

**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİYEL AKÜ BANKALARININ KAPASİTESİNİN  
BELİRLENMESİNDE BİR ÖLÇÜM CİHAZININ TASARIMI VE  
GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Zeki ZÜREY**

**Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**EKİM 2020**



**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİYEL AKÜ BANKALARININ KAPASİTESİNİN  
BELİRLENMESİNDE BİR ÖLÇÜM CİHAZININ TASARIMI VE  
GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Zeki ZÜREY  
(190801092)**

**Elektrik - Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Kadir SABANCI  
EŐ Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Selami BALCI**

**EKİM 2020**



## TEZ ONAYI

Zeki ZÜREY tarafından hazırlanan Endsütriyel Akü Bankalarının Kapasitesinin Belirlenmesinde Bir Ölçüm Cihazının Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Elektrik Elektronik Mühendisliği **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Eş Danışman:  
*Dr. Öğr. Üyesi Kadir SABANCI Dr. Öğr. Üyesi Selami BALCI*

Jüri Üyeleri

İmza:

*Doç. Dr. Ahmet KAYABAŞI*



*Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Fahri ÜNLERŞEN*



*Dr. Öğr. Üyesi Kadir SABANCI*



Tez Savunma Tarihi: 08/10/2020

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Ünvanı, Ad SOYAD**

**Enstitü Müdürü**

**Doç. Dr. Ahmet KAYABAŞI**





## **BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK**

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

**Zeki ZÜREY**



*Eşime ve biricik kızıma,*

## ÖNSÖZ

Başta biricik eşim olmak üzere danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Kadir SABANCI'ya, eş danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Selami BALCI'ya, mesleki eğitim hayatımda büyük katkıları olan değerli hocam Prof. Dr. İbrahim SEFA'ya, her türlü teknik desteği sağlayan Detay Elektronik firmasına ve çalışma arkadaşlarıma, deneysel çalışmalarda katkıları bulunan TEİAŞ 9. Bölge Müdürlüğü Elektronik Ekip Şefi Fatih BOZKURT'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu yüksek lisans tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü'nün 28-YL-19 no'lu projesi ile desteklenmiştir.

Ekim 2020

Zeki ZÜREY  
Elektrik-Elektronik Mühendisi



# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

|  |           |
|--|-----------|
| ÖNSÖZ .....  | vii       |
| İÇİNDEKİLER .....  | ix        |
| KISALTMALAR .....  | xi        |
| SEMBOLLER .....  | xiii      |
| ÇİZELGE LİSTESİ.....   | xv        |
| ŞEKİL LİSTESİ.....   | xvii      |
| ÖZET .....   | xix       |
| <b>1. GİRİŞ .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>2. AKÜ TESTİ İLE İLGİLİ PARAMETRELER.....</b>             | <b>25</b> |
| 2.1 Şarj Durumu (State of Charge - SOC) .....                | 25        |
| 2.2 Sağlık Durumu (State of Health - SOH) .....              | 25        |
| 2.3 Kapasite veya Nominal Kapasite (Ah).....                 | 25        |
| 2.4 Enerji veya Nominal Enerji (Wh) .....                    | 25        |
| 2.5 Çevrim Ömrü.....   | 26        |
| 2.6 Kurşun-Asit Akülerin Deşarjı .....                       | 26        |
| <b>3. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>      | <b>27</b> |
| <b>4. MATERYAL VE METOT .....</b>                            | <b>29</b> |
| 4.1 Azaltan Dönüştürücü.....                                 | 29        |
| 4.2 Tasarlanan Sistemin Temel Devre Yapısı .....             | 31        |
| 4.3 Sistem Bileşenleri.....                                  | 32        |
| 4.3.1 Yük bankası.....                                       | 32        |
| 4.3.2 Anahtarlama elemanı .....                              | 33        |
| 4.3.3 Kontrol kartı.....                                     | 33        |
| 4.3.3.1 MOSFET devresi .....                                 | 34        |
| 4.3.3.2 5V besleme devresi .....                             | 36        |
| 4.3.3.3 Optokuplör ve kuru kontak röle devresi .....         | 36        |
| 4.3.3.4 Darlington güç transistörü sürme devresi .....       | 37        |
| 4.3.3.5 Gerçek zaman saati ve buzer devresi .....            | 38        |
| 4.3.3.6 Seri port devreleri.....                             | 39        |
| 4.3.3.7 Sıcaklık sensörü devresi .....                       | 40        |
| 4.3.3.8 Gerilim ve akım değerlerinin okunduğu devreler ..... | 41        |
| 4.3.3.9 Mikrodenetleyici devresi.....                        | 42        |
| 4.3.3.10 Kontrol kartı baskı devre çizimi.....               | 42        |
| 4.3.4 Dokunmatik arayüz ekranı .....                         | 47        |
| 4.3.4.1 Karşılama sayfası .....                              | 47        |
| 4.3.4.2 Giriş sayfası.....                                   | 48        |
| 4.3.4.3 Test sayfası.....                                    | 50        |
| 4.3.4.4 Ayarlar sayfası .....                                | 52        |
| 4.3.4.5 Tez bilgileri sayfası .....                          | 52        |
| 4.3.4.6 Test sonucu sayfası .....                            | 53        |
| 4.4 Mekanik Tasarım Ve Elektrik Bağlantıları .....           | 54        |
| <b>5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>                          | <b>59</b> |
| <b>6. SONUÇ .....</b>  | <b>65</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                                       | <b>67</b> |
| <b>EKLER .....</b>   | <b>69</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>   | <b>80</b> |



## KISALTMALAR

|               |  |
|---------------|--|
| <b>LCD</b>    | : Liquid Crystal Display (Likit Kristal Ekran)   |
| <b>HMI</b>    | : Human Machine Interface (İnsan Makine Arayüzü)   |
| <b>MOSFET</b> | : Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (Metal Oksit Yarıiletken Alan Etkili Transistör)                                   |
| <b>BJT</b>    | : Bipolar Junction Transistor (İki Kutuplu Jonksiyon Transistör)   |
| <b>IGBT</b>   | : Insulated Gate Bipolar Transistor (İzole Kapılı İki Kutuplu Transistör)  |
| <b>UPS</b>    | : Uninterruptible Power Supply (Kesintisiz Güç Kaynağı)  |
| <b>DA</b>     | : Doğru Akım   |
| <b>kHz</b>    | : Kilohertz  |
| <b>MHz</b>    | : Megahertz  |
| <b>AC</b>     | : Alternatif Akım  |
| <b>DC</b>     | : Doğru Akım   |
| <b>LED</b>    | : Light Emitted Diode (Işık Yayan Diyot)   |
| <b>EMK</b>    | : Elektromotor Kuvvet  |
| <b>SMPS</b>   | : Switch Mode Power Supply (Anahtarlama Güç Kaynağı)   |
| <b>PNP</b>    | : Positive Negative Positive (Pozitif Negatif Pozitif)   |
| <b>NPN</b>    | : Negative Positive Negative (Negatif Pozitif Negatif)   |
| <b>µSD</b>    | : Micro Secure Digital Memory Card (Mikro Güvenlikli Dijital Hafıza Kartı)   |
| <b>EEPROM</b> | : Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory (Elektronik Olarak Silinebilen ve Programlanabilen Yalnızca Okunabilir Hafıza) |
| <b>LC</b>     | : Bobin - Kondansatör  |
| <b>RC</b>     | : Direnç - Kondansatör   |



## SEMBOLLER

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| <b>V</b>                   | : Volt        |
| <b>W</b>                   | : Watt        |
| <b>I</b>                   | : Akım        |
| <b>R</b>                   | : Direnç      |
| <b>L</b>                   | : İndüktör    |
| <b>C</b>                   | : Kapasitör   |
| <b>t</b>                   | : Zaman       |
| <b><math>\alpha</math></b> | : Görev oranı |
| <b>E</b>                   | : Enerji      |





## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

Çizelge 5.1 : Deneysel testlerden elde edilen ölçüm verileri. .... 61





## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

|  |    |
|--|----|
| Şekil 2.1 : Kurşun-asit aküler için deşarj-gerilim eğrisi.....                 | 26 |
| Şekil 4.1 : Azaltan dönüştürücü devre şeması.....                              | 29 |
| Şekil 4.2 : Azaltan dönüştürücü devresinin temel dalga şekilleri.....          | 31 |
| Şekil 4.3 : Tasarlanan sistemin devre yapısı.....                              | 31 |
| Şekil 4.4 : Test cihazının çalışmasına ait blok diyagram.....                  | 32 |
| Şekil 4.5 : Aktif soğutmalı rezistans grubu.....                               | 33 |
| Şekil 4.6 : MOSFET devresi.....  | 35 |
| Şekil 4.7 : 5V besleme devresi.....  | 36 |
| Şekil 4.8 : Optokuplör ve röle devresi.....                                    | 37 |
| Şekil 4.9 : Darlington güç transistörü sürme devresi.....                      | 38 |
| Şekil 4.10 : Gerçek zaman saati ve buzzer devresi.....                         | 39 |
| Şekil 4.11 : Seri port devreleri.....  | 40 |
| Şekil 4.12 : DS18B20 sıcaklık sensörü devresi.....                             | 41 |
| Şekil 4.13 : Gerilim ve akım değerlerinin alındığı devre.....                  | 41 |
| Şekil 4.14 : Mikrodenetleyici devresi.....                                     | 42 |
| Şekil 4.15 : Kontrol kartı baskı devre çizimi görüntüsü (üst katman önde)..... | 43 |
| Şekil 4.16 : Kontrol kartı baskı devre çizimi görüntüsü (alt katman önde)..... | 44 |
| Şekil 4.17 : Kontrol kartı ön yüzeyinin görüntüsü.....                         | 45 |
| Şekil 4.18 : Kontrol kartı arka yüzeyinin görüntüsü.....                       | 46 |
| Şekil 4.19 : Nextion Editor programına ait ekran görüntüsü.....                | 47 |
| Şekil 4.20 : Karşılama sayfasına ait ekran görüntüsü.....                      | 48 |
| Şekil 4.21 : Giriş sayfasına ait ekran görüntüsü.....                          | 48 |
| Şekil 4.22 : Tuş takımı sayfasına ait ekran görüntüsü.....                     | 49 |
| Şekil 4.23 : Nümerik tuş takımı sayfasına ait ekran görüntüsü.....             | 50 |
| Şekil 4.24 : Test sayfasına ilişkin görsel.....                                | 51 |
| Şekil 4.25 : Ayarlar sayfasına ait ekran görüntüsü.....                        | 52 |
| Şekil 4.26 : Tez bilgileri sayfasına ait ekran görüntüsü.....                  | 53 |
| Şekil 4.27 : Test sonucu sayfasına ilişkin görsel.....                         | 53 |
| Şekil 4.28 : Test cihazı panosu.....   | 54 |
| Şekil 4.29 : Elektrik paneli.....  | 55 |
| Şekil 4.30 : Test cihazının iç görünümü.....                                   | 56 |
| Şekil 4.31 : Test cihazının bağlantı uçları.....                               | 57 |
| Şekil 4.32 : Akü bankası bağlantı kablosu.....                                 | 58 |
| Şekil 4.33 : Test ve ölçümü yapılan akü bankası.....                           | 58 |
| Şekil 5.1 : Deney düzeneği görseli 1.....                                      | 59 |
| Şekil 5.2 : Deney düzeneği görseli 2.....                                      | 60 |
| Şekil 5.3 : 23 ve 25 numaralı testlere ait gerilim-zaman grafiği.....          | 62 |
| Şekil 5.4 : Test sırasında bara gerilimi osiloskop görüntüsü.....              | 63 |
| Şekil 5.5 : %SOH grafiği.....  | 64 |



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ENDÜSTRİYEL AKÜ BANKALARININ KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİNDE BİR ÖLÇÜM CİHAZININ TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Zeki Zürey

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Elektrik - Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kadir SABANCI  
Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Selami BALCI

Ekim, 2020, 81 sayfa

Gelişen teknoloji ile birlikte akülerin kullanımı gün geçtikçe daha cazip ve daha yaygın hale gelmektedir. Akülerin üretim maliyetleri düşmekte ve performansları artmaktadır. Bu çalışmada, yüksek kapasiteli akü bankalarının kapasitelerinin ve performanslarının ölçülebilmesi, bozuk hücrelerin tespit edilebilmesi için bir test cihazı geliştirilmiştir. Bir yük bankasına, yüksek frekanslı anahtarlama elemanına ve kontrol birimine sahip olan bu cihaz, test işlemini kullanıcının isteği doğrultusunda, sabit akımda ve otomatik olarak gerçekleştirmektedir. Bu test cihazı sayesinde akü bankalarının anlık kapasitesi ölçülebilmektedir. Elde edilen verilerden yola çıkılarak hem akü bankasının sağlığı ile ilgili nicel bilgiler sağlanmakta hem de akü bankasının kullanım amacına göre ihtiyacı karşılayıp karşılayamayacağı konusunda yorum yapılabilmektedir. Bir akü bankasında problem tespit edildiği zaman, aküler küçük gruplar halinde test edilmektedir. Bu sayede hangi akü grubunda problem olduğuna bakılarak sorunlu akü hücreleri tespit edilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Akü kapasite test cihazı, akü bankası, yük bankası, gömülü sistem tasarımı.



## **ABSTRACT**

**Ms Thesis**

### **DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MEASURING DEVICE IN DETERMINING THE CAPACITY OF INDUSTRIAL BATTERY BANKS**

**Zeki Zürey**

**Karamanoğlu Mehmetbey University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Electrical Electronics Engineering**

**Supervisor: Dr. Kadir SABANCI**

**Co-Supervisor: Dr. Selami BALCI**

**October, 2020, 81 pages**

With developing technology, the use of batteries is becoming more attractive and widespread day by day. The production costs of the batteries decrease and their performance increases. In this study, a test device has been developed to measure the capacities and performances of high capacity battery banks and to detect broken cells. This device, which has a load bank, high frequency switching element and control unit, performs the test process automatically at constant current according to the user's request. Through this test device, the instant capacity of the battery banks is measured. Based on the data obtained, both quantitative information about the health of the battery bank is provided and it is determined whether the battery bank will meet the need according to its intended use. When a problem is detected in a battery bank, batteries are tested in small batches. In this way, broken battery cells are detected by looking at which battery group has a problem.

**Keywords:** Battery capacity tester, battery bank, load bank, embedded system design.



## 1. GİRİŞ

Günümüzde fosil yakıtların hızla tükenmesi ve çevreye verdiği zararlar sebebi ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hızla artmaktadır. Rüzgâr türbinleri, güneş tarlaları gibi çok büyük güçte enerji üretiminin yanında, şebekeye bağlı olmayan ve enerjisini bir akü bankasında depolayan elektrik üretim sistemleri de oldukça fazladır ve kullanımı giderek artmaktadır (Blank, Badeda, Kowal ve Sauer, 2012; Sefa, Balci, Altin ve Ozdemir, 2012). Güneş paneli ile elektrik üreten sokak aydınlatma lambaları, çatısında güneş paneli bulunan ev ve kamu binaları, kırsal alanlarda bir veya birkaç evin enerji ihtiyacını karşılamak üzere kurulan rüzgâr türbinleri bunlara örnek olarak gösterilebilir.

Kritik sistemlerde UPS kullanılması kaçınılmazdır. Daha önceleri fosil yakıtla beslenen jeneratör sistemleri kullanılırken, akü teknolojisinin gelişmesi ile paralel olarak büyük akü bankalarının bulunduğu UPS sistemlerinin kullanımı yaygın hale gelmiştir (Altin, Balci, Ozdemir ve Sefa, 2013). Şehir merkezinden uzak dağlık bölgelerde, elektrik iletiminin zor ve masraflı olduğu alanlarda, kendi şebekesine sahip adalarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artmaktadır. Bunun neticesinde elektriğin geçici olarak depolanması amacı ile akü bankalarının kullanımı da azımsanamayacak derecede artmaktadır (Oguz, Çimen ve Oğuz, 2017).

Bunların dışında dünya genelinde motosiklet, otomobil, otobüs, forklift, golf arabası gibi her türden elektrikli taşıtların kullanımı çok önemli bir artış göstermektedir. Bu taşıtların tümünde, elektrik enerjisi bir akü grubunda depolanmaktadır. Elektrikli taşıtların kullanımı büyük bir ivme ile artmaktadır. Elektrikli taşıtların üzerinde bulunan, kapasitesi %70'in altına düşmüş akü bankalarının elektrikli taşıtlarda kullanılmaya devam edilmesi en başta taşıtın menzili açısından uygun değildir. Ancak bu akü bankaları hala çok değerlidir ve birçok alanda kullanılabilir. Nitekim elektrikli taşıtlardan çıkarılan kullanılmış akü bankaları ile şebeke bazında enerji depolama tesisleri kurulabilmektedir.

Akü teknolojisinin gelişmesi ile birlikte yüksek miktarlarda enerji depolanması için akü bankalarının kullanımı daha cazip ve daha az maliyetli hale gelmiştir. Özellikle hava alanları, askeri bölgeler ve anakaraya uzak adalar gibi alanlarda şebeke bazında enerji depolama sistemlerinde çok büyük akü bankalarının kullanımı günümüzde mevcuttur ve hızla artacaktır. Aküler, kimyasal yapıları gereği, kullanım şekline ve süresine bağlı olarak sağlığını kaybeder. Hem ticari sebepler hem de güvenlik gereklilikleri sebebi ile endüstriyel alanda kullanılan akülerin sağlığının belirli bir seviyenin üzerinde olması gerekir (Kiel, Sauer, Turpin, Naveed ve Favre, 2008).

Bu çalışmada, yüksek kapasiteli akü bankalarının kapasitelerinin ve performanslarının ölçülebilmesi, bozuk hücrelerin tespit edilebilmesi için bir test cihazı geliştirilmiştir. Bu test cihazı sayesinde akü bankalarının anlık kapasitesi ölçülebilecek, elde edilen verilerden yola çıkılarak hem akü bankasının sağlığı ile ilgili nicel bilgi sağlanmış olacak hem de akü bankasının kullanım amacına göre ihtiyacı karşılayıp karşılayamayacağı konusunda yorum yapılabilecektir.

Geliştirilen bu test cihazı ile akülerin kapasitesi ve dolayısıyla sağlığı test edilebilecek, böylece ticari kayıpların önüne geçilebilecektir.

Akü test cihazlarının kullanım alanlarından bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Elektrikli arabalar,
- Elektrikli otobüsler,
- Forkliftler, mini yükleyiciler, ekskavatörler gibi tüm elektrikli iş makineleri,
- Elektrikli motosiklet ve bisikletler,
- Kesintisiz güç kaynağı (UPS) amaçlı kullanılan akü bankaları,
- Küçük ölçekli güneş enerjisi santrallerinin akü bankaları,
- Mikro şebeke uygulamalarında kullanılan akü bankaları.

## **2. AKÜ TESTİ İLE İLGİLİ PARAMETRELER**

Yük testi, akünün gerektiğinde belirtilen gücünü sağlayabildiğini doğrulamak için kullanılmaktadır. Yük, akünün kullanılabileceği beklenen koşulları temsil edecek şekilde tasarlanmıştır (Electropaedia, 2005a). Bir akünün sağlığının belirlenmesinde kullanılan parametreler aşağıda tanımlanmıştır.

