedir.



Şekil 4.4 İnverter klima ısıtma kapasitesi test sonuçları

Şekil 4.4' de inverter klimanın ısıtma kapasitesi test sonuçları gösterilmektedir. Test sonuçlarına göre kapasite 14000 Btu/h ve güç tüketimi 1100 Watt olarak çıkmıştır.

Yapılan testlere göre inverter klimanın on-off klimalara göre daha az güç tükettiği ve aynı zamanda daha yüksek kapasitede çalıştığı görülmüştür. Bu testlerde ki güç tüketimleri azaltılabilir. Aynı zamanda performansı da artırılabilir. On-off klimalarda daha az kapasitelerde daha yüksek enerji harcandığı görülmüştür.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında, inverter klima elektronik kontrol sisteminde iç ünite elektronik kontrol sistemi tasarlanmıştır. İlk önce literatür araştırılması yapılmış ve çeşitli inverter klima ürünleri incelenmiştir. Daha sonra iç ünite kartı tasarlanmış ve gerekli elektriksel kontroller yapılmıştır. Daha sonra kullanılan BLDC motor kontrolü, sıcaklık sensöründen sıcaklık okuma, nem sensöründen bilgi okuma, step motor kontrolü ve seri haberleşme protokolü ile ilgili yazılımlar oluşturularak çalışmaları ayrı ayrı test edilmiştir. Sonra bir kontrol sistemi içerisinde aynı anda çalışmaları kontrol edilmiş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Termal çevrim algoritmaları da sisteme yerleştirilerek inverter klima elektronik kontrol sistemi tasarımı tamamlanmıştır. İnverter klima elektronik kontrol sistemine giriş olarak sıcaklık sensöründen gelen bilgiler, uzaktan kumandadan gelen çalıştırma bilgileri ve dış üniteden gelen bilgilerden oluşmuştur. Çıkış olarak BLDC motor, step motorlar ve dış üniteye gönderilecek bilgilerden oluşmuştur.

İç ünite kartı yazılımı Microchip firmasının Mplab 8.86 programı kullanılarak C programlama dilinde geliştirilmiş, gömülü sisteme uygun hale getirilmiştir. LG Electronics referans dokümanları [16] kullanılarak inverter klimanın termal çevrimi ile ilgili parametreler kullanılarak ilk önce bilgisayar üzerinde algoritmalar çalıştırılmış daha sonra mikrodenetleyici üzerinde çalıştırılarak doğruluğu kontrol edilmiştir.

Bu tez kapsamında tasarlanan, geliştirilen ve prototip üretimi geliştirilen iç ünite kartı Arçelik-LG ARGE bünyesinde yapılan ilk inverter klima kontrol kartıdır. Edinilen

