Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Lisans Bitirme Tezi

Elektrik Sistemlerinin Uzaktan Denetimi ve Yönetimi: intelliPWR

Tarafından

Veysel Berk ALTUN
13253004

Denetleyen

Yrd. Doç. Dr. Elif HAYTAOĞLU

Mayıs 21, 2018

Denizli

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Lisans Bitirme Tezi

Elektrik Sistemlerinin Uzaktan Denetimi ve Yönetimi: intelliPWR

Tarafından

Veysel Berk ALTUN
13253004

Denetleyen

Yrd. Doç. Dr. Elif HAYTAOĞLU

Mayıs 21, 2018

Denizli

LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Veysel Berk ALTUN tarafından Yrd. Doç. Dr. Elif HAYTAOĞLU yönetiminde hazırlanan "**Elektrik Sistemlerinin Uzaktan Denetimi ve Yönetimi: intelliPWR**" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Elif HAYTAOĞLU
Danışman

_____ _____

Jüri Üyesi Jüri Üyesi

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölüm Kurulu'nun _____ / _____ / _____ tarih ve _____ sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Sezai Tokat
Bölüm Başkanı

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Veysel Berk ALTUN
Mayıs 2018

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam sayın *Yrd. Doç. Dr. Elif HAYTAOĞLU*'na, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Ana Bilim Dalı Başkanı sayın *Prof. Dr. Sezai Tokat*'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Her türlü maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan *Gülyesa ALTUN*'a ve aileme sonsuz teşekkür ederim.

Son olarak yardımlarını hiç esirgemeyen değerli arkadaşlarım *Gülşah ARAS*'a, *Osman YILMAZTÜRK*'e, *Egemen AYHAN*'a ve *Ahmet YILMAZ*'a da teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Veysel Berk ALTUN
Mayıs 2018

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR

IoT:	Internet of things
Wi–Fi:	Wireless Fidelity
WPA2:	Wi-Fi Protected Access 2
IDE:	Integrated Development Environment
MQTT:	Message Queuing Telemetry Transport
PWM:	Pulse Width Modulati
RAW:	Read After Write
MHz:	Mega Hertz
UART:	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
SPI:	Serial Peripheral Interface
SSR:	Solid State Relay
LED:	Light Emitting Diode
MQ:	Mĭngăn Qǐ lai (Sensitive to Gas)
DHT:	Dew, Temperature & Humidity
DX:	Digital X
AX:	Analog X

TABLO LİSTESİ

ŞEKİL LİSTESİ

ÖZET

Elektriğin ulaştığı her alanda hayata geçirilmesi planlanan bu projede günümüzün priz temelleri yeniden ele alınmış ve tasarımı konusunda inovatif bir fikir ortaya atılmıştır. Yeniden tasarlanan bu prizler ile gelecekte üretilecek olan yeni nesil akıllı ev aygıtlarının bu prizler ile haberleşmesi sağlanmış ve bu akıllı ev aygıtlarının prizler yardımıyla uzaktan denetimi ve yönetimi gerçekleştirilmiştir.

Ortaya atılan bu yeni priz tasarımı fikrinde, priz soketlerinin faz ve nötr pimlerini altına *5* adet küçük bağlantı pimi eklenmiş ve bu pimler yardımı ile prize bağlanan aygıtların geçerli priz ile haberleşmesi amaçlanmıştır.

Tezin Ar-Ge sürecinde kablolu haberleşme süreçlerinde kullanılması amacıyla *RaspBerry Pi 3*, *Arduino Mega*, *Arduino Pro Mini* ve *NodeMCU* platformları ile uyumlu *3* farklı kütüphane yazılmıştır. Bütün bu kütüphanelerin yazım aşamasında *C*, *C++* ve *Phyton* dilleri tercih edilmiş; daha kolay bir Ar-Ge süreci için ise *GIT* versiyon kontrol sistemi kullanılmıştır. Tezin kablosuz haberleşme süreçlerinde ise açık kaynak kodlu olan ve halen geliştirilmeye devam edilen *openHAB* sistemi tercih edilmiştir.

Sonuç olarak bütün proje kapsamında temel bilgisayar mühendisliği etiğine ve kurallarına uygun olarak fonksiyonel ve modüler toplam *4400* satır kod yazılmış ve çağımıza uygun yeni nesil bir priz tasarımı ortaya konmuştur.

SUMMARY

This thesis project is planned to be passed on to every area where the electricity is reached and in this project today's socket bases reconsidered and an innovative idea has been put forward about its design. With these redesigned sockets, communication of future generations of intelligent home appliances is provided with sockets and remote control and management of these smart home devices was realized with the help of sockets

In this new socket design ideas put forward, *5* small connection pins inserted under the phase and neutral pins of the socket sockets and with the help of these pins, devices connected to the socket are intended to communicate with the current socket.