### **2.1 Şarj Durumu (State of Charge - SOC)**

Bir akünün, dolu olduğu zamanki enerjisine kıyasla kalan enerji miktarı, akünün yeniden şarj edilmesi gerekmeden önce ne kadar süre daha çalışmaya devam edeceğinin bir göstergesidir. Akünün kısa süreli kapasitesinin bir ölçüsüdür (Electropaedia, 2005b).

### **2.2 Sağlık Durumu (State of Health - SOH)**

Bir akünün genel durumunu yeni bir akü ile karşılaştırıldığında belirtilen performansı sunma yeteneğini yansıtan bir göstergedir. Şarj kabulü, iç direnç, voltaj ve kendi kendine deşarj gibi faktörleri dikkate alır. Akünün uzun süreli kapasitesinin bir ölçüsüdür ve mutlak bir ölçüm değil, mevcut ömür boyu enerji üretim miktarının ne kadarının tüketildiğine ve ne kadar kaldığına dair bir göstergedir (Electropaedia, 2005c).

### **2.3 Kapasite veya Nominal Kapasite (Ah)**

Akünün belirli bir akımda (C oranı) deşarjı sırasında tam şarj durumundan kesme gerilimine kadar çekilen Ah cinsinden kapasitesidir. Kapasite, deşarj akımının deşarj süresiyle çarpılmasıyla hesaplanır ve artan C oranı ile azalır (Team, 2008).

### **2.4 Enerji veya Nominal Enerji (Wh)**

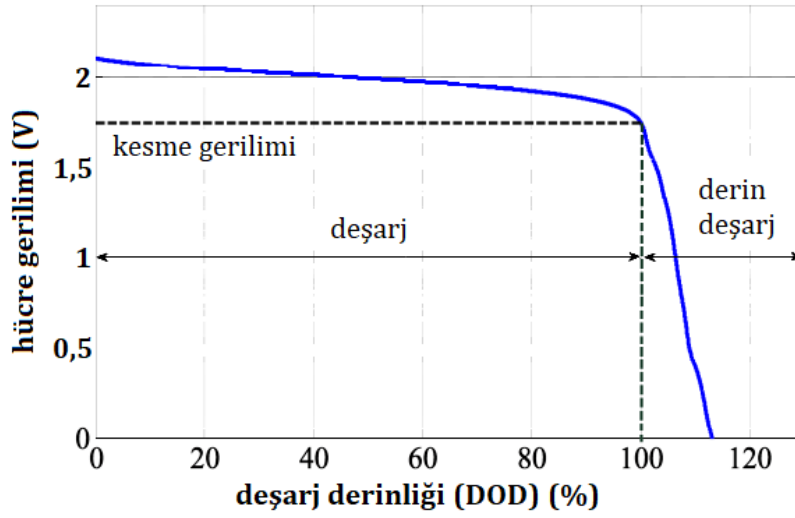
Akünün belirli bir akımda (C oranı) deşarjı sırasında tam şarj durumundan kesme gerilimine kadar çekilen Wh cinsinden enerjisidir. Enerji, deşarj gücünün deşarj süresiyle çarpılmasıyla hesaplanır ve artan C oranı ile azalır (Team, 2008).

## 2.5 Çevrim Ömrü

Akünün belirli kriterleri sağladığı süre boyunca yaşayabileceği deşarj-şarj döngüsü sayıdır. Çevrim ömrü, şarj-deşarj hızından ve derinliğinden, sıcaklık ve nem gibi diğer koşullardan etkilenir (Team, 2008).

## 2.6 Kurşun-Asit Akülerin Deşarjı

Kurşun-asit aküler kesme gerilimine kadar deşarj edilmelidir. Akü gerilimi, kesme geriliminin altına düşürülürse derin deşarj bölgesine geçilmiş olur. Derin deşarj, bir akünün nominal kapasitesinden daha fazla kapasite çekmek anlamına gelir. Standart uygulamalarda bu durumdan kaçınılır. Derin deşarj korozyon, sülfatlama ve aktif kütle kaybı gibi bir kurşun-asit akünün bilinen yaşlanma mekanizmalarını arttırmaktadır. Kurşun-asit aküler için deşarj-gerilim eğrisi Şekil 2.1’de verilmiştir (Blank ve diğerleri, 2012).



Şekil 2.1 : Kurşun-asit aküler için deşarj-gerilim eğrisi.

### 3. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Literatür taraması yapıldığında akü test cihazına ilişkin olarak yapılan çalışmalar aşağıda detaylı olarak özetlenmiştir.

Scholl (1971) ilk otomatik akü test cihazı patentini almıştır. Bu cihaz sabit yük gruplarına sahiptir. Bu yük gruplarından herhangi biri manuel olarak seçilebilmektedir. Ek olarak, anlık gerilim ve anlık akım mekanik bir kayıt cihazı ile kaydedilmektedir (Scholl, 1971).

Berglund ve arkadaşları (1998) tarafından geliştirilen cihaz ile düşük voltajlı aküleri 2400W nominal güçte deşarj ederek ve şarj ederek test etmeyi amaçlamıştır. Deşarj için iki seçenek vardır. Birinci seçenek düşük akım ile uzun sürede deşarj, ikinci seçenek yüksek akım ile kısa sürede deşarjdır (Berglund, Rosedahl ve Steele, 1998).

Bertness (2000) akü testinde farklı bir yöntem denemişlerdir. Bu çalışmada geliştirilen cihaz, testlerinde elde edilen değerlere göre bir akünün özelliğini belirlemekte ve bu özelliğe göre kod üretmektedir. Üretilen bu koda göre akü sağlığı hakkında yorumlar yapılmaktadır (Bertness, 2000).

Brink ve arkadaşları (2000) farklı bir akü karakterizasyon yöntemi üzerinde çalışmışlardır. Geliştirdikleri cihazla, birkaç sabit yük altında akünün terminal empedansını ölçmüşlerdir. Elde ettikleri verileri yorumlayarak akü kapasitesini tahmin etmeye çalışmışlardır (Brink ve Burton, 2000).

Anbuky ve arkadaşları (2005) hesaplamaya dayalı bir akü karakterizasyon yöntemi geliştirmiştir. Bu yöntemde, akü sabit bir yüke bağlandığında voltaj düşümü miktarı dikkate alınmaktadır. Bu değer matematiksel işlemler sonucunda yorumlanmakta ve akü kapasitesi hakkında bilgi edinilmektedir (Anbuky ve Pascoe, 2005).

Coleman ve arkadaşları (2008) bir akünün parametrelerini belirlemek için ikili darbe yöntemini geliştirmiştir. İlk darbe, aküyü önceki geçmişine göre dengelemektedir. İkinci darbe akünün parametrelerini belirlemektedir. Yeni yaklaşım deneysel olarak doğrulanmıştır (Coleman, Hurley ve Lee, 2008).

Önceki çalışmalarda, sabit yük seçeneklerinden biri tercih edilmiş ve aküler deşarj edilmiştir. Bazı çalışmalarda ise kısa süreli testler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar yorumlanmış ve akü kapasitesi ile ilgili tahminler yapılmıştır.

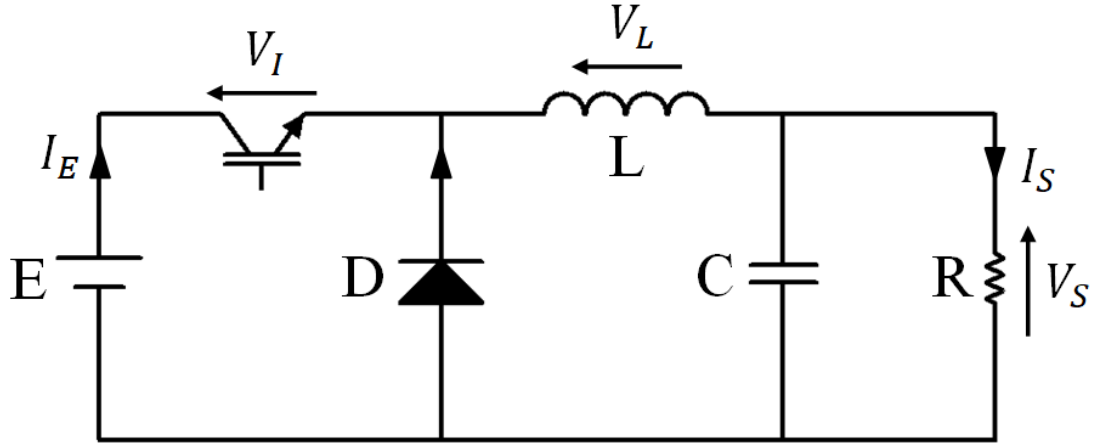
Bir sistem veya cihaz için enerji depolama birimi kurulumunda istenen teknik özelliklere sahip bir enerji depolama elemanı seçerken ticari şirketlerin veri sayfaları kullanılmaktadır. Enerji depolama birimi takıldıktan sonra, akülerin sistemin ömrü boyunca belirli ölçütleri karşılaması beklenmektedir. Bununla birlikte, kimyasal yapıları nedeniyle, aküler kullanıma bağlı olarak sağlıklarını kaybetmektedir. Endüstriyel alanda kullanılan akülerin sağlığı ve performansı hem ticari hem de güvenlik gereksinimleri gibi nedenlerle asgari düzeyin üzerinde olmalıdır. Kullanılan akü sistem gereksinimlerini karşılayamazsa bazı hatalara, sistemin arızalanmasına ve hatta zaman içinde tehlikeli durumlara neden olabilmektedir.



## 4. MATERYAL VE METOT

### 4.1 Azaltan Dönüştürücü

Azaltan dönüştürücü, çıkış voltajını giriş voltajının altına düşüren izolesiz bir DA-DA dönüştürücüdür. İzolesiz DA-DA dönüştürücüler, basit ve yaygın olarak kullanılmalarına rağmen, voltaj dönüşüm oranlarının sınırlı olması gibi bir dezavantaja sahiptir. Bu nedenle yüksek dönüşüm oranı gerektiğinde, izole edilmiş DA-DA dönüştürücüler kullanılmaktadır. Azaltan dönüştürücüler basittir. Yalnızca bir anahtarlama elemanı gerektirir. Bu nedenle verimlilikleri yüksektir ve maliyetleri düşüktür. Daha az güç tüketen ve daha yüksek frekanslarda kontrol edilen anahtarlama elemanları kullanılarak yüksek verimlilik elde edilebilmektedir. Elektronikteki gelişmelere paralel olarak son yıllarda DA-DA dönüştürücülerde anahtarlama elemanı olarak BJT, MOSFET ve IGBT kullanılmaktadır. Ancak, yüksek güçlü dönüştürücü uygulamalarında IGBT ve MOSFET'ler tercih edilmektedir (Bayram, Sefa ve Balci, 2017; Ozdemir, Balci, Altin ve Sefa, 2017). Azaltan dönüştürücünün temel devre şeması Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1 : Azaltan dönüştürücü devre şeması.

DA-DA dönüştürücünün giriş empedansı, giriş kaynağında görülen empedanstır. Çıkış empedansı, görev oranı ve giriş gerilimi sabit olduğunda akımın uyarılması için dönüştürücünün çıkış gerilimi tepkisidir (Asadi ve Eguchi, 2019). R direnci yükü

temsil eder. L ve C, voltaj ve çıkış akımı üzerindeki salınımları sınırlamak için bir filtre oluşturur. İdealde,  $I_S$  ve  $V_S$  sürekli dir (Bououd ve Sbita, 2017).

$$V_L = E - V_S \quad (4.1)$$

İndüktörden geçen akım doğrusal olarak artar. Diyot ters polarmada olduğu için üzerinden akım geçmez. Bir dönüştürücüdeki akım ve voltajın tipik dalga şekilleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir (Bououd ve Sbita, 2017).

T anahtarı açıldığında, diyot ileri polarmadadır. İndüktör üzerindeki voltaj  $V_L = -V_S$ 'dir. Akım  $I_L$  azalmaktadır. İndüktör formunda depolanan enerji:

$$E_L = \frac{1}{2} L I_L^2 \quad (4.2)$$

Akımdaki  $I_L$  değişim oranı şu şekilde hesaplanır:

$$V_L = L \frac{dI_L}{dt} \quad (4.3)$$

$V_L$  değeri anahtar kapalı iken  $E - V_S$ 'ye, anahtar açık iken  $-V_S$ 'ye eşittir. Bu nedenle, anahtar kapatıldığında akımdaki artış şu şekilde hesaplanır:

$$\Delta I_{L_{on}} = \int_0^{T_{on}} \frac{V_L}{L} dt = \frac{E - V_S}{L} t_{on} = \alpha T \quad (4.4)$$

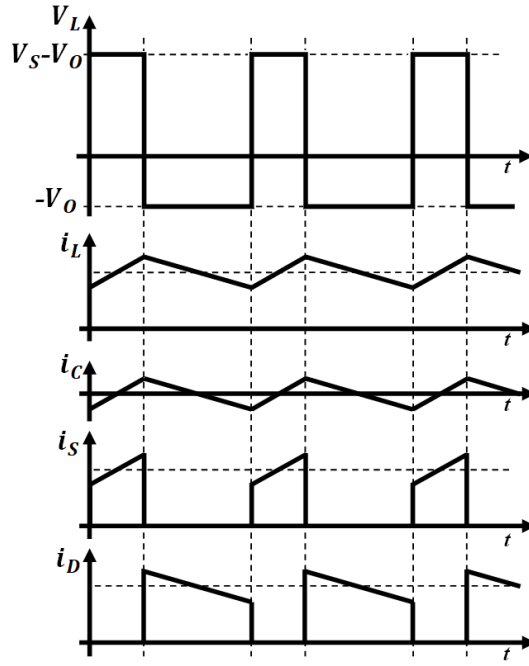
Burada  $\alpha$ , 0 ile 1 arasında bir değere sahip görev oranı olarak adlandırılır. Anahtar açıldığı sırasında akımdaki azalma şu şekilde verilir:

$$\Delta I_{L_{off}} = \int_{t_{on}}^T \frac{V_L}{L} dt = \frac{V_S}{L} t_{off} = (1 - \alpha) T \quad (4.5)$$

$$\Delta I_{L_{on}} + \Delta I_{L_{off}} = 0 \quad (4.6)$$

$$\frac{V_S}{E} = \alpha \quad (4.7)$$

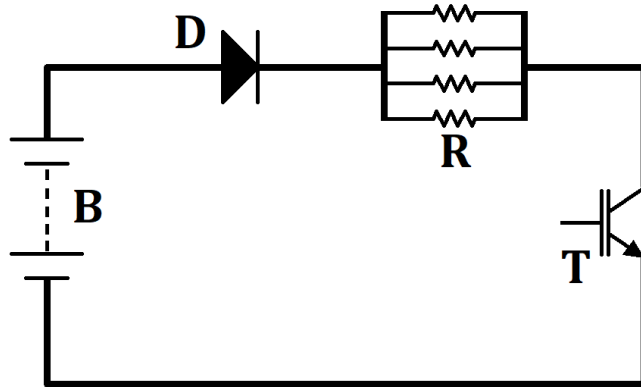
Azaltan dönüştürücü devresine ilişkin temel dalga şekilleri Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2 : Azaltan dönüştürücü devresinin temel dalga şekilleri.

#### 4.2 Tasarlanan Sistemin Temel Devre Yapısı

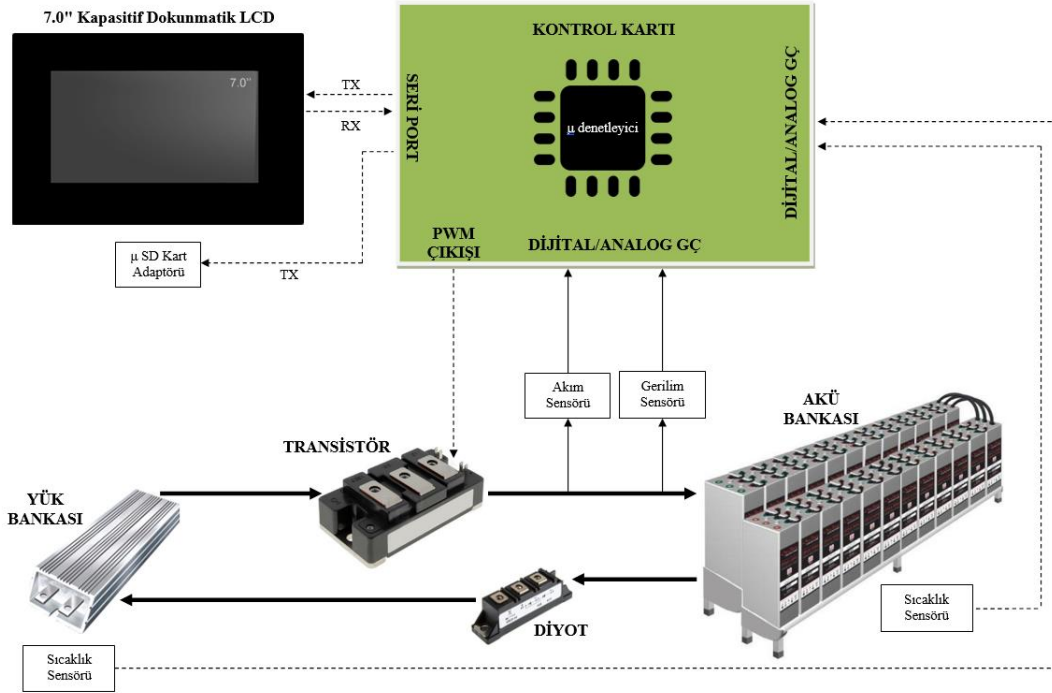
Azaltan dönüştürücü yapısında esas amaç, kontrollü bir anahtarlama elemanı ile gerilimi kırparak yüke istenilen seviyede sabit gerilim sağlamaktır. Gerilimin kırılmasından kaynaklanan salınımları sönmölemek için bir LC filtre ve bu filtreye paralel bir diyot kullanılır. Tasarlanan test cihazında ise akü bankasını bir rezistans grubu ve bir kontrollü anahtarlama elemanı kullanarak sabit akımla yüklemek amaçlanmıştır. Sistemin devre yapısı Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3 : Tasarlanan sistemin devre yapısı.

### 4.3 Sistem Bileşenleri

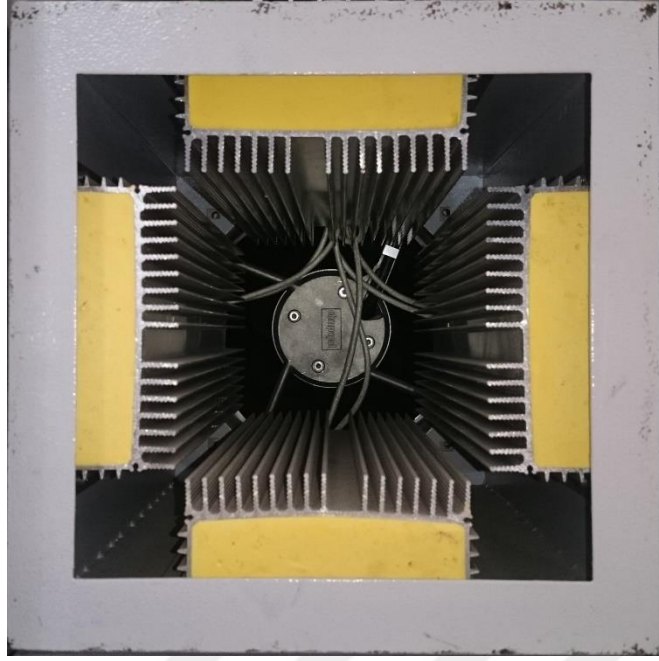
Geliştirilen test cihazının çalışmasına ait blok diyagram Şekil 4.4'te verilmiştir. Bu blok diyagramda belirtilen akü bankası test edilen akü bankasını, yük bankası rezistans grubunu, transistör anahtarlama elemanını temsil etmektedir. Kontrol kartı, LCD'den girilen parametreler doğrultusunda sensörlerden topladığı bilgileri yorumlayarak sistemin yönetilmesinden sorumludur.