deneyim ve çıktıları bundan sonraki yeni inverter klima tabanlı projelerde temel teşkil edecektir. Mevcut iç ünite kartına müşteri beklentileri dikkate alınarak istenilen parametreyi algılamak üzere sensör ve çalıştırıcı (*nemlendirme, taze hava alma vs...*), istenilen özellikte kullanıcı ara yüzü ve kullanıcının klimayı uzaktan kontrolüne imkan tanıyan uzaktan erişim çözümleri kontrol edilebilir. İç ünite kartının maliyeti 12\$ olarak hedeflenmiştir. İç ünite kartında maliyet optimizasyonuna dayalı tasarım değişiklikleri yapılarak daha maliyeti az kart tasarlanabilir. Ayrıca yapay sinir ağları ile kendi kendine öğrenebilen akıllı algoritmalar geliştirilebilir. Hareket sensörü ile ilgili çalışmalar yapılmış ama algoritmalar ile ilgili çalışma yapılmadığı için başarısız olunmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Alarko Carrier, (2006).İnverterli Klimaların Çalışma Prensibi, Teknik Bülten Dergisi, Sayı :13.
- [2] Split Type Air conditioner , www.daikin.com, 20 Ocak 2013.
- [3] Toshiba Air Conditioner News , <http://www.toshiba-aircon.co.uk/news>, 20 Ocak 2013.
- [4] Mitsubishi Air Conditioner Inverter Technology, <http://www.mitsubishielectric.com/bu/air/technologies/inverter.html>, 20 Ocak 2013.
- [5] Samsung Air Conditioner Information, <http://www.samsung.com/levant/consumer/home-appliances/air-conditioner>, 20 Ocak 2013.
- [6] Jiang, J., Zhang, X., (2010). “Electric Control System of Inverter Air-conditioning Based on Fuzzy Control”, IEEE, Information Science and Engineering (ICISE), 2010 2nd International Conference on.
- [7] Funami, K., Hiroaki, N., (2011). “Evaluation of Power Consumption and Comfort using Inverter Control of Air-conditioning”, IEEE, IECON 2011 - 37th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society.
- [8] Lee, J., Lee, S., (2013). “PMV Calculation and Intelligent Control Algorithm for Location-based Human Adaptive Air-conditioner”, IEEE, Consumer Electronics (GCCE), 2013 IEEE 2nd Global Conference on.
- [9] Air Conditioner Model SB UA3+, <http://www.lg.com/in/split-ac/lg-AS-W126B1U1>, 18 Nisan 2013.
- [10] PIC32 Ethernet User Manual, <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/61166A.pdf>, 18 Nisan 2013.
- [11] NTC Sensor Measurement, <http://www.epcos.com/blob/531128/download/2/pdf-standardizedrt.pdf>, 12 Mart 2013.
- [12] Sensirion, Sensirion SHT11 Humidity Sensor, www.sensirion.com/en/products/humidity-temperature/humidity-sensor-sht11, 12 Mart 2013.
- [13] BYJ46 Step Motor Datasheet,

<http://smart-elektronic.strefa.pl/silnik/datasheet.pdf>, 24 Mayıs 2012.

- [14] ULN2003A Datasheet,
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/uln2003a.pdf>, 18 Haziran 2013.
- [15] Arçelik-LG Klima, INVERTER KLİMA İÇİN YAZILIM KÜTÜPHANESİ VE SİMULATÖR GELİŞTİRİLMESİ RAPORU, 2013.
- [16] LG Electronics, LG Electronics Air Conditioner Control Group RS Document, 2009.
- [17] TSOP4838 Datasheet,
<http://www.digchip.com/datasheets/parts/datasheet/513/TSOP4838SJ1-pdf.php>, 23 Mayıs 2013.
- [18] Yanagawa R., Sawada K. ve Shin S., (2012). "On the adaptation of the air-conditioner to the indoor environment using the Constant-Trace Algorithm", IEEE, 12th International Conference on Control, Automation and Systems Oct.
- [19] Liu X., Zhao D., Wu J., (2009). "Frequency-variable air conditioner controller using neural network", IEEE, 12th International Conference on Control, Automation and Systems Oct.
- [20] Ming L., Qinq-qi Z., Hua-guang Z., (2009). "Optimization Dispatch of Air Conditioner Loads Using Ant Colony Algorithm", IEEE, International Conference on.

PIC32 ETHERNET MODÜL TEKNİK DÖKÜMAN

PIC32 Ethernet Starter Kit User's Guide

1.2 PIC32 FUNCTIONALITY AND FEATURES

Representations of the layout of the PIC32 Ethernet Starter Kit are shown in [Figure 1-1](#) and [Figure 1-2](#).

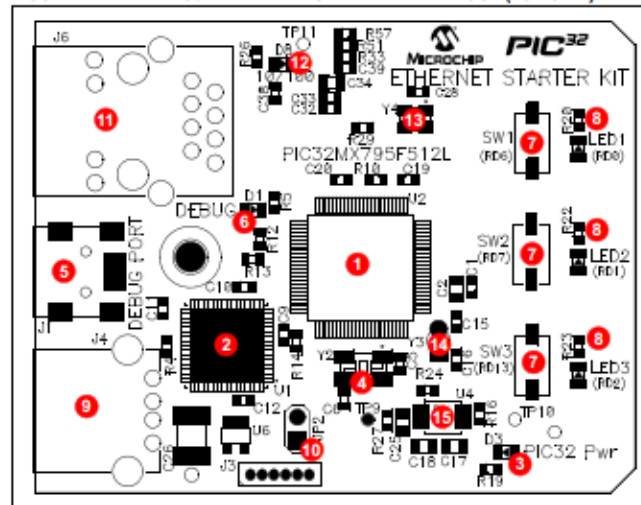
The top assembly of the board includes these key features, as indicated in [Figure 1-1](#):