In the R&D process of the Thesis, with the aim of being used in the wired communication processes, *3* different libraries are written which are compatible with *RaspBerry Pi 3*, *Arduino Mega*, *Arduino Pro Mini* and *NodeMCU* platforms. In the writing stage of all these libraries, *C*, *C++* and *Phyton* languages are preferred; the *GIT* version control system is used for an easier R&D process. In the wireless communication processes of the thesis, *openHAB* system which is an open source code and which is still being developed is preferred.

As a result, within the scope of the whole project, a total of *4400* lines of functional and modular codes were written in accordance with the basic computer engineering ethics and rules, and a new generation socket design suitable for modernization has been put forward.

1. GİRİŞ

Günümüzde insanlığın elektriğe olan ihtiyacını bir bitkinin suya olan ihtiyacı ile benzer şekilde tanımlayabiliriz. Bir bitki su olmadan nasıl en temel faaliyetlerini gerçekleştiremiyorsa, insanlar da artık elektrik olmadan yaşayamıyor ve gündelik faaliyetlerinin çoğunu gerçekleştiremiyorlar. Elektriğin insan hayatında bu derece önemli olduğu 21. Yüzyılda, kullanım alanları ve popülaritesi gün geçtikçe artan *"Nesnelerin Interneti – Iot (Internet of Things)"* ile yapılar içerisindeki elektrik kaynaklarına artık uzaktan erişebilmekte ve yönetebilmekteyiz.

İngilizce karşılığı *Internet of Things* olan *Nesnelerin İnterneti*, ilk kez *1999* yılında Britanyalı teknoloji öncüsü *Kevin Ashton* tarafından ortaya atılmış bir terimdir. En genel tanımıyla fiziksel aygıt, sensör, araç ve elektronik aletlerin, sahip oldukları yazılımsal ve donanımsal kaynaklar ile bir ağ üzerinden birbirleri ile haberleşmeleri olarak tanımlanabilir. Benzer biçimde çeşitli haberleşme protokolleri sayesinde birbirleri ile haberleşen ve birbirine bağlanarak akıllı bir ağ oluşturmuş aygıtlar sistemi olarak da tanımlamak mümkündür.

Nesnelerin İnternetine alternatif olarak günümüzde birçok benzer kavramlar vardır; ancak Nesnelerin İnterneti, bu fenomeni açıklamak için en popüler terimdir.

Günümüzde basit bir *IoT* aygıtının internet ile haberleşmesi aşamasında kullanılan en yaygın yöntem *Wi–Fi* teknolojisi olarak tanımlanabilir. Herhangi bir üreticinin *IoT* kavramına uygun bir aygıt üretmeyi planlaması durumunda, *Wi–Fi* teknolojisi üzerine bir Ar–Ge yapması kaçınılmazdır. Benzer biçimde üretmeyi planladığı yeni nesil bir akıllı ev aygıtına *Wi–Fi* teknoloji destekleyen bir donanım eklemesi gerekmektedir. Bütün bu süreçler ise bir üreticiye ek bir kaynak tüketimi oluşturur.

Tam da bu noktada, üreticilerin kaynak tüketimini daha aza indirmek amacıyla inovatif bir çözüm arayışı doğmuştur. Literatürde yapılan uzun araştırmalar sonucu, donanımlar arası *Wi–Fi* haberleşme altyapısını gruplar halinde gerçekleştirecek bir öneri ortaya atılmıştır.

Bu aşama bir *IoT* aygıtının elektrik olmadan çalışamayacağı varsayılarak, gruplar halinde *Wi–Fi* haberleşme teknolojisini sağlayacak olan yeni nesil priz tasarımı ortaya atılmıştır. Bu prizler ile üreticilerin *Wi–Fi* teknoloji ya da benzer herhangi bir haberleşme altyapısına ihtiyaç duymadan, aynı haberleşme sürecinin daha düşük bir bütçe ile gerçekleştirebilmesi amaçlanmıştır.

2. ALTYAPI

Tezin uygulama süreçlerinde yapılan testlerin ve uygulamaların tamamında *Ubuntu* işletim sisteminin *14.04* sürümü tercih edilmiştir. Bu nedenle örnek bir uygulama sürecinde yapılacak olan bütün uygulamaların, bu işletim sisteminin daha eski sürümlerinde yapılacak olan uygulamalar ile aynı sonucu vereceği kesinlikle teyit edilemez.