Şekil 4.4 : Test cihazının çalışmasına ait blok diyagram.

#### 4.3.1 Yük bankası

Tel sargılı rezistanslar küçük boyutlarda, hafif ve çok yüksek güçlerde olmalarına rağmen çok yüksek sıcaklıklara ulaştıkları için bir akü bankasının bulunduğu ortamda kullanımı uygun değildir. Bunun için 1,5 kW ve 0,75  $\Omega$  değerinde alüminyum soğutuculu dört adet rezistans paralel bağlanmıştır. Bir fan kullanılarak rezistans grubunun aktif soğutması sağlanmıştır. Bu sayede ortaya çıkan sıcaklık 50 °C'ın altında tutulmuştur. Oluşturulan aktif soğutmalı rezistans grubunun görseli Şekil 4.5'te verilmiştir.



**Şekil 4.5 :** Aktif soğutmalı rezistans grubu.

#### **4.3.2 Anahtarlama elemanı**

Anahtarlama elemanı olarak SQD300AA100 darlington güç transistör modülü kullanılmıştır (Sanrex, 2020). 1000 V ve 300 A değerindeki bu modül ile 1 kHz frekansında değişken görev oranında anahtarlama yapılmaktadır. Akü bankasının hatalı bağlanması durumunda oluşacak problemlerin önüne geçebilmek için bir diyot modül devreye seri olarak bağlanmıştır.

#### **4.3.3 Kontrol kartı**

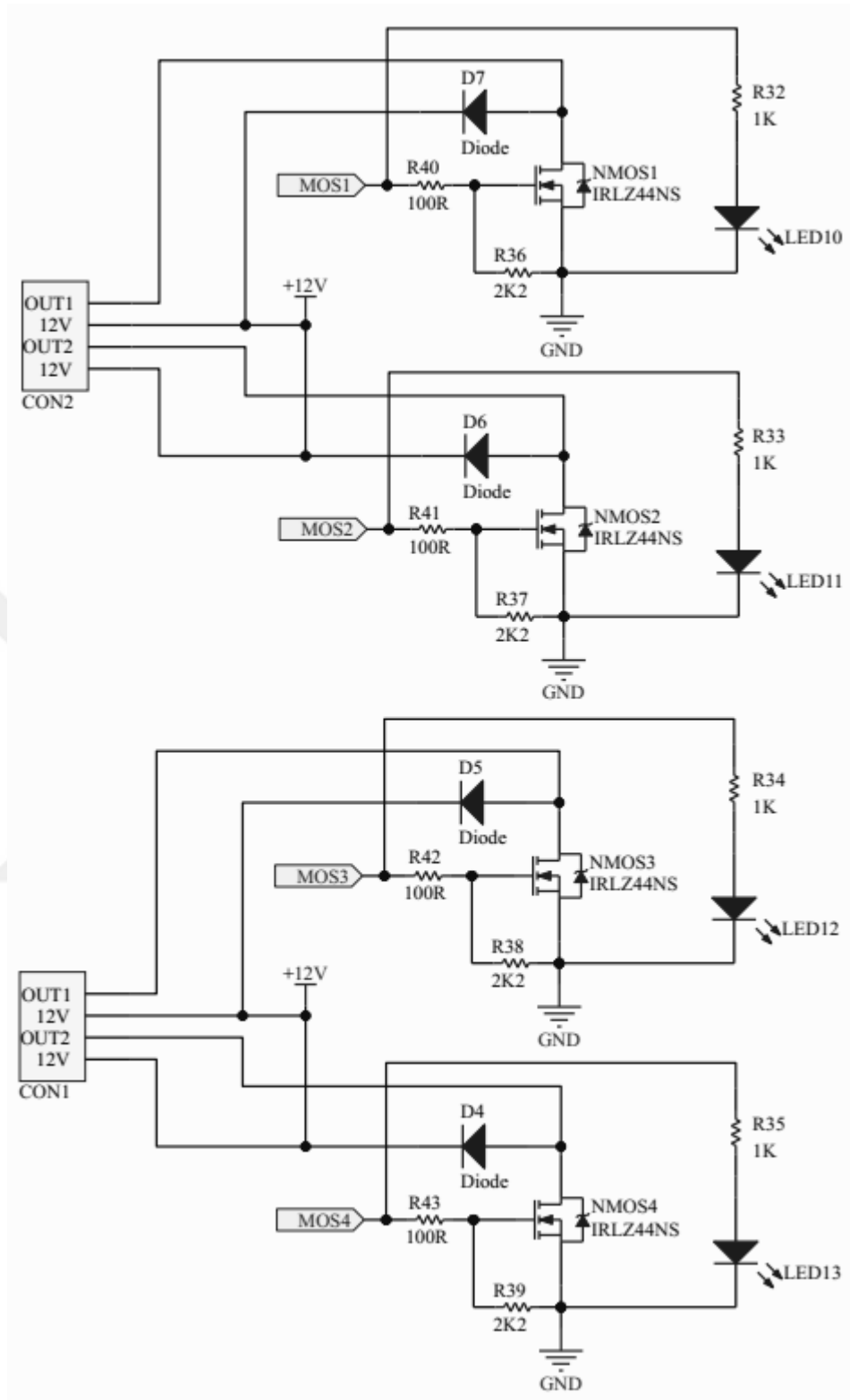
Sistemin yönetilebilmesi için özel bir kontrol kartı tasarlanmıştır. Bu kartı Microchip tarafından üretilen PIC18F46K22 mikrodenetleyici yönetmektedir. 64 MHz frekansında çalışan, 8 bitlik bir mikrodenetleyicidir. 10 bit analog-dijital dönüştürücüye ve 10 bit pwm çözünürlüğüne sahiptir (Microchip, 2020). Kartın üzerinde transistor modül için sürme devresi, iki adet seri port, dört adet opto izoleli dijital giriş, dört adet MOSFET çıkışı, iki adet dijital sıcaklık sensörü girişi, kuru kontak bağlantılı röle, buzzer ve gerçek zaman saati mevcuttur. Kartın tasarımına şematik çizimler üzerinden başlanmıştır. Şematik çizimler parçalar halinde detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

#### 4.3.3.1 MOSFET devresi

Rezistans grubunun aktif soğutmasının sağlanması için 220 V AC fan kullanılmıştır. Bu fanın kontrol edilebilmesi için elektrik panosu içerisine konumlandırılmış bir finder röle kullanılmıştır.

Akü bankasının test cihazına sadece test sırasında elektriksel bağlantısının sağlanması, test yapılmadığı anlarda bağlantısının kesilmesi için bir kontaktör kullanılmıştır. Bu kontaktörün kontrol edilebilmesi için yine elektrik panosu içerisine konumlandırılmış bir finder röle kullanılmıştır. Bu iki finder rölenin yönetilebilmesi için iki adet, çalışmanın sonraki aşamalarında ihtiyaç duyulabilme ihtimaline karşı iki adet olmak üzere toplam dört adet MOSFET çıkışı bulunmaktadır. Lojik seviye ile sürülebilmeleri, 55 V kanal-kaynak gerilimine ve 33 A sürekli kaynak akımına sahip olması nedeni ile IRLZ44N MOSFET'ler tercih edilmiştir (Rectifier, 2020).

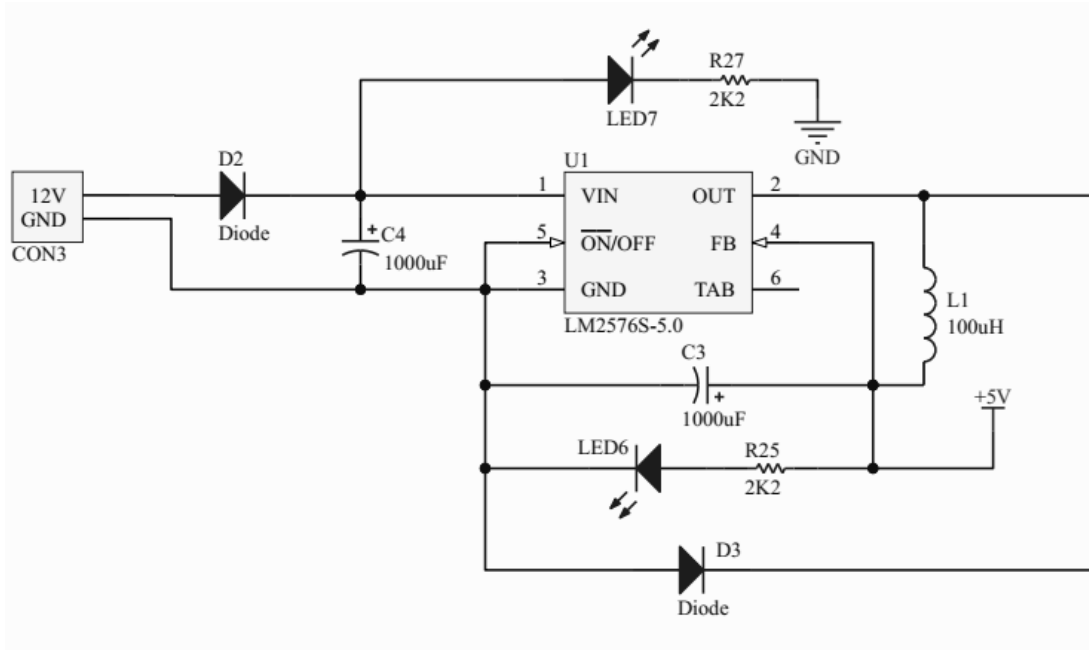
MOSFET devresi Şekil 4.6'da verilmiştir. MOSFET'lerin sürülmesinin takip edilebilmesi için kapı-kaynak arasına LED eklenmiştir. Zıt EMK'dan kaynaklanan darbelerin engellenmesi için kanal-kaynak arasına diyot eklenmiştir.



Şekil 4.6 : MOSFET devresi.

### 4.3.3.2 5V besleme devresi

Kontrol kartı 12 V DC SMPS ile beslenmektedir. Kartın üzerindeki mikrodenetleyici ve diğer entegreler için 5 V DC'ye ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, 7.0" LCD de kontrol kartı üzerinden beslenmektedir. Bunun için LM2576 adım aşağı anahtarlamalı regülatör tercih edilmiştir (Intruments, 2020). 5 V besleme devresi Şekil 4.7'de görülmektedir.

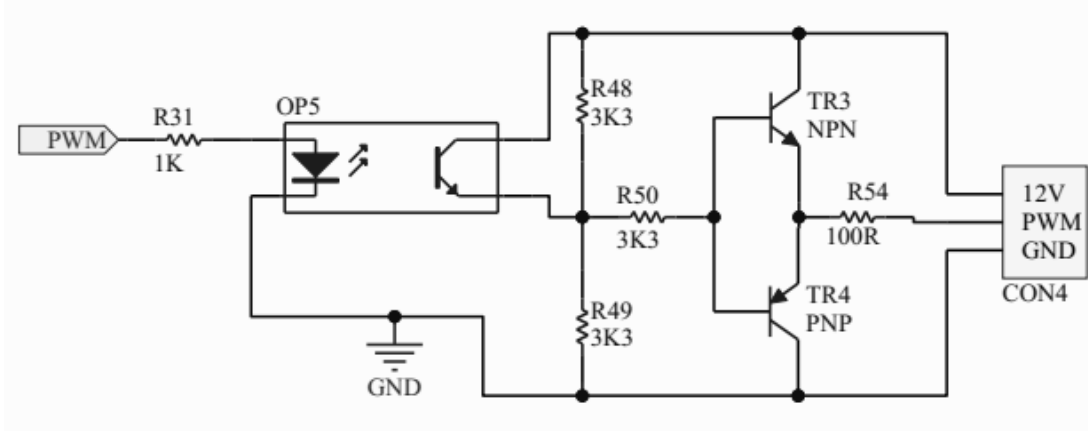


Şekil 4.7 : 5V besleme devresi.

### 4.3.3.3 Optokuplör ve kuru kontak röle devresi

Çalışmanın sonraki aşamalarında ihtiyaç duyulabilme ihtimaline karşı dört adet optokuplör izoleli dijital giriş ve bir adet kuru kontak röle çıkışı kullanılmıştır. Toshiba TLP181 optokuplör ve Panasonic JS1APF-B-12V-FT röle tercih edilmiştir (Panasonic, 2020; Toshiba, 2020). Optokuplör ve kuru kontak röle devresi Şekil 4.8'de görülmektedir.



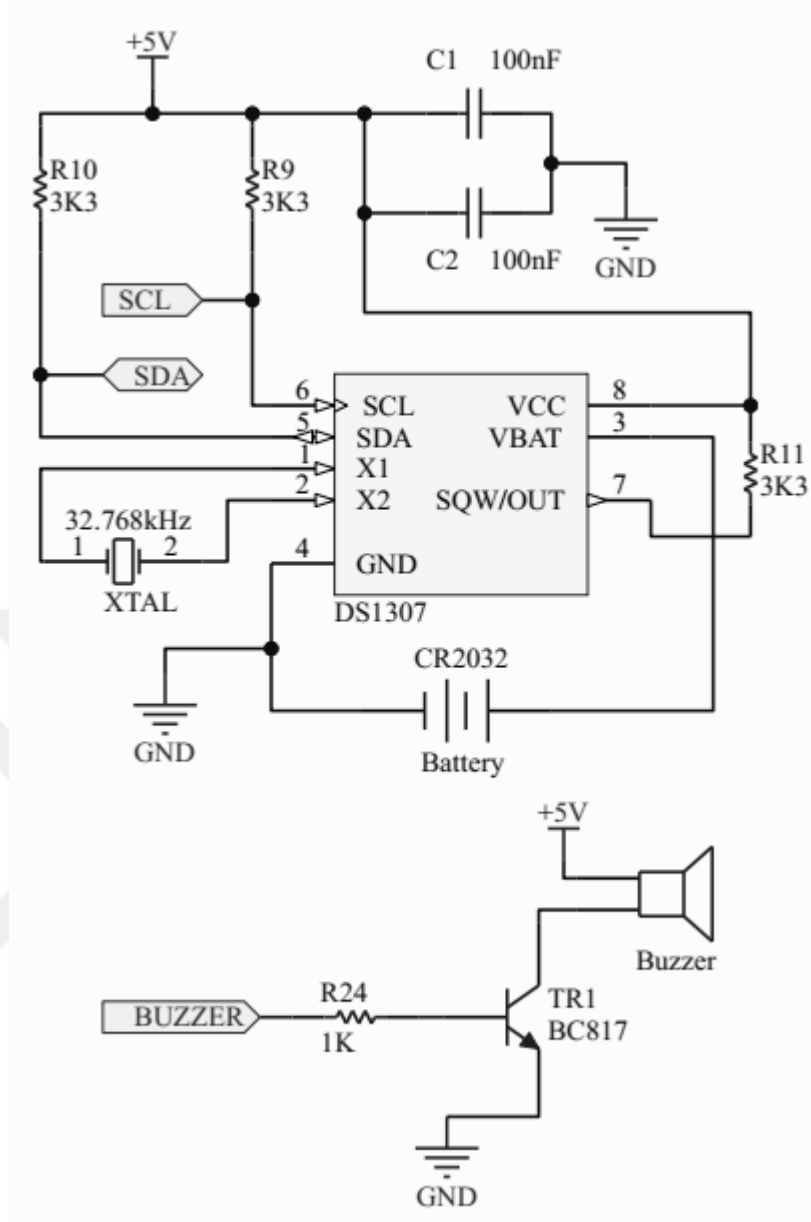


**Şekil 4.9 :** Darlington güç transistörü sürme devresi.

#### 4.3.3.5 Gerçek zaman saati ve buzzer devresi

Testlerden elde edilen verilerin raporlanabilmesi ve daha sonra yeniden değerlendirilmesinde yardımcı olması için gerçek zaman saati kullanılmıştır. Bu sayede testlerin tarihleri ve süreleri rapor dosyasına eklenmektedir. Gerçek zaman saati entegresi olarak DS1307 kullanılmıştır (Integrated, 2020a).

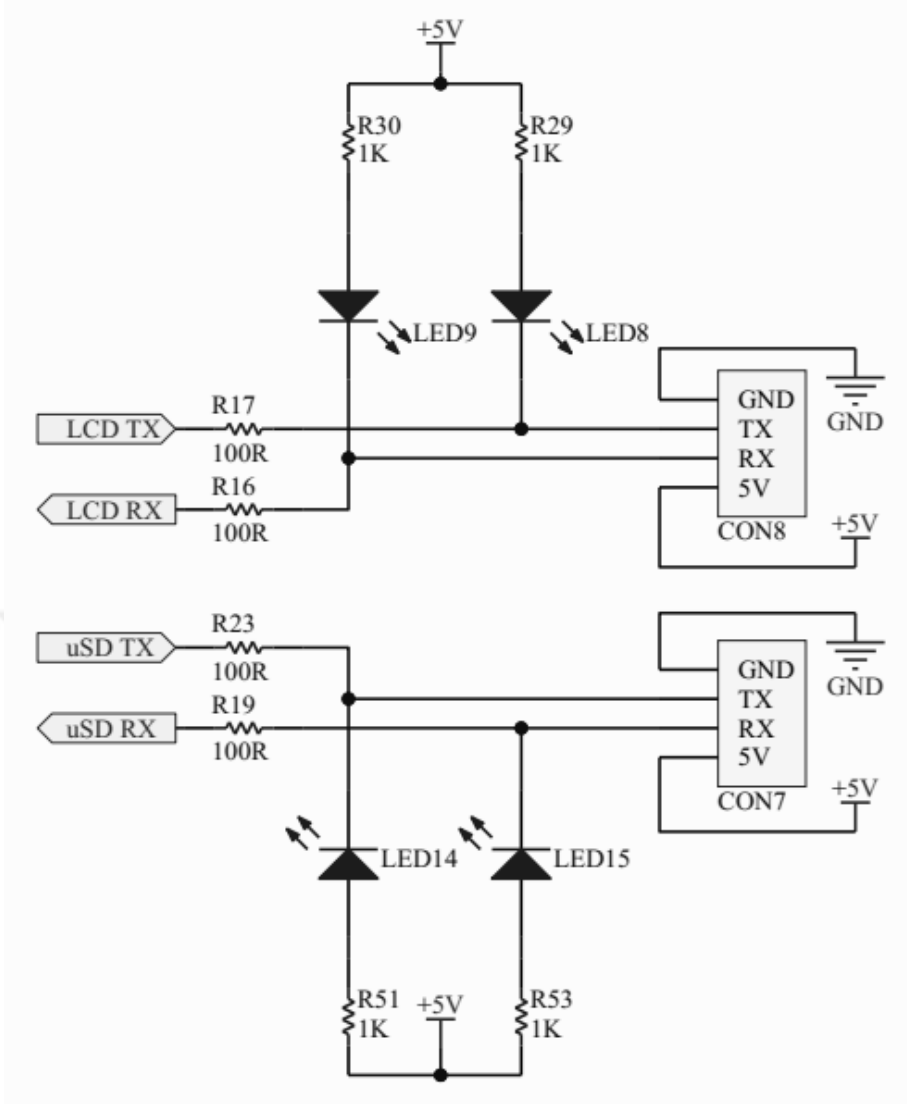
Sesli uyarı için bir buzzer kullanılmıştır. Dokunmatik ekranın sesli geri bildirimi buzzer üzerinden sağlanmakta de arayüzün kullanımını kolaylaştırmaktadır. Mikrodenetleyicinin pinlerinin çıkış akımı yeterli olmadığı için BC817 NPN transistör kullanılarak buzzerin sürülmesi sağlanmıştır. Gerçek zaman saati ve buzzer devresi Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10 : Gerçek zaman saati ve buzer devresi.