1. PIC32MX795F512L 32-bit microcontroller.
2. PIC32MX440F512H USB microcontroller for on-board debugging.
3. Green power indicator LED.
4. On-board crystal for precision microcontroller clocking (8 MHz).
5. USB connectivity for on-board debugger communications.
6. Orange debug indicator LED.
7. Three push button switches for user-defined inputs.
8. Three user-defined indicator LEDs.
9. USB Type A receptacle connectivity for PIC32 host-based applications.
10. HOST mode power jumper.
11. RJ-45 Ethernet port.
12. Ethernet 10/100 bus speed indicator LED.
13. 50 MHz Ethernet PHY oscillator.
14. 32 kHz oscillator (optional).
15. USB Host and OTG power supply for powering PIC32 USB applications.

Note: When running self-powered USB device applications, open the jumper JP2 to prevent possibly back-feeding voltage onto the Vbus from one port on the host to another (or from one host to another).

For details on these features, refer to [Chapter 2. "Hardware"](#).

FIGURE 1-1: PIC32 ETHERNET STARTER KIT LAYOUT (TOP SIDE)



SICAKLIK SENSÖRÜ TEKNİK DÖKÜMAN



Standardized R/T characteristics

1 Introduction

1.1 Resistance value

The R/T characteristics tabulated in the following have been standardized for the resistance value at 25 °C. The actual resistance values of a particular NTC thermistor are obtained by multiplying the ratio R_T/R_{25} (tabulated value) by the resistance value at 25 °C (specified in the data sheets).

$$R_T = \frac{R_T}{R_{25}} \cdot R_{25} \quad (\text{formula 1})$$

Resistance values at intermediate temperatures within the range of the subsequent temperature interval can be calculated by means of the temperature coefficient α .

α is inserted in the following equation:

$$R_T = R_{T_x} \cdot \exp \left[\frac{\alpha_x}{100} \cdot (T_x + 273.15)^2 \cdot \left(\frac{1}{T + 273.15} - \frac{1}{T_x + 273.15} \right) \right] \quad (\text{formula 2})$$

R_T Resistance value at temperature T

R_{T_x} Resistance value at the beginning of the relevant temperature interval

T_x Temperature in °C at the beginning of the relevant temperature interval

T Temperature of interest in °C ($T_x < T < T_{x+1}$)

α_x Temperature coefficient at temperature T_x

Example:

Given: Curve 1006

$R_{25} = 4.7 \text{ k}\Omega$

$\alpha_5 = 4.4$

Unknown: Resistance at 7 °C (R_7)

■ Calculation of the resistance value at the beginning of the relevant temperature interval ($T_x = 5 \text{ °C}$):

$$R_{T_x} = R_5 = 2.2739 \cdot 4.7 \text{ k}\Omega = 10.6873 \text{ k}\Omega$$

■ Substituting this value into equation (formula 2) yields:

$$R_7 = R_5 \cdot \exp \left[\frac{\alpha_5}{100} \cdot (5 + 273.15)^2 \cdot \left(\frac{1}{7 + 273.15} - \frac{1}{5 + 273.15} \right) \right]$$

$$R_7 = 10.6873 \text{ k}\Omega \cdot \exp \left[\frac{4.4}{100} \cdot 278.15^2 \cdot \left(\frac{1}{280.15} - \frac{1}{278.15} \right) \right]$$

$$R_7 = 10.6873 \text{ k}\Omega \cdot \exp [-0.08737] = 10.6873 \cdot 0.9163$$

$$R_7 = 9.7932 \text{ k}\Omega$$

Please read Important notes
and Cautions and warnings.

Page 2 of 8

NEM SENSÖRÜ TEKNİK DÖKÜMAN

SENSIRION
THE SENSOR COMPANY

Datasheet SHT1x

Sensor Performance

Relative Humidity

Parameter	Condition	min	typ	max	Units
Resolution ¹		0.4	0.05	0.05	%RH
		8	12	12	bit
Accuracy ² SHT10	typical		±4.5		%RH
	maximal	see Figure 2			
Accuracy ² SHT11	typical		±3.0		%RH
	maximal	see Figure 2			
Accuracy ² SHT15	typical		±2.0		%RH
	maximal	see Figure 2			
Repeatability			±0.1		%RH
Hysteresis			±1		%RH
Non-linearity	linearized		<<1		%RH
Response time ³ τ (63%)			8		s
Operating Range		0		100	%RH
Long term drift ⁴	normal		< 0.5		%RH/yr

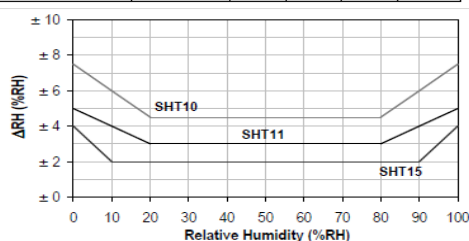


Figure 2: Maximal RH-tolerance at 25°C per sensor type.

Temperature

Parameter	Condition	min	typ	max	Units
Resolution ¹		0.04	0.01	0.01	°C
		12	14	14	bit
Accuracy ² SHT10	typical		±0.5		°C
	maximal	see Figure 3			
Accuracy ² SHT11	typical		±0.4		°C
	maximal	see Figure 3			
Accuracy ² SHT15	typical		±0.3		°C
	maximal	see Figure 3			
Repeatability			±0.1		°C
Operating Range		-40		123.8	°C
		-40		254.9	°F
Response Time ⁶ τ (63%)		5		30	s
Long term drift			< 0.04		°C/yr

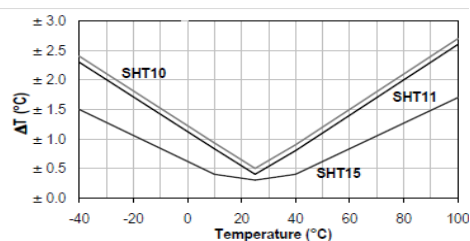


Figure 3: Maximal T-tolerance per sensor type.

Electrical and General Items

Parameter	Condition	min	typ	max	Units
Source Voltage		2.4	3.3	5.5	V
Power Consumption ⁵	sleep		2	5	μW
	measuring		3		mW
	average		90		μW
Communication	digital 2-wire interface, see Communication				
Storage	10 – 50°C (0 – 125°C peak), 20 – 60%RH				

Packaging Information

Sensor Type	Packaging	Quantity	Order Number
SHT10	Tape & Reel	2000	1-100218-04
	Tape & Reel	100	1-100051-04
SHT11	Tape & Reel	400	1-100098-04
	Tape & Reel	2000	1-100524-04
SHT15	Tape & Reel	100	1-100085-04
	Tape & Reel	400	1-100093-04

This datasheet is subject to change and may be amended without prior notice.

¹ The default measurement resolution of is 14bit for temperature and 12bit for humidity. It can be reduced to 12/8bit by command to status register.

² Accuracies are tested at Outgoing Quality Control at 25°C (77°F) and 3.3V. Values exclude hysteresis and are applicable to non-condensing environments only.

³ Time for reaching 63% of a step function, valid at 25°C and 1 m/s airflow.

⁴ Value may be higher in environments with high contents of volatile organic compounds. See Section 1.3 of Users Guide.

⁵ Values for VDD=3.3V at 25°C, average value at one 12bit measurement per second.

⁶ Response time depends on heat capacity of and thermal resistance to sensor substrate.