#### 4.3.3.6 Seri port devreleri

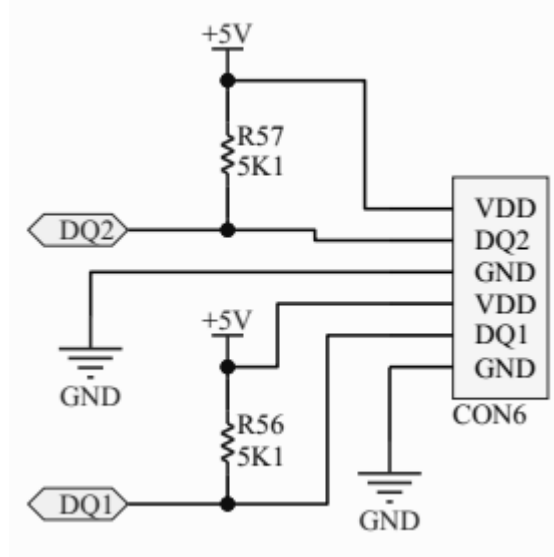
Kontrol kartının üzerinde iki adet seri port bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi insan makine arayüzüne sahip LCD ile haberleşmek için kullanılmıştır. Diğeri ise  $\mu$ SD kart modülü ile haberleşmek için kullanılmıştır. Her iki portun gelen ve giden datalarını takip edebilmek için ledler kullanılmıştır. Seri port devreleri Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11 : Seri port devreleri.

#### 4.3.3.7 Sıcaklık sensörü devresi

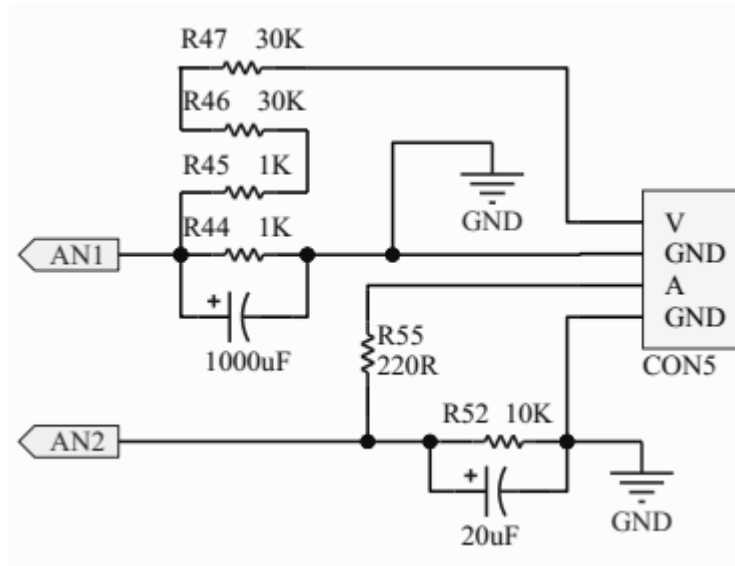
Geliştirilen test cihazı ile farklı akü türlerinden oluşan tüm akü bankalarının test edilebilmesi amaçlanmıştır. Bazı akülerde deşarj sırasında ısınma beklenmez iken bazı aküler sağlığına ve kimyasal yapısına bağlı olarak deşarj anında ısınabilmektedir. Akü bankasının ısınması durumunda meydana gelecek olumsuzlukların önlenmesi için bir dijital sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Ayrıca rezistans grubunun sıcaklığının takip edilebilmesi için de bir dijital sıcaklık sensörü kullanılmıştır. DS18B20 sıcaklık sensörü tercih edilmiştir (Integrated, 2020b). DS18B20 sıcaklık sensörü devresi Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12 : DS18B20 sıcaklık sensörü devresi.

#### 4.3.3.8 Gerilim ve akım değerlerinin okunduğu devreler

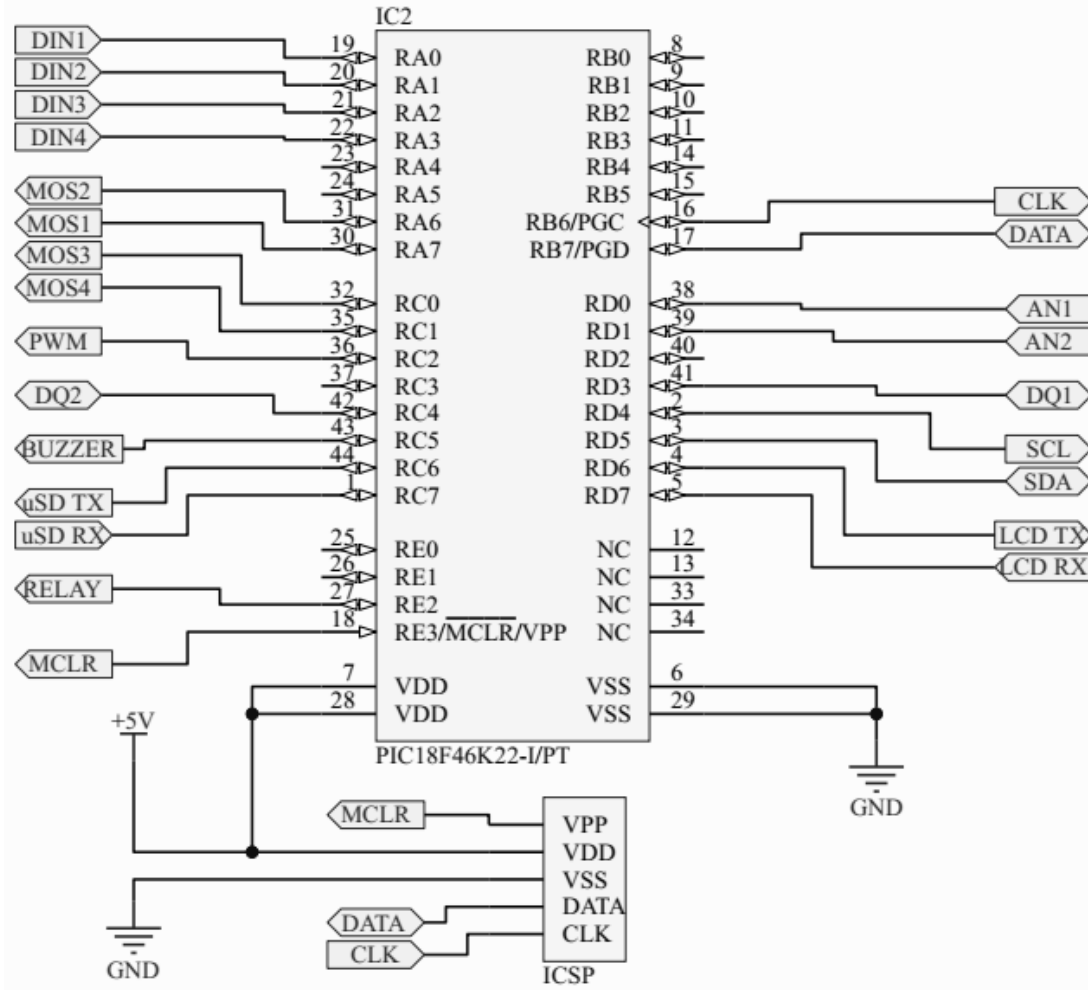
Gerilimin okunabilmesi için metal film dirençler ve filtre kondansatörü ile kurulan gerilim bölücü devresi kullanılmıştır. Akım değeri paralel bağlanmış iki adet 0R33 50 W direnç üzerinden okunmaktadır. RC filtre kullanılarak sinyaldeki salınımlar filtrelenmiştir. Devre Şekil 4.13'te verilmiştir.



Şekil 4.13 : Gerilim ve akım değerlerinin alındığı devre.

#### 4.3.3.9 Mikrodenetleyici devresi

Mikrodenetleyici olarak Microchip PIC18F46K22 kullanılmaktadır (Microchip, 2020). Dahili 64 MHz osilatör ile çalışmaktadır. Mikrodenetleyici devresi Şekil 4.14'te verilmiştir.

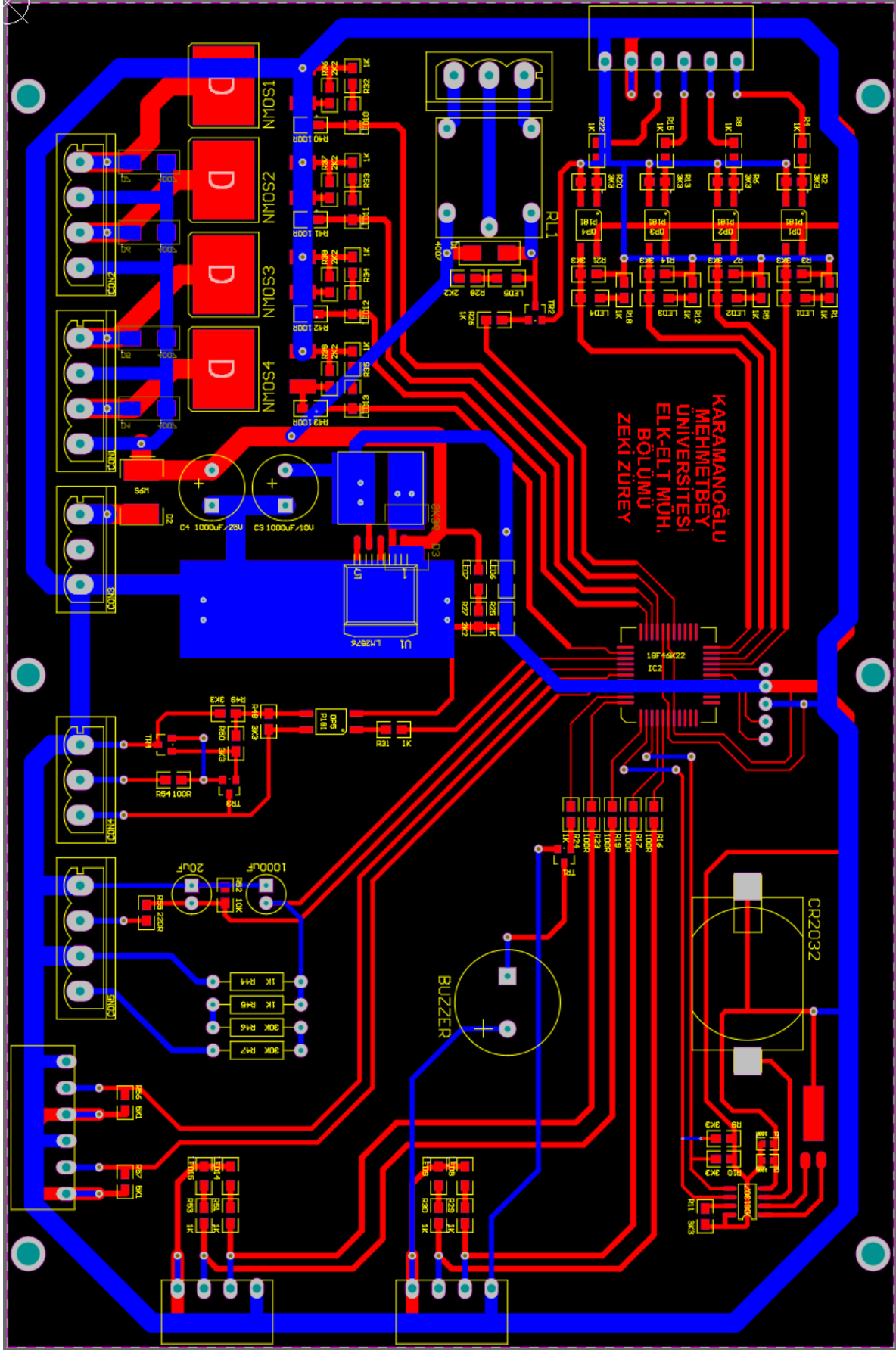


Şekil 4.14 : Mikrodenetleyici devresi.

#### 4.3.3.10 Kontrol kartı baskı devre çizimi

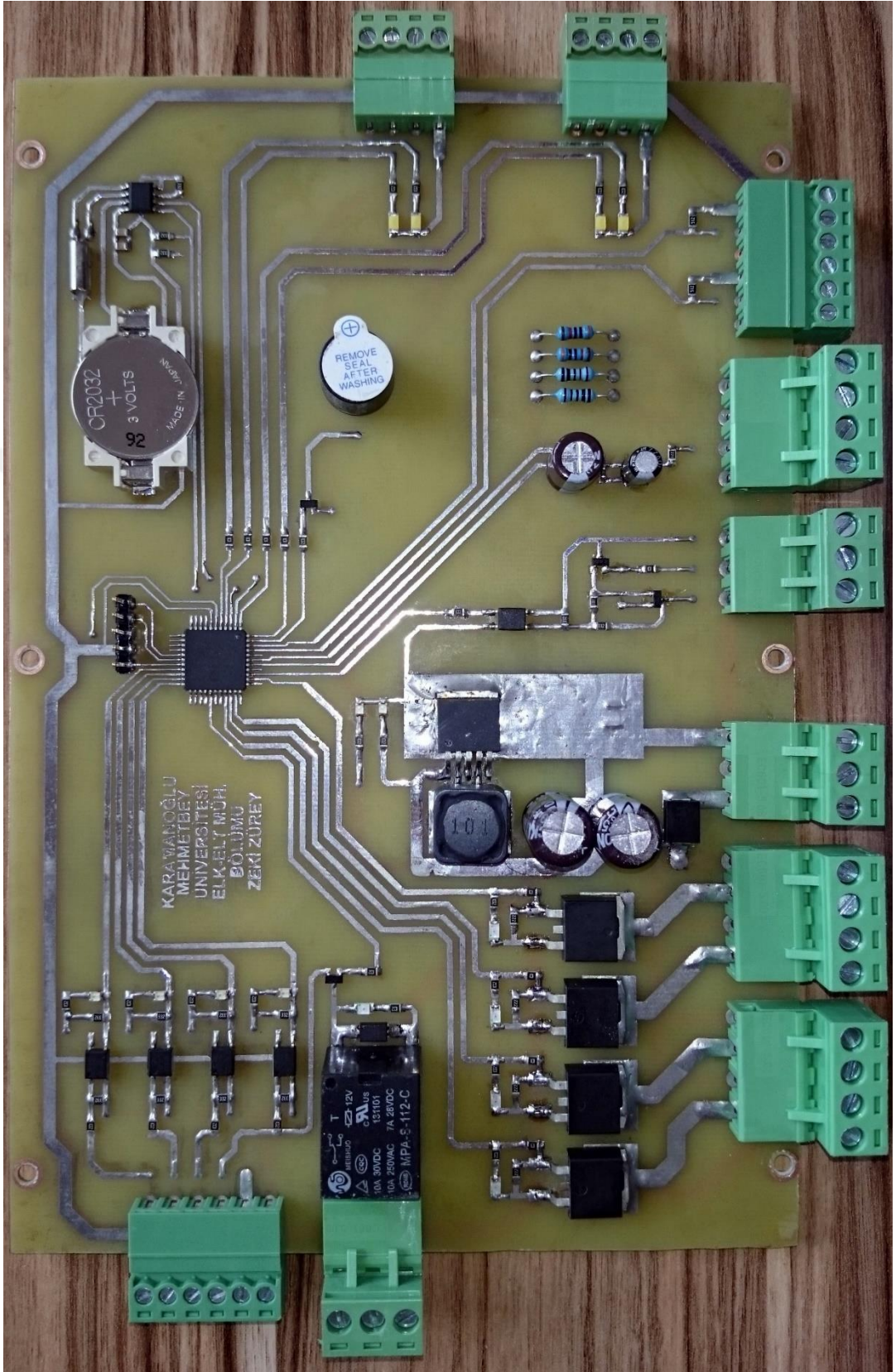
Şematik çizimler tamamlandıktan sonra baskı devre çizimi yapılmıştır. Kartın boyutunun küçültülmesi amacı ile iki katmanlı olarak çizilmiştir. Kontrol kartının baskı devre çizimi ile ilgili görseller Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da verilmiştir.



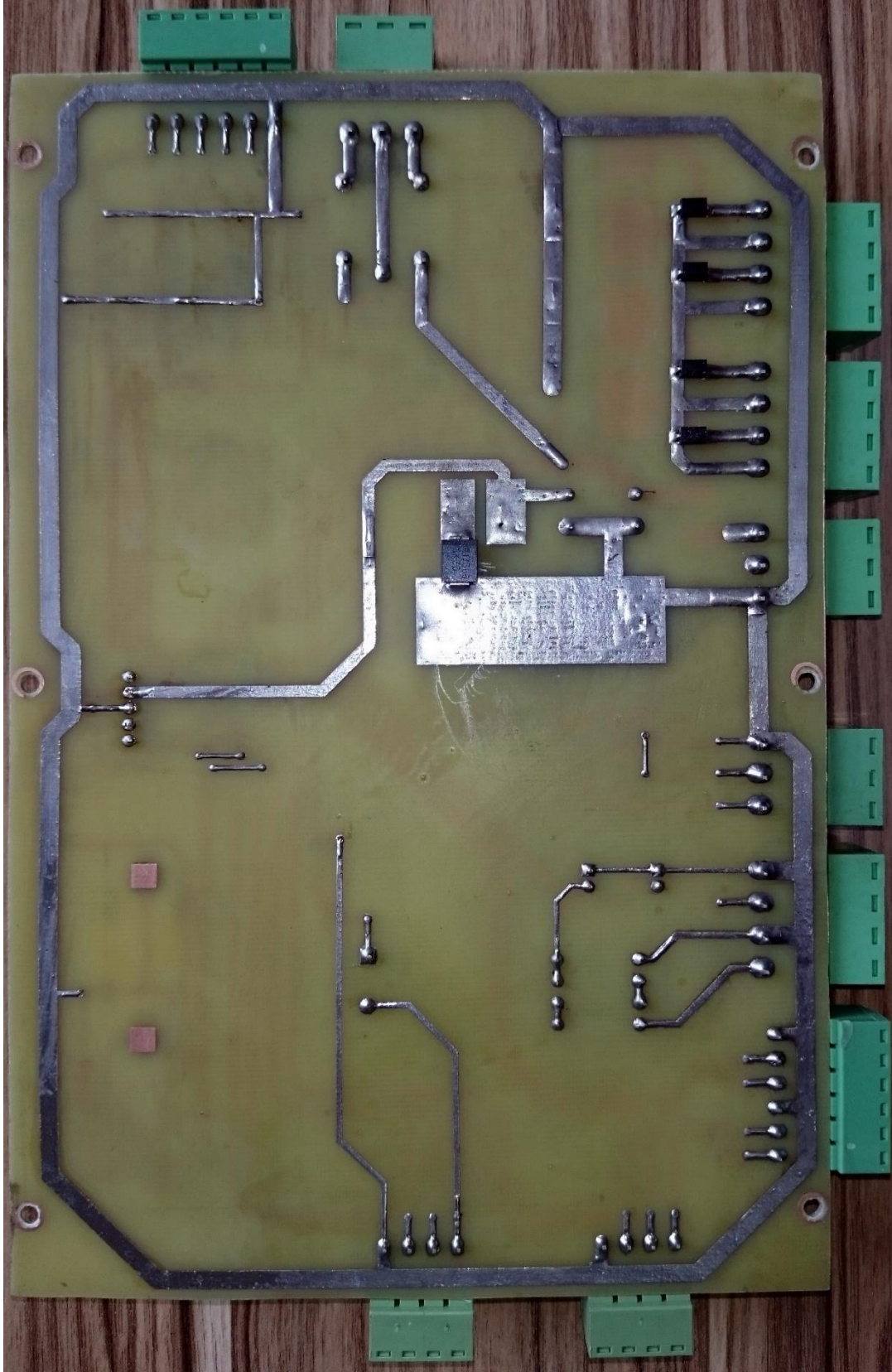


Şekil 4.16 : Kontrol kartı baskı devre çizimi görüntüsü (alt katman önde).