ULN2003A TEKNİK DÖKÜMAN



ULN2002A, ULN2003A, ULN2003AI, ULN2004A
ULQ2003A, ULQ2004A

www.ti.com

SLDS003V1-DECEMBER 1991-REVISED FEBRUARY 2002

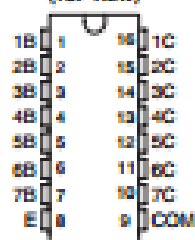
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON TRANSISTOR ARRAYS

Check for Samples: [ULN2002A](#), [ULN2003A](#), [ULN2003AI](#), [ULN2004A](#), [ULQ2003A](#), [ULQ2004A](#)

FEATURES

- 500-mA-Rated Collector Current (Single Output)
- High-Voltage Outputs: 50 V
- Output Clamp Diodes
- Inputs Compatible With Various Types of Logic
- Relay-Driver Applications

ULN2003A ... N PACKAGE
ULN2003A ... D, N, NS, OR PW PACKAGE
ULN2004A ... D, N, OR NS PACKAGE
ULQ2003A, ULQ2004A ... D OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



DESCRIPTION

The ULN2002A, ULN2003A, ULN2003AI, ULN2004A, ULQ2003A, and ULQ2004A are high-voltage high-current Darlington transistor arrays. Each consists of seven npn Darlington pairs that feature high-voltage outputs with common-cathode clamp diodes for switching inductive loads. The collector-current rating of a single Darlington pair is 500 mA. The Darlington pairs can be paralleled for higher current capability. Applications include relay drivers, hammer drivers, lamp drivers, display drivers (LED and gas discharge), line drivers, and logic buffers. For 100-V (otherwise interchangeable) versions of the ULN2003A and ULN2004A, see the [SN75468](#) and [SN75469](#), respectively.

The ULN2002A is designed specifically for use with 14-V to 25-V PMOS devices. Each input of this device has a Zener diode and resistor in series to control the input current to a safe limit. The ULN2003A and ULQ2003A have a 2.7-k Ω series base resistor for each Darlington pair for operation directly with TTL or 5-V CMOS devices. The ULN2004A and ULQ2004A have a 10.5-k Ω series base resistor to allow operation directly from CMOS devices that use supply voltages of 6 V to 15 V. The required input current of the ULN/ULQ2004A is below that of the ULN/ULQ2003A, and the required voltage is less than that required by the ULN2002A.

PC817 TEKNİK DÖKÜMAN

SHARP

PC817 Series

PC817 Series

High Density Mounting Type
Photocoupler

- * Lead forming type (I type) and taping reel type (P type) are also available. (PC817I/PC817P)
 ** TÜV (VDE0884) approved type is also available as an option.

■ Features

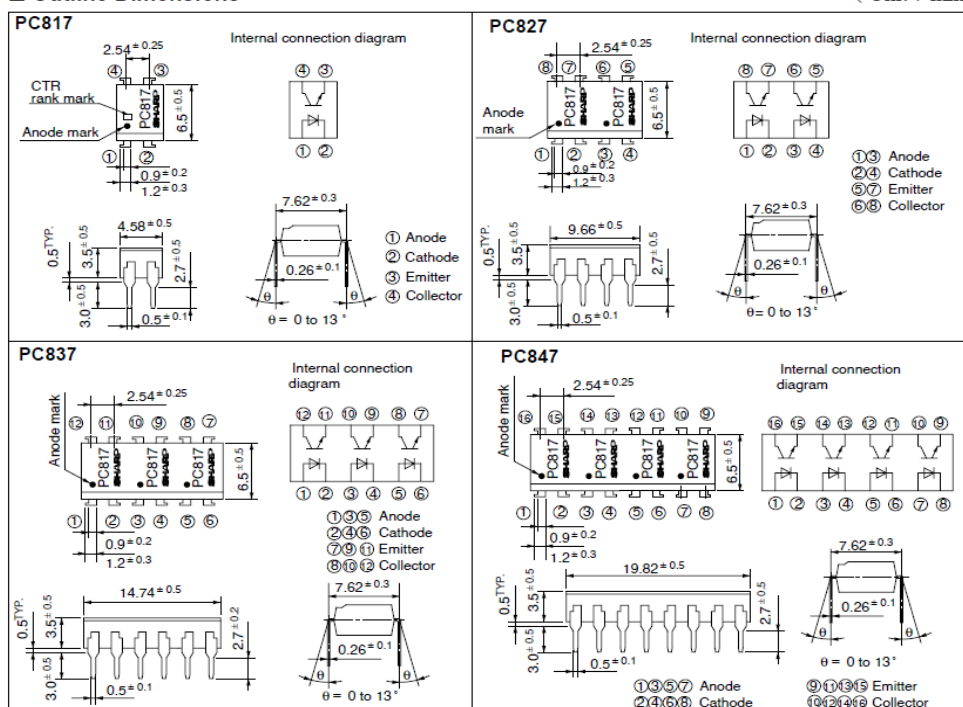
1. Current transfer ratio
(CTR: MIN. 50% at $I_F = 5\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$)
2. High isolation voltage between input and output ($V_{iso} : 5000\text{V}_{rms}$)
3. Compact dual-in-line package
PC817 : 1-channel type
PC827 : 2-channel type
PC837 : 3-channel type
PC847 : 4-channel type
4. Recognized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

■ Applications

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

■ Outline Dimensions

(Unit : mm)



BC807 TEKNİK DÖKÜMAN

BC807; BC807W; BC327

45 V, 500 mA PNP general-purpose transistors

Rev. 06 — 17 November 2009

Product data sheet

1. Product profile

1.1 General description

PNP general-purpose transistors.

Table 1. Product overview

Type number	Package		NPN complement
	NOF	JEITA	
BC807	SOT23	-	BC817
BC807W	SOT323	SC-70	BC817W
BC327	SOT54 (TO-92)	SC-43A	BC337

[1] Also available in SOT54A and SOT54 variant packages (see [Section 3](#)).

1.2 Features

- High current
- Low voltage

1.3 Applications

- General-purpose switching and amplification

1.4 Quick reference data

Table 2. Quick reference data

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
V_{CE0}	collector-emitter voltage	open base; $I_C = 10\text{ mA}$	-	-	-45	V
I_C	collector current (DC)		-	-	-500	mA
I_{CM}	peak collector current		-	-	-1	A
h_{FE}	DC current gain	$I_C = -100\text{ mA}$; [1] $V_{CE} = -1\text{ V}$				
	BC807; BC807W; BC327		100	-	600	
	BC807-16; BC807-16W; BC327-16		100	-	250	
	BC807-25; BC807-25W; BC327-25		160	-	400	
	BC807-40; BC807-40W; BC327-40		250	-	600	

[1] Pulse test; $t_p \leq 300\text{ }\mu\text{s}$; $\delta \leq 0.02$.

TSOP48 TEKNİK DÖKÜMAN



TSOP48..SJ1

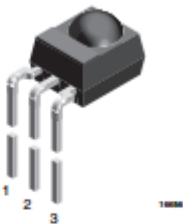
Vishay Semiconductors

IR Receiver Modules for Remote Control Systems

Description

The TSOP48..SJ1 - series are miniaturized receivers for infrared remote control systems. PIN diode and preamplifier are assembled on lead frame, the epoxy package is designed as IR filter.

The demodulated output signal can directly be decoded by a microprocessor. TSOP48..SJ1 is the standard IR remote control receiver series, supporting all major transmission codes.



Features

- Photo detector and preamplifier in one package
- Internal filter for PCM frequency
- Improved shielding against electrical field disturbance
- TTL and CMOS compatibility
- Output active low
- Low power consumption

Mechanical Data

Pinning:

1 = OUT, 2 = GND, 3 = V_s

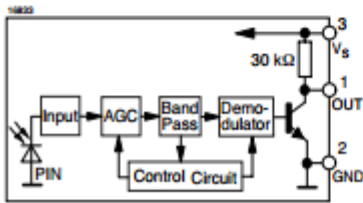
Special Features

- Improved immunity against ambient light
- Suitable burst length ≥ 10 cycles/burst