Hazırlanan kontrol kartı ile ilgili görseller Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de sunulmuştur.



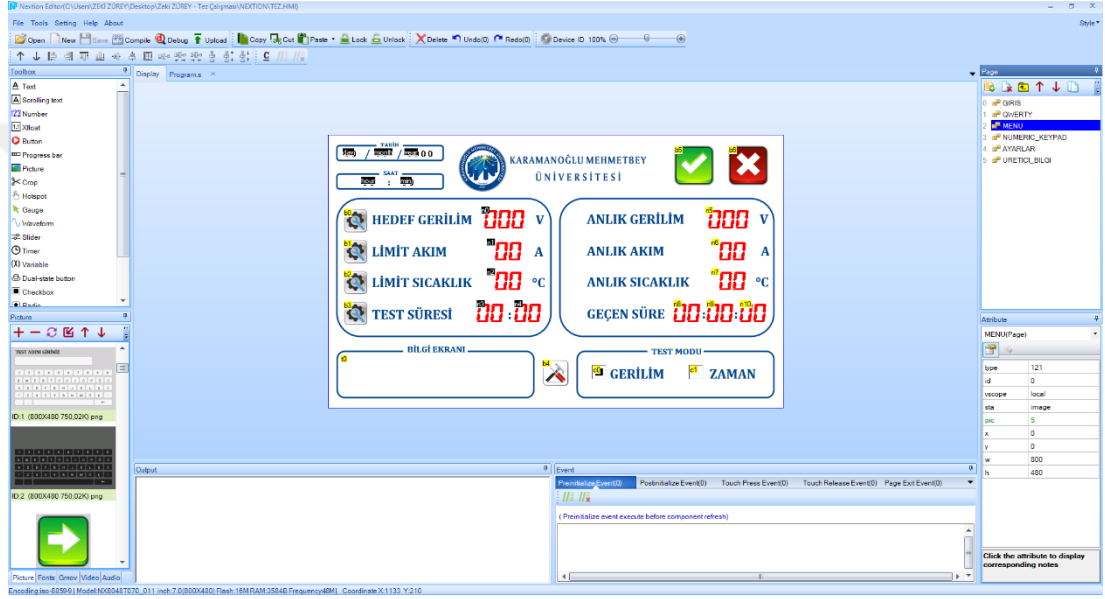
Şekil 4.17 : Kontrol kartı ön yüzünün görüntüsü.



**Şekil 4.18 :** Kontrol kartı arka yüzeyinin görüntüsü.

#### 4.3.4 Dokunmatik arayüz ekranı

Teste başlamadan önce parametrelerin girilebilmesi ve test sırasında gerilim, akım, sıcaklık ve süre gibi parametrelerin anlık olarak görüntülenebilmesi için bir HMI LCD kullanılmıştır. Bu LCD Nextion tarafından üretilen NX8048K070-011C modelidir. 7.0" boyutunda ve kapasitif dokunmatiktir. Arayüzü Nextion Editor programında oluşturulmuştur (Nextion, 2020a, 2020b). Nextion Editor programına ait ekran görüntüsü Şekil 4.19'da verilmiştir.



Şekil 4.19 : Nextion Editor programına ait ekran görüntüsü.

#### 4.3.4.1 Karşılama sayfası

Karşılama sayfasında tezin Türkçe ve İngilizce isimleri ile araştırmacının bilgileri yer almaktadır. Karşılama sayfasına ilişkin görsel Şekil 4.20'de verilmiştir.



**ENDÜSTRİYEL AKÜ BANKALARININ KAPASİTESİNİN  
BELİRLENMESİNDE BİR ÖLÇÜM CİHAZININ  
TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF  
A MEASURING DEVICE IN DETERMINING  
THE CAPACITY OF INDUSTRIAL BATTERY BANKS**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ZEKİ ZÜREY**

Şekil 4.20 : Karşılama sayfasına ait ekran görüntüsü.

#### 4.3.4.2 Giriş sayfası

Giriş sayfasında gerçekleştirilecek olan testin adı ve test edilecek olan akü bankasının nominal gerilim ve kapasite bilgileri girilmektedir. Giriş sayfasına ilişkin görsel Şekil 4.21’de verilmiştir.

Şekil 4.21 : Giriş sayfasına ait ekran görüntüsü.

Test adı bilgisinin gireleceği alana tıkladığında tuş takımı sayfası açılmaktadır. Bilgi girildikten sonra ileri butonuna tıklanarak giriş sayfasına dönülmektedir. Tuş takımı sayfasına ilişkin görsel Şekil 4.22’de verilmiştir.



**Şekil 4.22 :** Tuş takımı sayfasına ait ekran görüntüsü.

Nominal gerilim ve kapasite bilgilerinin gireleceği alanlara tıkladığında nümerik tuş takımı sayfası açılmaktadır. Bilgiler girildikten sonra ileri butonuna tıklanarak giriş sayfasına dönülmektedir. Nümerik tuş takımı sayfasına ilişkin görsel Şekil 4.23’te verilmiştir.



**Şekil 4.23 :** Nümerik tuş takımı sayfasına ait ekran görüntüsü.

Tüm bilgiler girildikten sonra ileri butonuna tıklanarak test sayfasına geçilmektedir.

#### **4.3.4.3 Test sayfası**

Bu sayfanın sol üst köşesinde tarih ve saat bilgileri, sağ üst köşesinde testi başlatma ve durdurma butonları ve almaktadır.

Sayfanın solunda hedef gerilim, limit akım, limit sıcaklık ve test süresi parametreleri yer almaktadır. Parametrelerin solundaki butonlar kullanılarak istenilen değerler girilmektedir.

Hedef gerilim, akü bankasının kesme gerilimini belirtir. Test sırasında akü bankasının gerilimi hedef gerilime düştüğünde test tamamlanmaktadır.

Limit akım, akü bankasının kaç amperde test edileceğini belirtmektedir. Akü bankasının çekilen akım, limit akım seviyesine ulaştırılmakta ve bu seviyede sabit kalması sağlanmaktadır.

Limit sıcaklık, test sırasında akü bankasının ulaşacağı en yüksek sıcaklığı belirtmektedir. Akü bankası bu sıcaklığa ulaşırsa test durdurulmaktadır.

Test süresi, zaman modunda iken testin toplam süresini belirtmektedir. Test sırasında akü bankasının gerilimi hedef gerilime düşerse test süresinin dolması beklenmeden test tamamlanmaktadır.

Sayfanın sağ tarafında, ölçülen anlık değerler yer almaktadır. Anlık gerilim, akü bankasının anlık bara gerilimini belirtmektedir. Anlık akım, akü bankasında çekilen anlık akımı belirtmektedir. Anlık sıcaklık akü bankasının anlık sıcaklığını belirtmektedir. Geçen süre, testin başlangıcından itibaren geçen süreyi belirtmektedir. Sayfanın sol alt kısmında bilgi ekranı yer almaktadır. Bu ekranda test ile ilgili bildirimler ve uyarılar yer almaktadır. Sayfanın sağ alt kısmında test modu seçimi için gerilim ve zaman butonları yer almaktadır. Gerilim modunda, akü bankası gerilimi hedef gerilime düşene kadar test işlemi devam etmektedir. Hedef gerilime ulaşıncaya kadar test tamamlanmaktadır. Zaman modunda, girilen test süresi dolana kadar test işlemi devam etmektedir. Süre dolunca, akü bankası geriliminin hedef gerilime ulaşmasına bakılmaksızın test tamamlanmaktadır. Sayfanın orta alt kısmında ayarlar sayfasına geçilmesini sağlayan ayarlar butonu bulunmaktadır.

Test sayfasına ilişkin görsel Şekil 4.24'te verilmiştir.

The screenshot displays the test interface with the following elements:

- DATE (TARİH):** 00 / 00 / 0000
- TIME (SAAT):** 00 : 00
- Logos:** KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ and a green checkmark icon.
- Parameters (Left Panel):**
  - HEDEF GERİLİM: 000 V
  - LİMİT AKIM: 00 A
  - LİMİT SICAKLIK: 00 °C
  - TEST SÜRESİ: 00 : 00
- Parameters (Right Panel):**
  - ANLIK GERİLİM: 000 V
  - ANLIK AKIM: 00 A
  - ANLIK SICAKLIK: 00 °C
  - GEÇEN SÜRE: 00 : 00 : 00
- Information Screen (BİLGİ EKRANI):** A redacted area.
- Test Mode (TEST MODU):**  GERİLİM  ZAMAN

Şekil 4.24 : Test sayfasına ilişkin görsel.

#### 4.3.4.4 Ayarlar sayfası

Ayarlar sayfasında tarih ve saat ayarları, gerilim ve akım kalibrasyonları ve tez bilgileri sayfasına ait buton yer almaktadır. Gerçek zaman saatinin tarih ve saat ayarları buradaki butonlar kullanılarak nümerik tuş takımı ile yapılmaktadır. Ölçümlerdeki zamanla oluşacak sapmalardan kaynaklanan hataların giderilmesi için gerilim ve akım kalibrasyonu bulunmaktadır. Bu değerler 0-255 arasında girilebilmektedir. Ön tanımlı değerler 100'dür. Girilen değerler, dahili EEPROM'a kaydedilmektedir. Böylece cihazın her kapatılıp açıldığında değerlerin tekrar tekrar girilmesine gerek kalmamaktadır. Ayarlar sayfasına ilişkin görsel Şekil 4.25'te verilmiştir.



Şekil 4.25 : Ayarlar sayfasına ait ekran görüntüsü.

#### 4.3.4.5 Tez bilgileri sayfası

Bu sayfada tez çalışması ile ilgili detaylı bilgiler yer almaktadır. Tez bilgileri sayfasına ilişkin görsel Şekil 4.26'da verilmiştir.



KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİYEL AKÜ BANKALARININ KAPASİTESİNİN  
BELİRLENMESİNDE BİR ÖLÇÜM CİHAZININ  
TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF  
A MEASURING DEVICE IN DETERMINING  
THE CAPACITY OF INDUSTRIAL BATTERY BANKS

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ A.B.D.  
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ZEKİ ZÜREY  
zurey.z@gmail.com

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Kadir SABANCI  
kadirsabanci@kmu.edu.tr

Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Selami BALCI  
sbalci@kmu.edu.tr

EYLÜL 2020

Şekil 4.26 : Tez bilgileri sayfasına ait ekran görüntüsü.

#### 4.3.4.6 Test sonucu sayfası

Test tamamlandıktan sonra veya test durdurulduktan sonra gösterilen sayfadır. Akü bankasının teknik parametleri, test öncesi veriler ve test tamamlandıktan sonraki veriler yer alır. Testin değerlendirilmesi için oluşturulmuştur. Test sonucu sayfasına ilişkin görsel Şekil 4.27’de verilmiştir.

### TEST TAMAMLANDI

|  |       |    |
|--|-------|----|
| Akü Bankası Nominal Gerilimi                   | 0 0 0 | V  |
| Akü Bankası Kapasitesi                         | 0 0 0 | Ah |
| Teste Başlamadan Önce Akü Bankası Gerilimi     | 0 0 0 | V  |
| Test Tamamlandıktan Sonra Akü Bankası Gerilimi | 0 0 0 | V  |
| Test Akımı                                     | 0 0   | A  |
| Test Süresi                                    | 0 0 0 | dk |
| Çekilen Toplam Enerji                          | 0 0 0 | Ah |
| Akü Bankası Sağlık Durumu (state of health)    | 0 0   | %  |

Şekil 4.27 : Test sonucu sayfasına ilişkin görsel.

#### 4.4 Mekanik Tasarım ve Elektrik Bağlantıları

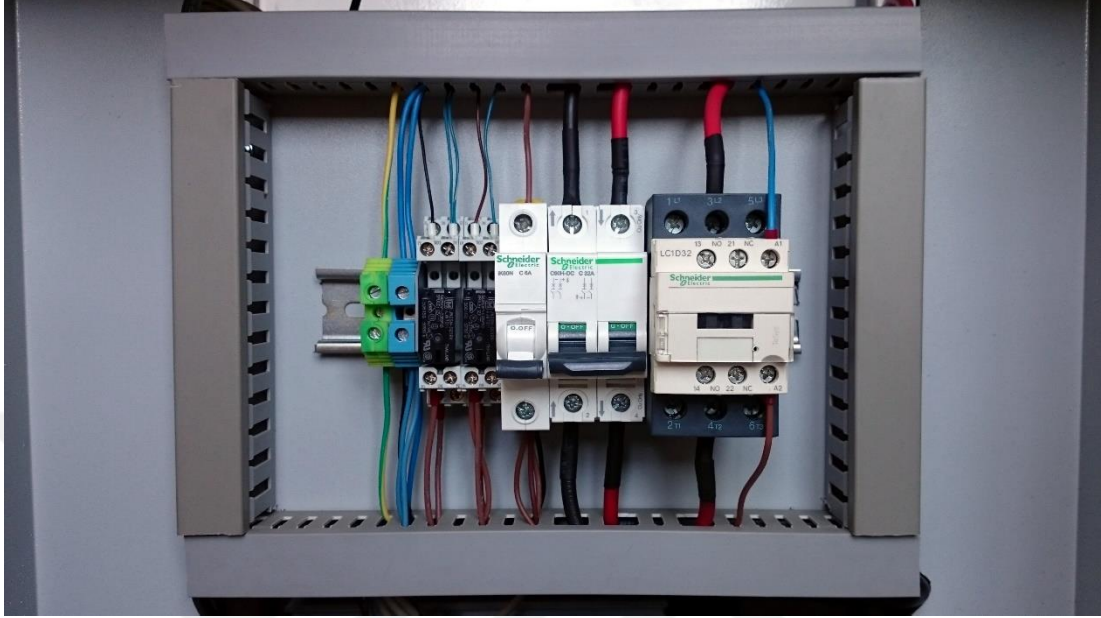
Geliştirilen test cihazı, 60x50x110 cm boyutlarında, tekerlekli, taşınabilir bir sac pano içerisine yerleştirilmiştir. Ön tarafta LCD, acil durdurma butonu ve tutamaçlar, yan taraflarda havalandırma delikleri, arka tarafta ise elektriksel bağlantılar bulunmaktadır. Panoya ait görseller Şekil 4.28’de verilmiştir.



Şekil 4.28 : Test cihazı panosu.

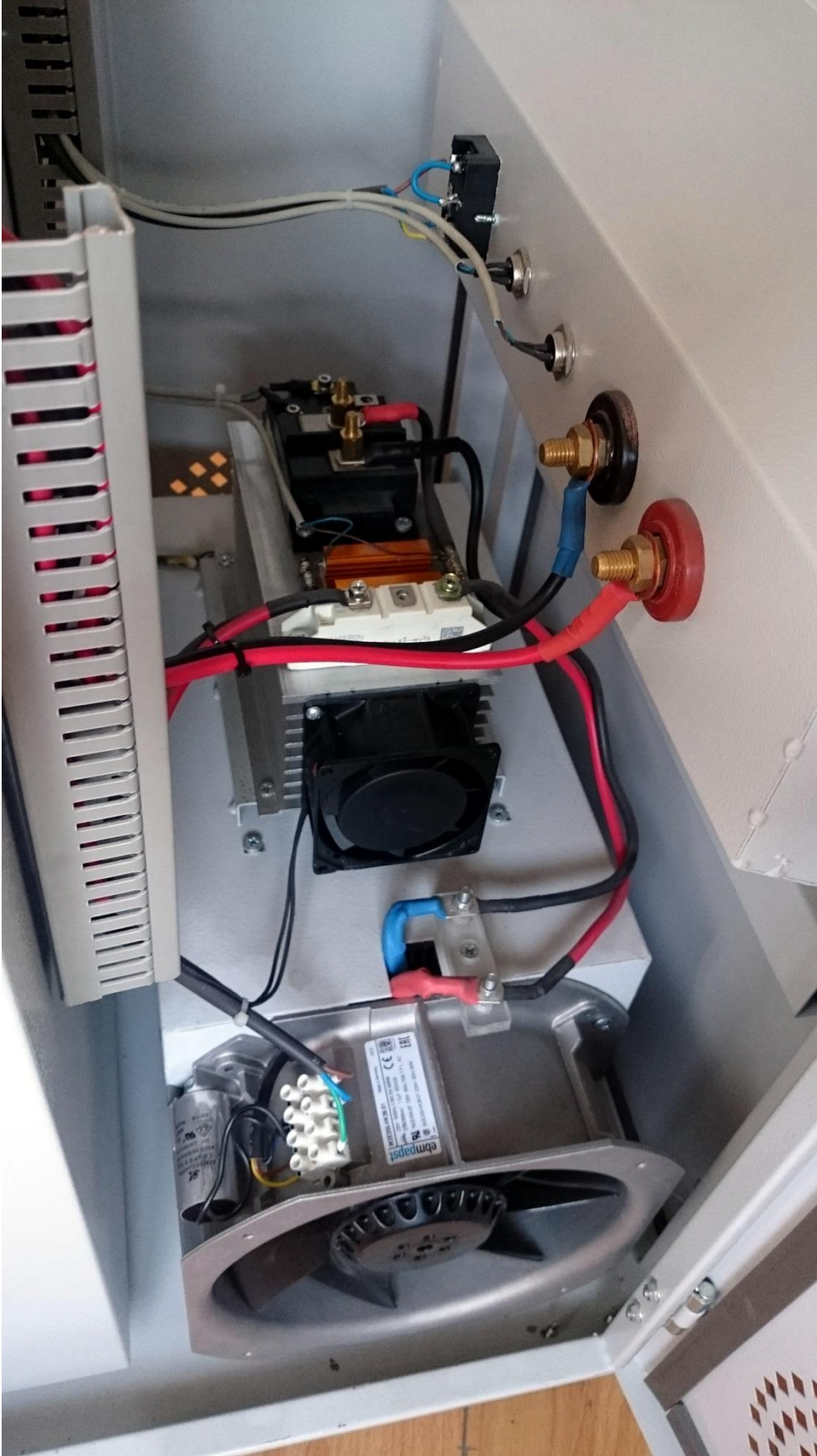
Pano içerisinde bir elektrik paneli bulunmaktadır. Bu panelde kontaktör, tek kutuplu AC devre kesici, iki kutuplu DC devre kesici, iki adet röle ve soketi, nötr ve toprak hattı bağlantıları için klemensler bulunmaktadır. Kontaktörün amacı, test anında akü bankası ve test cihazının elektriksel bağlantısını sağlamak, test yapılmadığı anlarda ise elektriksel bağlantıyı ayırmaktır. Güvenlik amacı ile kullanılmaktadır. Tek kutuplu AC devre kesici, C sınıfı ve 6A’dır. Test cihazının AC besleme girişine bağlıdır. Olası bir elektriksel arıza durumunda kullanıcıyı, cihazı ve akü bankasını korumak için kullanılmıştır. İki kutuplu AC devre kesici, C sınıfı ve 32 A’dır. Akü bankasının bara kutuplarına bağlıdır. Güç transistör modülünün kısa devre olması, akü bankasının kısa devre olması veya aşırı yükleme durumunda kullanıcıyı, cihazı ve akü bankasını korumak için kullanılmıştır. İki adet röleden biri kontaktörü sürmek

için diğeri ise rezistansları soğutan AC fanı sürmek için kullanılmıştır. Elektrik paneline ait görsel Şekil 4.29'da verilmiştir.



Şekil 4.29 : Elektrik paneli.

Darlington güç transistörü, alüminyum soğutuculu dirençler ve diyot modülü bir alüminyum soğutucu üzerine monte edilmiş ve 12x12 cm AC fan ile soğutulması sağlanmıştır. Yük bankası ile birlikte panonun içerisine yerleştirilmiştir. Panonun içine ait görsel Şekil 4.30'da verilmiştir.



Şekil 4.30 : Test cihazının iç görünümü.

Test cihazının arka kısmında akü bankası bağlantısı, gerilim ve sıcaklık sensörü girişleri ve 220 V AC besleme girişi bulunmaktadır. Cihazın arka kısmında bulunan bağlantı uçları Şekil 4.31’de verilmiştir.



**Şekil 4.31 :** Test cihazının bağlantı uçları.

Test cihazı ile akünün bağlantısını sağlamak için  $6 \text{ mm}^2$  kesit alanına sahip, uçlarına maşa ve terminal bağlantısı eklenmiş iki adet kablo kullanılmıştır. Gerilimin ölçülmesi için kablolarla paralel bağlı bir mika fiş ile sensör girişi oluşturulmuştur. Kablolar, kablo çorabı ile korunmuştur. Bağlantı kablosuna ait görsel Şekil 4.32’de verilmiştir.



**Şekil 4.32 :** Akü bankası bağlantı kablosu.

Testler sırasında Mutlu Akü firmasının endüstriyel tipte standart sulu tip 2V hücre gerilimine sahip sabit tesis aküleri kullanılmıştır. Kullanılan akü bankasına ait görsel Şekil 4.33'te sunulmuştur.



**Şekil 4.33 :** Test ve ölçümü yapılan akü bankası.

## 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hücre gerilimi 2 V olan endüstriyel aküler seri bağlanmış ve akü bankaları oluşturulmuştur. Bu akü bankaları ile birçok test yapılmıştır. Yapılan testlerden biri sırasında kullanılan deney düzeneği görseli Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de verilmiştir. Ayrıca testlerden elde edilen veriler Çizelge 5.1’de sunulmaktadır.



Şekil 5.1 : Deney düzeneği görseli 1.



Şekil 5.2 : Deney düzeneği görseli 2.

**Çizelge 5.1 :** Deneysel testlerden elde edilen ölçüm verileri.

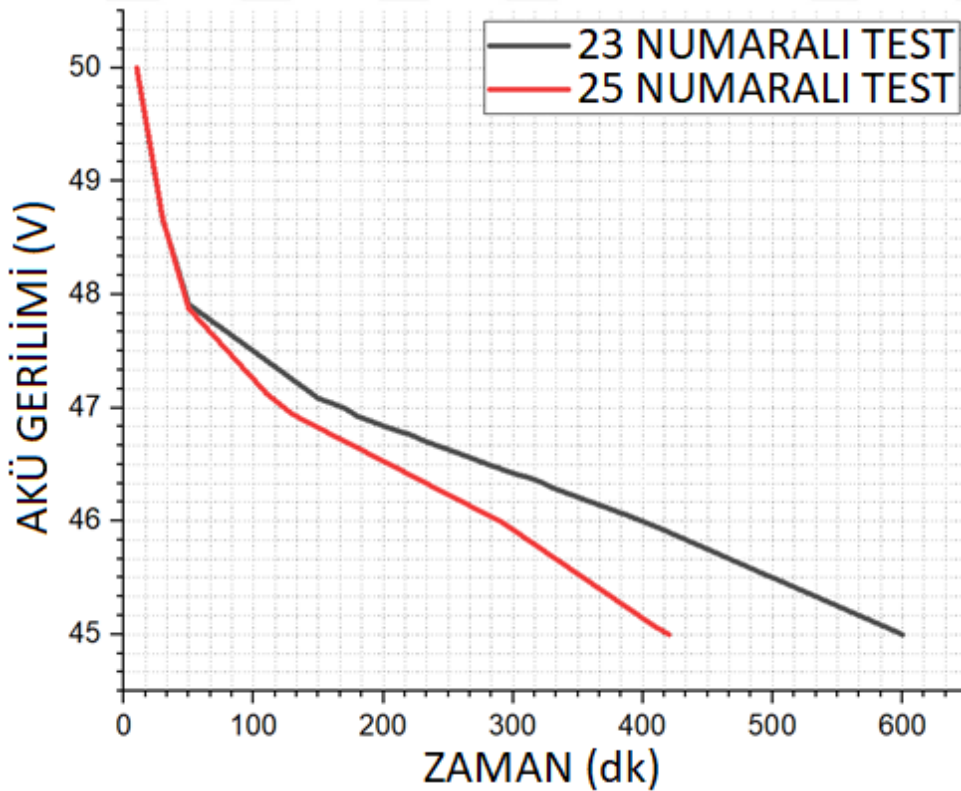
| Test Nu | Akü Bankası Gerilimi (V) | Akü Bankası Kapasitesi (Ah) | Test Akımı (A) | Test Süresi (dk) | Test Sonunda Akü Bankası Gerilimi (V) | Çekilen Enerji (Ah) |
|---------|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|---------------------------------------|---------------------|
| 1       | 120                      | 200                         | 10             | 720              | 104                                   | 120                 |
| 2       | 120                      | 200                         | 10             | 700              | 104                                   | 116,6               |
| 3       | 120                      | 200                         | 10             | 615              | 106                                   | 102,5               |
| 4       | 120                      | 200                         | 10             | 600              | 106                                   | 100                 |
| 5       | 120                      | 200                         | 10             | 600              | 108                                   | 100                 |
| 6       | 118                      | 200                         | 10             | 600              | 103                                   | 100                 |
| 7       | 118                      | 300                         | 20             | 570              | 104                                   | 190                 |
| 8       | 118                      | 300                         | 20             | 540              | 104                                   | 180                 |
| 9       | 118                      | 200                         | 10             | 600              | 104                                   | 100                 |
| 10      | 118                      | 200                         | 10             | 540              | 107                                   | 90                  |
| 11      | 112                      | 200                         | 10             | 570              | 102                                   | 95                  |
| 12      | 112                      | 200                         | 10             | 420              | 102                                   | 70                  |
| 13      | 112                      | 200                         | 8              | 630              | 105                                   | 84                  |
| 14      | 112                      | 200                         | 10             | 450              | 105                                   | 75                  |
| 15      | 112                      | 200                         | 8              | 570              | 106                                   | 76                  |
| 16      | 112                      | 200                         | 8              | 600              | 106                                   | 80                  |
| 17      | 110                      | 200                         | 10             | 500              | 102                                   | 83,3                |
| 18      | 110                      | 200                         | 10             | 420              | 102                                   | 70                  |
| 19      | 110                      | 200                         | 10             | 360              | 102                                   | 60                  |
| 20      | 110                      | 100                         | 10             | 300              | 104                                   | 50                  |
| 21      | 50                       | 200                         | 10             | 620              | 42                                    | 103,3               |
| 22      | 50                       | 200                         | 10             | 560              | 42                                    | 93,3                |
| 23      | 50                       | 200                         | 10             | 600              | 45                                    | 100                 |
| 24      | 50                       | 200                         | 10             | 540              | 45                                    | 90                  |
| 25      | 50                       | 200                         | 10             | 420              | 45                                    | 70                  |

Yapılan deneysel çalışmalarda, 11 ve 12 numaralı testlerde, 112 V şarj gerilimi ve 200 Ah enerji kapasitesine sahip iki akü bankası, sabit 10 A akımla deşarj edilmiştir. Her iki akü bankasının gerilimi, kesme gerilimi olan 102 V'a düşürülmüştür. Test işlemi sonucunda her iki akü bankasından yaklaşık 200 Ah enerji çekilmesi beklenirken, 11 numaralı testte kullanılan akü bankasından 95 Ah, 12 numaralı testte

kullanılan akü bankasından 70 Ah enerji çekilmiştir. Bu durumda her iki akü bankasının da performansının yarıdan daha az olduğu görülmektedir. Bir karşılaştırma yapılacak olursa, 12 numaralı testte kullanılan akü bankasının daha sağlıklı olduğu söylenebilir.

Bununla birlikte 17, 18 ve 19 numaralı testlerde ise 110 V şarj gerilimi ve 200 Ah enerji kapasitesine sahip üç akü bankası sabit 10 A'de deşarj edilmiştir. Akü bankalarının gerilimi 102 V'a kadar düşürülmüştür. Test işlemi sonucunda, 17 numaralı testte kullanılan akü bankasından 83,3 Ah, 18 numaralı testte kullanılan akü bankasından 70 Ah ve 19 numaralı testte kullanılan akü bankasından 60 Ah enerji çekilmiştir. Akü bankalarının SOH değerleri sırasıyla %45, %38, %32 olarak hesaplanmıştır.

Aküler sabit akımla deşarj edilirken akım değeri yükseldikçe aküden çekilebilecek enerji miktarının düştüğü bilinmektedir. 200 Ah ve üzeri kapasiteye sahip akülerden en yüksek miktarda enerjinin çekilebilmesi için deşarj akımı yaklaşık 20 A olmalıdır. Test işlemlerinde ve SOH değerlerinin hesaplanmasında bu parametreler göz önünde bulundurulmaktadır. 23 ve 25 numaralı testlere ait gerilim-zaman grafiği Şekil 5.3'te gösterilmektedir.

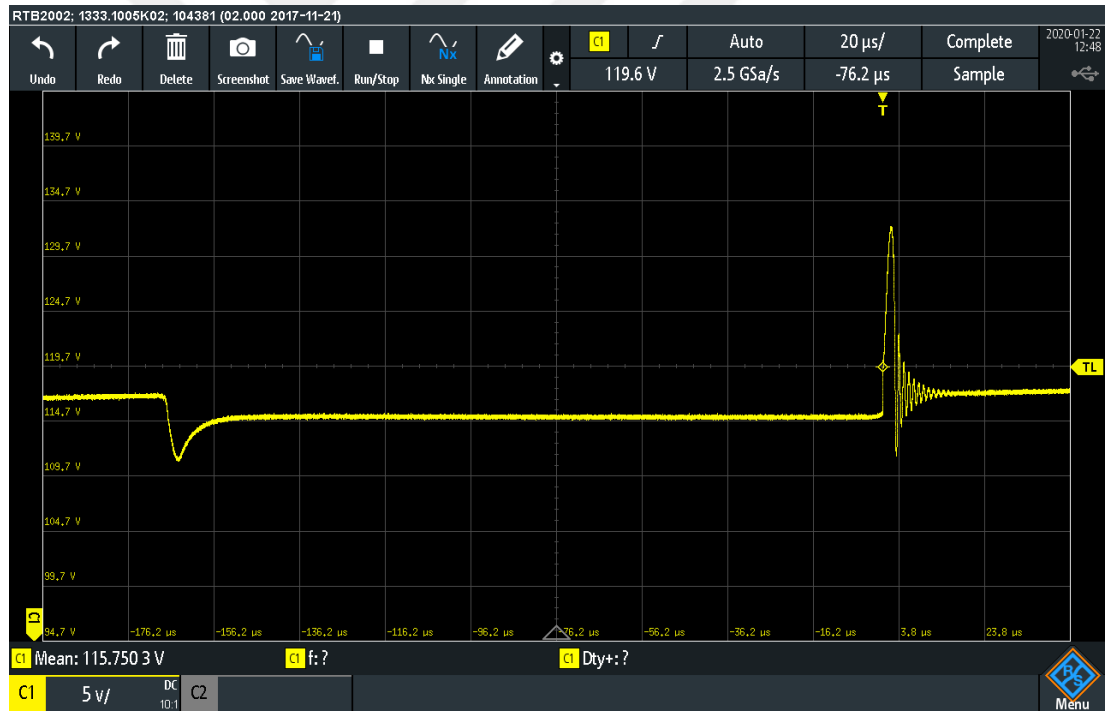


Şekil 5.3 : 23 ve 25 numaralı testlere ait gerilim-zaman grafiği.

Sağlıklı bir aküden sabit akım çekildiğinde, gerilim düşüşünün doğrusala çok yakın olması beklenmektedir. Şekil 5.3'teki grafikte, beklendiği gibi 48 V - 45 V arasında düz bir eğri görülmektedir. Ayrıca, 48 V seviyesinden önce daha dik ve kısmen üstel bir eğri gözlenmektedir. Bu durum iki akü bankasının ömrünün azalmasıyla açıklanabilir.

25 numaralı testte kullanılan akü bankasının 180 dk süreli olarak daha erken 45 V'a düştüğü görülmektedir. Akü bankaları eşdeğer şarj gerilimine ve kapasiteye sahiptir. Ayrıca aynı akım değerinde deşarj edilmektedir. Bu durumda, 23 numaralı testte kullanılan akü bankasının daha sağlıklı olduğu söylenebilir.

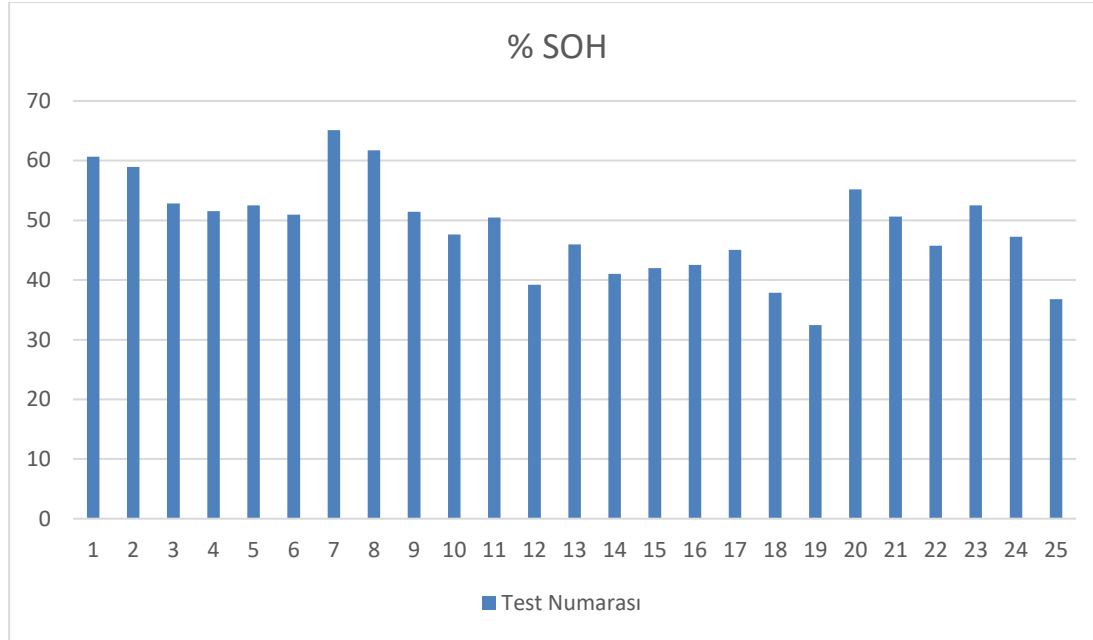
Test sırasında akü bankası bara geriliminin osiloskop görüntüsü Şekil 5.4'te verilmiştir. 115,75 V bara geriliminde, anahtarlama sırasında tepeden tepeye 21 V dalgalanma gözlenmektedir. Bu güç elektroniği devresi için kabul edilebilir bir değerdir ve test sonucu üzerinde hiçbir etkisi yoktur.



**Şekil 5.4 :** Test sırasında bara gerilimi osiloskop görüntüsü.

Çizelge 5.1'de verilen testler gruplandırılarak bir bütün olarak incelendiğinde, aynı kimyasal yapılara ve teknik özelliklere sahip akü bankalarının aynı testlere tabi tutulduklarında farklı sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu, aynı özelliklere sahip akülerin zaman içinde farklı performans gösterdiğini açıkça göstermektedir.

Geliştirilen test cihazı ile akü performansındaki bu değişiklikler tespit edilebilmektedir. Bu testler yapılmadığı takdirde, hasar görmüş veya performansı düşük aküleri tespit etmek oldukça zordur.



Şekil 5.5 : %SOH grafiği.

Şekil 5.5'te, akü bankaları ile gerçekleştirilen testlerin %SOH grafiği verilmiştir. Bu değerler, Çizelge 5.1'de sunulan parametreler ve kesme gerilimleri göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Grafik incelendiğinde akü bankalarının sağlığı arasındaki farklar açıkça görülmektedir. Kullanılan alana göre bazı akü bankaları ihtiyacı karşılayabilecek durumdayken bazı akü bankalarının % SOH değeri %35'in altına düşmüştür ve değiştirilmesi elzemdir.

## 6. SONUÇ

Bu çalışmada, geliştirilen test cihazı ile yapılan testlerde akü bankaları sabit akımla deşarj edilmiştir. Anlık parametreler test sırasında rapor edilmiştir. Bu verilere dayanarak, akü bankalarının teknik parametreleri elde edilmiştir.

2 V'luk bir hücre gerilimine sahip endüstriyel tip sulu aküler seri olarak bağlanarak oluşturulan akü bankaları ile çok sayıda deneysel test gerçekleştirilmiştir. Testlerden elde edilen veriler Çizelge 5.1'de sunulmaktadır. 21 ve 22 numaralı testler dikkate alındığında, her iki akü bankası kesme gerilimine kadar deşarj edilmiştir. 21 numaralı akü bankasının SOH değeri %51,5, 22 numaralı akü bankasının SOH değeri %46,5 olarak hesaplanabilir. Beklendiği gibi, bu çizelgedeki 23 ve 25 numaralı testler için elde edilen gerilim-zaman grafiği üzerinde 48 V-45 V arasında düz bir eğri gözlenmektedir. Bununla birlikte, 48 V ve öncesinde daha dik ve kısmen üstel bir eğrinin oluşumu, her iki akü bankasının ömründeki azalma ile açıklanabilir.