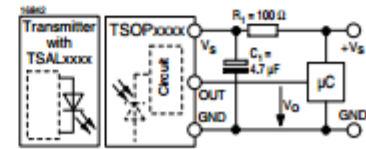
Parts Table

Part	Carrier Frequency
TSOP4830SJ1	30 kHz
TSOP4833SJ1	33 kHz
TSOP4836SJ1	36 kHz
TSOP4837SJ1	36.7 kHz
TSOP4838SJ1	38 kHz
TSOP4840SJ1	40 kHz
TSOP4856SJ1	56 kHz

Block Diagram



Application Circuit

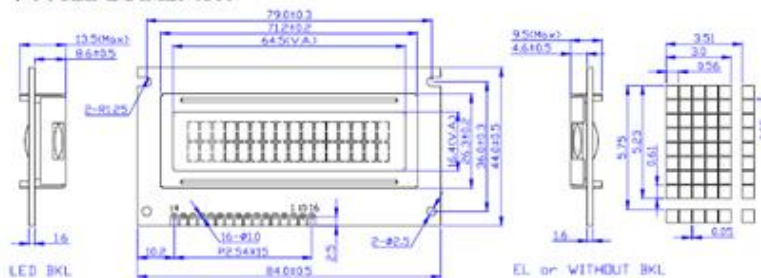


$R_1 + C_1$ recommended to suppress power supply disturbances.

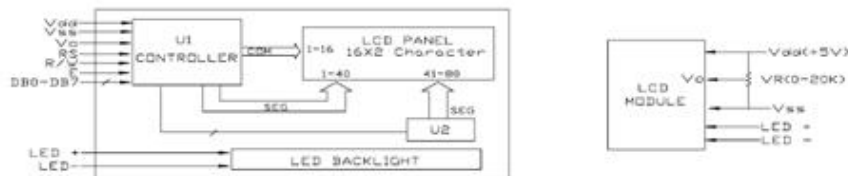
The output voltage should not be hold continuously at a voltage below $V_O = 3.3$ V by the external circuit.

PCM1602B

◆ OUTLINE DIMENSION



◆BLOCK DIAGRAM & POWER SUPPLY



◆MECHANICAL SPEC. & FEATURES

Item	Dimension(mm)	Features	
Module Size(W×H×T)	84.0×44.0×9.5/13.5	LC Fluid	TN, STN (Yellow-green, Gray, Blue), FSTN
Viewing Area(W×H)	64.5×16.4	Polarizer	Reflective, Transflective, Transmissive
Dot Size(W×H)	0.56×0.61	View Angle	6:00 o'clock or 12:00 o'clock
Dot Pitch(W×H)	0.61×0.66	Display Type	Positive or Negative
Character Size(W×H)	3.00×5.23	Backlight	LED (Optional)
Character Pitch(W×H)	3.51×5.75	Operating Temp.	0℃~50℃ or -20℃~70℃
		Controller	S6A0069 or Equivalent

◆INTERFACE PIN CONNECTIONS

Pin No.	Symbol	Function	Pin No.	Symbol	Function
1	Vss	Ground for logic	6	E	Enable signal
2	Vdd	Power supply for logic	7-14	DB0-DB7	Data bus lines
3	Vo	Power supply for LCD	15	A	BKL +
4	RS	Register selection (H Data, L Instruction)	16	K	BKL -
5	R/W	Read/Write selection (H: R, L: W)			

◆ ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Item	Symbol	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Operating Voltage	V _{dd}	T _a =25°C	---	5.0	---	V
Operating Voltage for LCD	V _{lcd}	T _a =25°C	---	4.5	---	V
Supply Current	I _{dd}	T _a =25°C, V _{dd} =5.0V	---	2.0	3.0	mA
Supply Voltage for LED	V _f	T _a =25°C, R=6.8Ω	---	4.2	---	V
Supply Current for LED	I _f	T _a =25°C, V _f =4.2V	---	120	---	mA

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ersin SARIKAYA
Doğum Tarihi ve Yeri : 03.03.1989 Denizli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ersinsarikaya@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2012
Lise	Fen Bilimleri	Denizli Anadolu Lisesi	2007

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2013	Arçelik-LG Klima	Elektronik Tasarım Mühendisi