Bu testler gerçekleştirilmediğinde, bir sisteme bağlı, hasar görmüş veya performansı düşük aküleri tespit etmek oldukça zordur. Bir UPS sisteminde veri kaybı ve finansal kayıplara, elektrik iletim hatlarına bağlı sistemlerde maddi kayıplara ve ciddi yaralanmalara neden olabilir.

Farklı akü yapılarına özgü tek bir hücreyi test edebilen birçok çalışma yapılmıştır. Bununla birlikte, büyük ölçekli akü bankalarında, her bir hücreyi ayrı ayrı test etmek çok zaman alır. Geliştirilmiş olan test cihazı, yüksek kapasiteli aküleri, yüksek gerilimde test etme, farklı akü yapıları ve otomatik çalışma için ayarlanabilme özelliği sayesinde büyük avantaj sağlamaktadır.

Ülkemizde yerli ürün olarak üretimi veya satışı yapılan yüksek güçlü ve otomatik bir akü bankası test cihazı bulunmamaktadır. Yurtdışında satışı gerçekleştirilen cihazlar ise genellikle tek bir amaca özgü ve farklı yapılarıdaki akü bankalarında kullanım için hem maliyet açısından hem de kullanım kolaylığı açısından dezavantaja sahiptir.

Günümüz teknolojisinde yüksek kapasiteli aküler çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Belediyelerin elektrikli otobüsleri, elektrikli forkliftler, elektrikli ulaşım araçları, solar panelden gücünü alan tarla sulama sistemleri bunlardan sadece bazılarıdır. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda kullanılan akülerin periyodik

olarak test edilmesi için kullanılacak yerli ve düşük maliyetli bir test cihazının geliştirilmesi ülkemiz ve milli ekonomimiz açısından büyük bir öneme sahiptir.

Gelecekteki çalışmanın bir sonraki adımı, her bir hücre voltajını ayrı ayrı ölçmek ve rapor etmektir. Bu şekilde, bozuk hücreler kolayca tespit edilebilecektir. Ayrıca çok daha büyük kapasitelere sahip akülerin daha kısa sürede test edilebilmesi için ihtiyaç doğrultusunda yük bankasının gücü arttırılacaktır. Belediyelere ait elektrikli otobüslerin ve yüksek kapasiteli tesislerin akülerinin test edilebilmesi için modüler ve sabit test istasyonları üzerinde çalışılacaktır.



## KAYNAKLAR

- Altin, N., Balci, S., Ozdemir, S. ve Sefa, I. (2013). *A comparison of single and three phase DC/DC converter structures for battery charging*. doi:10.1109/ICRERA.2013.6749939
- Altium. (2020). Altium Designer. <https://www.altium.com/altium-designer/> adresinden erişildi.
- Anbuky, A. H. ve Pascoe, P. E. (2005). Battery capacity measurement.
- Asadi, F. ve Eguchi, K. (2019). On the extraction of input and output impedance of PWM DC-DC converters. *Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering*, 7. doi:10.17694/bajece.468787
- Bayram, M. B., Sefa, I. ve Balci, S. (2017). A static exciter with interleaved buck converter for synchronous generators. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(28), 17760–17770. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.03.062>
- Berglund, N. C., Rosedahl, T. J. ve Steele, S. W. (1998). Battery capacity test and electronic system utilizing same. *United States Patent*. doi:10.1016/s0378-7753(97)83800-1
- Bertness, K. I. (2000). Method and apparatus for auditing a battery test.
- Blank, T., Badeda, J., Kowal, J. ve Sauer, D. (2012). *Deep discharge behavior of lead-acid batteries and modeling of stationary battery energy storage systems*. INTELEC, *International Telecommunications Energy Conference (Proceedings)*.
- Bououd, R. ve Sbita, L. (2017). An overview of chopper topologies. *2017 International Conference on Green Energy Conversion Systems (GECS)* içinde (ss. 1–7). doi:10.1109/GECS.2017.8066207
- Brink, G. D. ve Burton, D. L. (2000). Battery capacity test method and apparatus.
- Coleman, M., Hurley, W. G. ve Lee, C. K. (2008). An Improved Battery Characterization Method Using a Two-Pulse Load Test. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 23(2), 708–713. doi:10.1109/TEC.2007.914329
- Electropaedia. (2005a). Battery Testing. <https://www.mpoweruk.com/testing.htm> adresinden erişildi.
- Electropaedia. (2005b). State of Charge (SOC) Determination. <https://www.mpoweruk.com/soc.htm> adresinden erişildi.
- Electropaedia. (2005c). State of Health (SOH) Determination. <https://www.mpoweruk.com/soh.htm> adresinden erişildi.
- Integrated, M. (2020a). DS1307. <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS1307.pdf> adresinden erişildi.
- Integrated, M. (2020b). DS18B20. <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf> adresinden erişildi.
- Intruments, T. (2020). LM2576S 5.0V. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2576.pdf?&ts=1589898905850> adresinden erişildi.

- Kiel, M., Sauer, D., Turpin, P., Naveed, M. ve Favre, E. (2008). *Validation of single frequency Z measurement for standby battery state of health determination. INTELEC, International Telecommunications Energy Conference (Proceedings)*. doi:10.1109/INTLEC.2008.4664020
- Microchip. (2020). PIC18F46K22 Microcontroller. <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC18F46K22#additional-features> adresinden erişildi.
- Nextion. (2020a). NX8048K070-011C. <https://nextion.tech/datasheets/nx8048k070/> adresinden erişildi.
- Nextion. (2020b). Nextion Editor. <https://nextion.tech/nextion-editor/> adresinden erişildi.
- Oguz, E., Çimen, H. ve Oğuz, Y. (2017). Simulation and Power Flow Control Using Switching's Method of Isolated Wind-Solar Hybrid Power Generation System with Battery Storage. *Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering*, 5(2), 40–49. doi:10.17694/bajece.334348
- Ozdemir, S., Balci, S., Altin, N. ve Sefa, I. (2017). Design and performance analysis of the three-level isolated DC-DC converter with the nanocrystalline core transformer. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(28), 17801–17812. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.02.158>
- Panasonic. (2020). JS1APF-B-12V-FT. [https://cdn.ozdisan.com/ETicaret\\_Dosya/345998\\_202481.pdf](https://cdn.ozdisan.com/ETicaret_Dosya/345998_202481.pdf) adresinden erişildi.
- Rectifier, I. (2020). IRLZ44N. *International Rectifier*. <http://www.irf.com/product-info/datasheets/data/irlz44n.pdf> adresinden erişildi.
- Sanrex. (2020). SQD300AA100 Transistor Module. [https://www.digchip.com/datasheets/download\\_datasheet.php?id=919058&part-number=SQD300AA100](https://www.digchip.com/datasheets/download_datasheet.php?id=919058&part-number=SQD300AA100) adresinden erişildi.
- Scholl, H. K. (1971). Automatic battery tester with recording means for battery performance. *United States Patent*. <https://www.google.com/patents/US3593099> adresinden erişildi.
- Sefa, I., Balci, S., Altin, N. ve Ozdemir, S. (2012). *Comprehensive analysis of inductors for an interleaved buck converter*. doi:10.1109/EPEPEMC.2012.6397274
- Semiconductor, O. (2020a). BC817. <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BC817-40W-D.PDF> adresinden erişildi.
- Semiconductor, O. (2020b). BC807. <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BC807-25W-D.PDF> adresinden erişildi.
- Team, M. E. V. (2008). A guide to understanding battery specifications.
- Toshiba. (2020). TLP181. [https://www.mouser.com/datasheet/2/408/TLP181\\_datasheet\\_en\\_20091112-708235.pdf](https://www.mouser.com/datasheet/2/408/TLP181_datasheet_en_20091112-708235.pdf) adresinden erişildi.

## EKLER

EK A: Veri sayfaları.

### EK A

## TRANSISTOR MODULE

# SQD300AA100

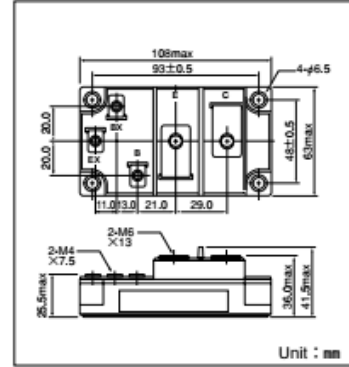
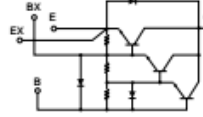
UL:E76102 (M)

SQD300AA100 is a Darlington power transistor module with a high speed, high power Darlington transistor. The transistor has a reverse paralld fast recovery diode. The mounting base of the module is electrically isolated from semiconductor elements for simple heatsink construction.

- $I_C=300A$ ,  $V_{CEX}=1000V$
- Low saturation voltage for higher efficiency.
- High DC current gain  $h_{FE}$
- Isolated mounting base

#### (Applications)

Moter Control (VVF), AC/DC Servo, UPS, Switching Power Supply, Ultrasonic Application



#### Maximum Ratings

( $T_j=25^\circ C$  unless otherwise specified)

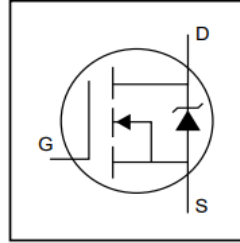
| Symbol    | Item                      | Conditions       | Ratings                           |          | Unit            |
|-----------|---------------------------|------------------|-----------------------------------|----------|-----------------|
|           |                           |                  | SQD300AA100                       |          |                 |
| $V_{CB0}$ | Collector-Base Voltage    |                  | 1000                              |          | V               |
| $V_{CEX}$ | Collector-Emitter Voltage | $V_{BE}=-2V$     | 1000                              |          | V               |
| $V_{EB0}$ | Emitter-Base Voltage      |                  | 7                                 |          | V               |
| $I_C$     | Collector Current         |                  | 300                               |          | A               |
| $-I_C$    | Reverse Collector Current |                  | 300                               |          | A               |
| $I_B$     | Base Current              |                  | 16                                |          | A               |
| $P_T$     | Total power dissipation   | $T_c=25^\circ C$ | 2000                              |          | W               |
| $T_j$     | Junction Temperature      |                  | -40 to +150                       |          | $^\circ C$      |
| $T_{stg}$ | Storage Temperature       |                  | -40 to +125                       |          | $^\circ C$      |
| $V_{iso}$ | Isolation Voltage         | A.C.1minute      | 2500                              |          | V               |
|           | Mounting Torque           | Mounting (M6)    | Recommended Value 2.5-3.9 (25-40) | 4.7 (48) | N·m<br>(kgf·cm) |
|           |                           | Terminal (M6)    | Recommended Value 2.5-3.9 (25-40) | 4.7 (48) |                 |
|           |                           | Terminal (M4)    | Recommended Value 1.0-1.4 (10-14) | 1.5 (15) |                 |
|           | Mass                      | Typical Value    | 520                               |          | g               |

#### Electrical Characteristics

| Symbol         | Item                                 | Conditions                 | Ratings  |       | Unit         |
|----------------|--------------------------------------|----------------------------|--|-------|--------------|
|                |                                      |                            | Min.   | Max.  |              |
| $I_{CB0}$      | Collector Cut-off Current            | $V_{CB}=1000V$             |  | 2.0   | mA           |
| $I_{EB0}$      | Emitter Cut-off Current              | $V_{EB}=7V$                |  | 800   | mA           |
| $V_{CEX(SUS)}$ | Collector Emitter Sustaining Voltage | $I_C=60A$ , $I_{B2}=-12A$  | 1000   |       | V            |
| $h_{FE}$       | DC Current Gain                      | $I_C=300A$ , $V_{CE}=2.8V$ | 75   |       |              |
|                |                                      | $I_C=300A$ , $V_{CE}=5V$   | 100  |       |              |
| $V_{CE(sat)}$  | Collector-Emitter Saturation Voltage | $I_C=300A$ , $I_B=6A$      |  | 2.5   | V            |
| $V_{BE(sat)}$  | Base-Emitter Saturation Voltage      | $I_C=300A$ , $I_B=6A$      |  | 3.5   | V            |
| $t_{on}$       | Switching Time                       | On Time                    |  | 3.0   | $\mu s$      |
| $t_s$          |                                      | Storage Time               | $V_{CC}=600V$ , $I_C=300A$<br>$I_{B1}=6A$ , $I_{B2}=-6A$ | 15.0  |              |
| $t_f$          |                                      | Fall Time                  |  | 3.0   |              |
| $V_{ECO}$      | Collector-Emitter Reverse Voltage    | $I_C=-300A$                |  | 1.8   | V            |
| $R_{th(j-c)}$  | Thermal Impedance (junction to case) | Transistor part            |  | 0.063 | $^\circ C/W$ |
|                |                                      | Diode part                 |  | 0.3   |              |

Şekil A.1 : SQD300AA100 darlington güç transistör modülü verileri.

- Logic-Level Gate Drive
- Advanced Process Technology
- Dynamic dv/dt Rating
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- Fully Avalanche Rated

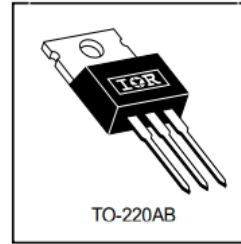


|                            |
|----------------------------|
| $V_{DSS} = 55V$            |
| $R_{DS(on)} = 0.022\Omega$ |
| $I_D = 47A$                |

**Description**

Fifth Generation HEXFETs from International Rectifier utilize advanced processing techniques to achieve the lowest possible on-resistance per silicon area. This benefit, combined with the fast switching speed and ruggedized device design that HEXFET Power MOSFETs are well known for, provides the designer with an extremely efficient device for use in a wide variety of applications.

The TO-220 package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 watts. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220 contribute to its wide acceptance throughout the industry.



**Absolute Maximum Ratings**

|                           | Parameter                                | Max.                  | Units |
|---------------------------|--|-----------------------|-------|
| $I_D @ T_C = 25^\circ C$  | Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$ | 47                    | A     |
| $I_D @ T_C = 100^\circ C$ | Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$ | 33                    |       |
| $I_{DM}$                  | Pulsed Drain Current ①                   | 160                   |       |
| $P_D @ T_C = 25^\circ C$  | Power Dissipation                        | 110                   | W     |
|                           | Linear Derating Factor                   | 0.71                  | W/°C  |
| $V_{GS}$                  | Gate-to-Source Voltage                   | $\pm 16$              | V     |
| $E_{AS}$                  | Single Pulse Avalanche Energy ②          | 210                   | mJ    |
| $I_{AR}$                  | Avalanche Current ①                      | 25                    | A     |
| $E_{AR}$                  | Repetitive Avalanche Energy ①            | 11                    | mJ    |
| dv/dt                     | Peak Diode Recovery dv/dt ③              | 5.0                   | V/ns  |
| $T_J$                     | Operating Junction and                   | -55 to + 175          | °C    |
| $T_{STG}$                 | Storage Temperature Range                |                       |       |
|                           | Soldering Temperature, for 10 seconds    | 300 (1.6mm from case) |       |
|                           | Mounting torque, 6-32 or M3 screw.       | 10 lbf•in (1.1N•m)    |       |

Şekil A.2 : IRLZ44N teknik verileri.

## LM2576xx Series SIMPLE SWITCHER® 3-A Step-Down Voltage Regulator

### 1 Features

- 3.3-V, 5-V, 12-V, 15-V, and Adjustable Output Versions
- Adjustable Version Output Voltage Range, 1.23 V to 37 V (57 V for HV Version)  $\pm 4\%$  Maximum Over Line and Load Conditions
- Specified 3-A Output Current
- Wide Input Voltage Range: 40 V Up to 60 V for HV Version
- Requires Only 4 External Components
- 52-kHz Fixed-Frequency Internal Oscillator
- TTL-Shutdown Capability, Low-Power Standby Mode
- High Efficiency
- Uses Readily Available Standard Inductors
- Create a [Custom Design with WEBENCH Tools](#)
- Thermal Shutdown and Current Limit Protection

### 2 Applications

- Simple High-Efficiency Step-Down (Buck) Regulator
- Efficient Preregulator for Linear Regulators
- On-Card Switching Regulators
- Positive-to-Negative Converter (Buck-Boost)

### 3 Description

The LM2576 series of regulators are monolithic integrated circuits that provide all the active functions for a step-down (buck) switching regulator, capable of driving 3-A load with excellent line and load regulation. These devices are available in fixed output voltages of 3.3 V, 5 V, 12 V, 15 V, and an adjustable output version.

Requiring a minimum number of external components, these regulators are simple to use and include fault protection and a fixed-frequency oscillator.

The LM2576 series offers a high-efficiency replacement for popular three-terminal linear regulators. It substantially reduces the size of the heat sink, and in some cases no heat sink is required.

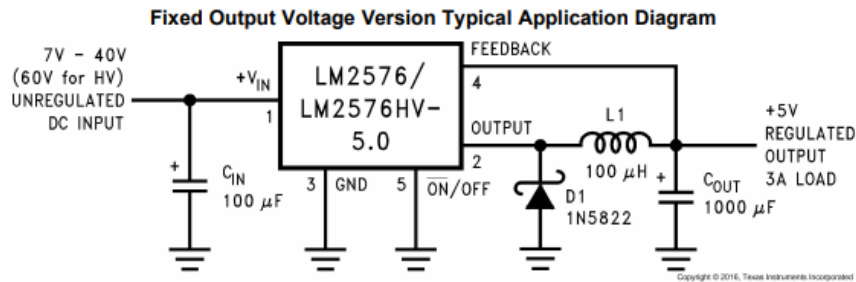
A standard series of inductors optimized for use with the LM2576 are available from several different manufacturers. This feature greatly simplifies the design of switch-mode power supplies.

Other features include a  $\pm 4\%$  tolerance on output voltage within specified input voltages and output load conditions, and  $\pm 10\%$  on the oscillator frequency. External shutdown is included, featuring 50- $\mu$ A (typical) standby current. The output switch includes cycle-by-cycle current limiting, as well as thermal shutdown for full protection under fault conditions.

#### Device Information<sup>(1)</sup>

| PART NUMBER | PACKAGE          | BODY SIZE (NOM)           |
|-------------|------------------|---------------------------|
| LM2576      | TO-220 (5)       | 10.16 mm $\times$ 8.51 mm |
| LM2576HV    | DDPAK/TO-263 (5) | 10.16 mm $\times$ 8.42 mm |

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.



Şekil A.3 : LM2576 teknik verileri.

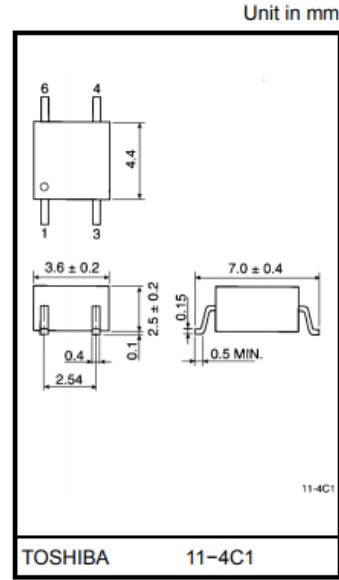
TOSHIBA Photocoupler GaAs Ired & Photo-Transistor

# TLP181

Office Machine  
 Programmable Controllers  
 AC / DC-Input Module  
 Telecommunication

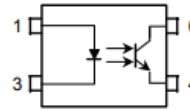
The TOSHIBA mini flat coupler TLP181 is a small outline coupler, suitable for surface mount assembly. TLP181 consist of a photo transistor optically coupled to a gallium arsenide infrared emitting diode.

- Collector-emitter voltage: 80V (min.)
- Current transfer ratio: 50% (min.)  
 Rank GB: 100% (min.)
- Isolation voltage: 3750Vrms (min.)
- UL recognized: UL1577,  
 file no. E67349
- Option (V4) type  
 VDE approved: VDE0884 satisfied  
 Maximum operating insulation voltage: 565V<sub>PK</sub>  
 Highest permissible over voltage: 6000V<sub>PK</sub>



Weight: 0.09 g

### Pin Configuration (top view)



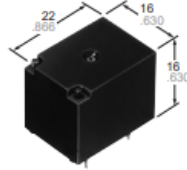
- 1: Anode
- 3: Cathode
- 4: Emitter
- 6: Collector

Şekil A.4 : TLP181 teknik verileri.



Cubic type 1a/1c 10A  
power relays

JS RELAYS



Protective construction: Flux-resistant  
type/Sealed type

### FEATURES

1. Miniature size with universal terminal footprint
2. High contact capacity: 10 A
3. TV-5 type available (Standard type)  
1 Form A type → TV-5  
1 Form C type → TV-5 (N.O. side only)
4. VDE, TÜV also approved
5. Sealed construction for automatic cleaning (Standard type)
6. Class B and F coil insulation type also available
7. EN60335-1 GWT compliant (Tested by VDE) type available
8. Surge voltage 6 kV type also available

### TYPICAL APPLICATIONS

1. Home appliances  
Air conditioner, heater, etc.
2. Office machines  
PPC, facsimile, etc.
3. Vending machines

Şekil A.5 : JS1APF-B-12V-FT teknik verileri.

# BC807-25W, BC807-40W

## General Purpose Transistors

### PNP Silicon

#### Features

- S Prefix for Automotive and Other Applications Requiring Unique Site and Control Change Requirements; AEC-Q101 Qualified and PPAP Capable
- These Devices are Pb-Free, Halogen Free/BFR Free and are RoHS Compliant

#### MAXIMUM RATINGS

| Rating                         | Symbol    | Value | Unit             |
|--------------------------------|-----------|-------|------------------|
| Collector - Emitter Voltage    | $V_{CEO}$ | -45   | V                |
| Collector - Base Voltage       | $V_{CBO}$ | -50   | V                |
| Emitter - Base Voltage         | $V_{EBO}$ | -5.0  | V                |
| Collector Current - Continuous | $I_C$     | -500  | mA <sub>dc</sub> |

#### THERMAL CHARACTERISTICS

| Characteristic   | Symbol          | Max         | Unit               |
|--|-----------------|-------------|--------------------|
| Total Device Dissipation FR-5 Board, (Note 1) $T_A = 25^\circ\text{C}$ | $P_D$           | 460         | mW                 |
| Thermal Resistance, Junction-to-Ambient                                | $R_{\theta JA}$ | 272         | $^\circ\text{C/W}$ |
| Junction and Storage Temperature                                       | $T_J, T_{stg}$  | -55 to +150 | $^\circ\text{C}$   |

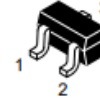
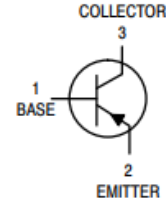
Stresses exceeding those listed in the Maximum Ratings table may damage the device. If any of these limits are exceeded, device functionality should not be assumed, damage may occur and reliability may be affected.

1. FR-4 Board, 1 oz. Cu, 100 mm<sup>2</sup>.



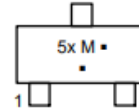
ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>



SC-70  
CASE 419  
STYLE 3

#### MARKING DIAGRAM



5x = Device Code  
x = B or C  
M = Date Code\*  
■ = Pb-Free Package

(Note: Microdot may be in either location)

\*Date Code orientation and/or overbar may vary depending upon manufacturing location.

Şekil A.6 : BC807 PNP transistör teknik verileri.

## BC817-40W

### 45 V, 0.5 A, General Purpose NPN Transistor

ON Semiconductor's BC817-40W is a General Purpose NPN Transistor that is housed in the SC-70/SOT-323 package.

#### Features

- NSV Prefix for Automotive and Other Applications Requiring Unique Site and Control Change Requirements; AEC-Q101 Qualified and PPAP Capable
- This Device is Pb-Free, Halogen Free/BFR Free and is RoHS Compliant

#### MAXIMUM RATINGS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

| Rating                         | Symbol    | Value | Unit             |
|--------------------------------|-----------|-------|------------------|
| Collector - Emitter Voltage    | $V_{CEO}$ | 45    | V                |
| Collector - Base Voltage       | $V_{CBO}$ | 50    | V                |
| Emitter - Base Voltage         | $V_{EBO}$ | 5.0   | V                |
| Collector Current - Continuous | $I_C$     | 500   | mA <sub>dc</sub> |

#### THERMAL CHARACTERISTICS

| Characteristic                                   | Symbol          | Max         | Unit               |
|--|-----------------|-------------|--------------------|
| Total Device Dissipation (Note 1)                | $P_D$           | 460         | mW                 |
| Thermal Resistance, Junction-to-Ambient (Note 1) | $R_{\theta JA}$ | 272         | $^\circ\text{C/W}$ |
| Junction and Storage Temperature Range           | $T_J, T_{stg}$  | -55 to +150 | $^\circ\text{C}$   |

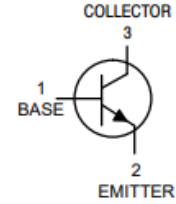
Stresses exceeding those listed in the Maximum Ratings table may damage the device. If any of these limits are exceeded, device functionality should not be assumed, damage may occur and reliability may be affected.

1. FR-4 Board, 1 oz. Cu, 100 mm<sup>2</sup>



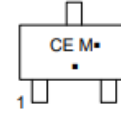
ON Semiconductor®

[www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)



SC-70  
CASE 419  
STYLE 3

#### MARKING DIAGRAM



CE = Specific Device Code  
M = Date Code  
• = Pb-Free Package

(Note: Microdot may be in either location)

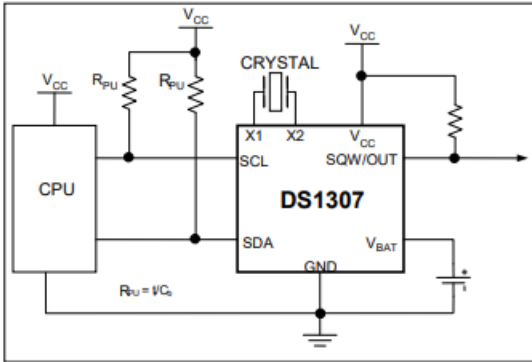
\*Date Code orientation and/or overbar may vary depending upon manufacturing location.

Şekil A.7 : BC817 NPN transistör teknik verileri.

### GENERAL DESCRIPTION

The DS1307 serial real-time clock (RTC) is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially through an I<sup>2</sup>C, bidirectional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power-sense circuit that detects power failures and automatically switches to the backup supply. Timekeeping operation continues while the part operates from the backup supply.

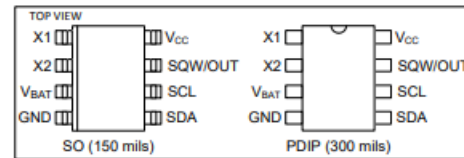
### TYPICAL OPERATING CIRCUIT



### BENEFITS AND FEATURES

- Completely Manages All Timekeeping Functions
  - Real-Time Clock Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the Week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
  - 56-Byte, Battery-Backed, General-Purpose RAM with Unlimited Writes
  - Programmable Square-Wave Output Signal
- Simple Serial Port Interfaces to Most Microcontrollers
  - I<sup>2</sup>C Serial Interface
- Low Power Operation Extends Battery Backup Run Time
  - Consumes Less than 500nA in Battery-Backup Mode with Oscillator Running
  - Automatic Power-Fail Detect and Switch Circuitry
- 8-Pin DIP and 8-Pin SO Minimizes Required Space
- Optional Industrial Temperature Range: -40°C to +85°C Supports Operation in a Wide Range of Applications
- Underwriters Laboratories® (UL) Recognized

### PIN CONFIGURATIONS



Şekil A.8 : DS1307 gerçek zaman saati entegrasi teknik verileri.

### General Description

The DS18B20 digital thermometer provides 9-bit to 12-bit Celsius temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment, or machinery, and process monitoring and control systems.

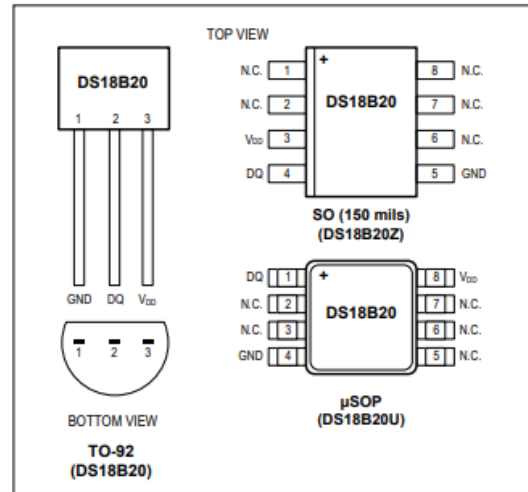
### Applications

- Thermostatic Controls
- Industrial Systems
- Consumer Products
- Thermometers
- Thermally Sensitive Systems

### Benefits and Features

- Unique 1-Wire® Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Reduce Component Count with Integrated Temperature Sensor and EEPROM
  - Measures Temperatures from -55°C to +125°C (-67°F to +257°F)
  - ±0.5°C Accuracy from -10°C to +85°C
  - Programmable Resolution from 9 Bits to 12 Bits
  - No External Components Required
- Parasitic Power Mode Requires Only 2 Pins for Operation (DQ and GND)
- Simplifies Distributed Temperature-Sensing Applications with Multidrop Capability
  - Each Device Has a Unique 64-Bit Serial Code Stored in On-Board ROM
- Flexible User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings with Alarm Search Command Identifies Devices with Temperatures Outside Programmed Limits
- Available in 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin  $\mu$ SOP, and 3-Pin TO-92 Packages

### Pin Configurations



**Ordering Information** appears at end of data sheet.

1-Wire is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

Şekil A.9 : DS18B20 sıcaklık sensörü teknik verileri.

**28/40/44-Pin, Low-Power, High-Performance  
Microcontrollers with XLP Technology**

**High-Performance RISC CPU:**

- C Compiler Optimized Architecture:
  - Optional extended instruction set designed to optimize re-entrant code
- Up to 1024 Bytes Data EEPROM
- Up to 64 Kbytes Linear Program Memory Addressing
- Up to 3896 Bytes Linear Data Memory Addressing
- Up to 16 MIPS Operation
- 16-bit Wide Instructions, 8-bit Wide Data Path
- Priority Levels for Interrupts
- 31-Level, Software Accessible Hardware Stack
- 8 x 8 Single-Cycle Hardware Multiplier

**Flexible Oscillator Structure:**

- Precision 16 MHz Internal Oscillator Block:
  - Factory calibrated to  $\pm 1\%$
  - Selectable frequencies, 31 kHz to 16 MHz
  - 64 MHz performance available using PLL – no external components required
- Four Crystal modes up to 64 MHz
- Two External Clock modes up to 64 MHz
- 4X Phase Lock Loop (PLL)
- Secondary Oscillator using Timer1 @ 32 kHz
- Fail-Safe Clock Monitor:
  - Allows for safe shutdown if peripheral clock stops
  - Two-Speed Oscillator Start-up

**Analog Features:**

- Analog-to-Digital Converter (ADC) module:
  - 10-bit resolution, up to 30 external channels
  - Auto-acquisition capability
  - Conversion available during Sleep
  - Fixed Voltage Reference (FVR) channel
  - Independent input multiplexing
- Analog Comparator module:
  - Two rail-to-rail analog comparators
  - Independent input multiplexing
- Digital-to-Analog Converter (DAC) module:
  - Fixed Voltage Reference (FVR) with 1.024V, 2.048V and 4.096V output levels
  - 5-bit rail-to-rail resistive DAC with positive and negative reference selection
- Charge Time Measurement Unit (CTMU) module:
  - Supports capacitive touch sensing for touch screens and capacitive switches

**eXtreme Low-Power Features (XLP)  
(PIC18(L)F2X/4XK22):**

- Sleep mode: 20 nA, typical
- Watchdog Timer: 300 nA, typical
- Timer1 Oscillator: 800 nA @ 32 kHz
- Peripheral Module Disable

**Special Microcontroller Features:**

- 2.3V to 5.5V Operation – PIC18FXXK22 devices
- 1.8V to 3.6V Operation – PIC18LFXXK22 devices
- Self-Programmable under Software Control
- High/Low-Voltage Detection (HLVD) module:
  - Programmable 16-Level
  - Interrupt on High/Low-Voltage Detection
- Programmable Brown-out Reset (BOR):
  - With software enable option
  - Configurable shutdown in Sleep
- Extended Watchdog Timer (WDT):
  - Programmable period from 4 ms to 131s
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™):
  - Single-Supply 3V
- In-Circuit Debug (ICD)

**Peripheral Highlights:**

- Up to 35 I/O Pins plus 1 Input-Only Pin:
  - High-Current Sink/Source 25 mA/25 mA
  - Three programmable external interrupts
  - Four programmable interrupt-on-change
  - Nine programmable weak pull-ups
  - Programmable slew rate
- SR Latch:
  - Multiple Set/Reset input options
- Two Capture/Compare/PWM (CCP) modules
- Three Enhanced CCP (ECCP) modules:
  - One, two or four PWM outputs
  - Selectable polarity
  - Programmable dead time
  - Auto-Shutdown and Auto-Restart
  - PWM steering
- Two Master Synchronous Serial Port (MSSP) modules:
  - 3-wire SPI (supports all 4 modes)
  - I<sup>2</sup>C Master and Slave modes with address mask
- Two Enhanced Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (EUSART) modules:
  - Supports RS-485, RS-232 and LIN
  - RS-232 operation using internal oscillator
  - Auto-Wake-up on Break
  - Auto-Baud Detect

Şekil A.10 : PIC18F46K22 temel özellikleri.

## Specifications

|                              | Data                    | Description                |
|------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Color                        | 64K 65536 colors        | 16 bit 565, 5R-6G-5B       |
| Layout size                  | 181(L)×108(W)×9.3(H)    | NX8048K070_011C            |
| Active Area (A.A.)           | 164.90mm(L)×100.00mm(W) |                            |
| Visual Area (V.A.)           | 154.08mm(L)×85.92mm(W)  |                            |
| Resolution                   | 800×480 pixel           | Also can be set as 480×800 |
| Backlight                    | LED                     |                            |
| Backlight lifetime (Average) | >30,000 Hours           |                            |
| Weight                       | 598g (NX8048K070_011C)  |                            |

## Electronic Characteristics

|                   | Test Conditions             | Min  | Typical | Max | Unit |
|-------------------|-----------------------------|------|---------|-----|------|
| Operating Voltage |                             | 4.75 | 5       | 7   | V    |
| Operating Current | VCC=+5V, Brightness is 100% | -    | 510     | -   | mA   |
|                   | SLEEP Mode                  | -    | 15      | -   | mA   |

Power supply recommend: **5V, 2.0A, DC**

## Working Environment & Reliability Parameter

|                     | Test Conditions  | Min | Typical | Max | Unit |
|---------------------|------------------|-----|---------|-----|------|
| Working Temperature | 5V, Humidity 60% | -20 | 25      | 70  | °C   |
| Storage Temperature |                  | -30 | 25      | 85  | °C   |
| Working Humidity    | 25° C            | 10% | 60%     | 90% | RH   |

## Interfaces Performance

|                      | Test Conditions  | Min  | Typical | Max    | Unit |
|----------------------|--|------|---------|--------|------|
| Serial Port Baudrate | Standard   | 2400 | 9600    | 115200 | bps  |
| Output High Voltage  | IOH=-1mA   | 3.0  | 3.2     |        | V    |
| Output Low Voltage   | IOL=1mA  |      | 0.1     | 0.2    | V    |
| Input High Voltage   |  | 2.0  | 3.3     | 5.0    | V    |
| Input Low Voltage    |  | -0.7 | 0.0     | 1.3    | V    |
| Serial Port Mode     | TTL  |      |         |        |      |
| Serial Port          | 4Pin_2.54mm  |      |         |        |      |
| USB interface        | NO   |      |         |        |      |
| SD card socket       | Yes (FAT32 format), support maximum 32G Micro SD Card<br>* microSD card socket is exclusively used to upgrade Nextion firmware /HMI design |      |         |        |      |
| Extended IO          | 8 Digital extended GPIO  |      |         |        |      |
|                      | IO0-IO7 support input, output and component binding event  |      |         |        |      |
|                      | IO4-IO7 support PWM  |      |         |        |      |
| RTC                  | built-in RTC support (Battery type: CR1220)  |      |         |        |      |

## Memory Features

| Memory Type        | Test Conditions        | Min | Typical | Max  | Unit |
|--------------------|------------------------|-----|---------|------|------|
| FLASH Memory       | Store fonts and images |     |         | 32   | MB   |
| User Storage       | EEPROM                 |     |         | 1024 | BYTE |
| RAM Memory         | Store variables        |     |         | 8192 | BYTE |
| Instruction Buffer | Instruction Buffer     |     |         | 1024 | BYTE |

Şekil A.11 : Nextion NX8048K070-011C teknik özellikleri.

## ÖZGEÇMİŞ



**Ad-Soyad** : Zeki Zürey  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 20.05.1991 KONYA  
**E-posta** : zurey.z@gmail.com

### Öğrenim Durumu:

**Lise** : 2009, Konya Selçuklu Anadolu Lisesi  
**Lisans** : 2014, Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü  
**Yüksek lisans** : 2020, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Elektrik Elektronik Mühendisliği Programı

**Yabancı Dil ve Düzeyi:** İngilizce

### Mesleki Deneyim ve Ödüller:

- 4th International Conferance on Power Engineering, Energy and Electrical Drives, (POWERENG 2013) konferansında “Appreciation Award” ödülünü almıştır.
- 2013 yılında KOSGEB tarafından düzenlenen “Uygulamalı Girişimcilik Eğitimi”ni tamamlamış, katılım belgesi almıştır.
- Gazi Üniversitesi Teknoloji Transfer Ofisi tarafından düzenlenen “2014 Yılı Lisans Bitirme Projeleri Yarışması”nda mansiyon ödülü almıştır.
- Lisans tezinden yayın üretmiştir.  
Sefa, İ., Altın, N., Özdemir, Ş., Zürey, Z. 2015. 32 Bit ARM İşlemci ile Hız Denetimi Yapılan Bir DA Motorun Android Arayüzü Olan Bir Cihaz Üzerinden

Uzaktan Kontrolü ve İzlenmesi, *International Journal of Informatics Technologies*, DOI: 10.17671/btd.17552.

- 2014 yılından beri Detay Elektronik firmasında çalışmaktadır.

**Tezden Üretilmiş Proje ve Bütçesi:** Endüstriyel Akü Bankaları İçin Kapasite Test Cihazının Geliştirilmesi, 7140 TL

**Yüksek Lisans Tezinden Üretilen Yayınlar:**

- Zürey, Z., Sabancı, K., Balcı, S. 2020. Design and Implementation of A TestDevice for Determining the Capacity of Industrial Battery Banks, *Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering*, **48(17)**, 5195-5220.