Bir diğer önemli konu, *MQTT* haberleşme sürecinde zorunlu olarak gereken aktif internet bağlantısı üzerinedir. Bu aşamada *port blocking* özelliği olmayan *WPA2 Personal* kimlik doğrulamalı bir bireysel ağ yapısı tercih edilmiştir. Tezin uygulama süreçlerinin güvenlik üzerine yeterli bir Ar–Ge çalışması içermemesinden dolayı kamuya açık olan ağların bu tez sürecinde kullanılması önerilemez. Tercihen kablolu internet bağlantısı da alternatif olarak kullanılabilir.

Ubuntu işletim sisteminin kurulumu hakkında detaylı bilgi için;
https://www.ubuntu.com/download

2.1 Arduino

Arduino platformundaki bütün uygulama geliştirme süreçlerinde *Arduino IDE* yazılımının *1.8.5* sürümü tercih edilmiştir.

Arduino IDE yazılımının kurulumu hakkında detaylı bilgi için;
https://www.arduino.cc/en/Main/Software

2.2 NodeMCU

NodeMCU platformu her ne kadar *Lua Scripting* programlama dilini benimsemiş olsa da uygun yapılandırmalar ile *NodeMCU* platformunun bütün uygulama geliştirme süreçleri *Arduino IDE* yazılımıyla da yapılabilir.

NodeMCU platformunun *Arduino IDE* kurulumu hakkında detaylı bilgi için;
https://github.com/esp8266/Arduino

2.3 openHAB

openHAB yazılımının *Ubuntu* işletim sisteminde kararlı çalışabilmesi için işletim sistemine uygun bir *Java SE Runtime Environment* dağıtımı yazılım gerekmektedir. Buna ek olarak *Java*

SE Runtime Environment yazılımın *1.9.x* sürümleri *openHAB* ile kararlı bir şekilde çalışmadığından, bu yazılımın *1.8.x* sürümleri kullanıcılar için resmi olarak önerilmektedir.

Tezin uygulama süreçlerindeki uzak bağlantılar için *openHAB Foundation* tarafından barındırılan *openHAB Cloud* altyapısı kullanılmıştır. Bu altyapının, *openHAB* yazılımı ile kararlı çalışabilmesi için bir takım yapılandırma ayarlarının yapılması gerekmektedir.

Dosya	Kurulum
UUID	/var/lib/openhab2/uuid
Secret	/var/lib/openhab2/openhabcloud/secret

Tablo 1.3: openHAB Cloud Kurulumu

openHAB Cloud ile kimlik doğrulaması için yerel *openHAB* yazılımı, *openHAB Cloud* servisinin hesap ayarlarınızda girilmesi gereken iki değer üretir. İlki, çalışma zamanınızı tanımlamaya izin veren benzersiz bir kimlik tanımlayıcıdır. İkincisi, şifre olarak hizmet sunan rastgele bir gizli anahtardır. Her iki değer de yerel dosya sistemine yazılır.

Bu dosyaları bir sebepten dolayı hasar görmesi durumunda, *openHAB* yazılımı otomatik olarak yenilerini oluşturur. Daha sonra *UUID* ve *SECRET* değerlerini *openHAB Cloud* hizmetinde yeniden yapılandırmanız gerekecektir.

openHAB yazılımının kurulumu hakkında detaylı bilgi için;
https://docs.openhab.org/installation

openHAB Cloud Connector hakkında detaylı bilgi için;
https://docs.openhab.org/addons/ios/openhabcloud/readme

MQTT Binding hakkında detaylı bilgi için;
https://docs.openhab.org/addons/bindings/mqtt/readme

2.4 MQTT

Günümüzde IoT platformlarında *Mosquitto*, *Kafka*, *RabbitMQ*, *emqttd* ve *VerneMQ* olmak üzere tercih edilebilecek en az *5* adet *MQTT* yazılımı bulunmaktadır. Bu tezin uygulama süreçlerinde kurulumu ve kullanımı en kolay olan *Mosquitto MQTT* yazılımı tercih edilmiştir.

openHAB yazılımının bir *MQTT* istemcisi olarak çalışmasını sağlamak için bir takım yapılandırma ayarlarının yapılması gerekmektedir. Bu yapılandırmalar *openHAB* yazılımına *MQTT* işlevselliği kazandırmaz, bunun için *Mosquitto* veya bir başka altyapı yazılımının kullanılması gerekmektedir.

Özellik	Varsayılan	Zorunlu

`<broker>.url`	-	Evet
`<broker>.clientId`	Rassal	Hayır
`<broker>.user`	-	Evet
`<broker>.pwd`	-	Evet
`<broker>.qos`	0	Hayır
`<broker>.retain`	Yanlış	Hayır
`<broker>.async`	Doğru	Hayır
`<broker>.keepAlive`	60	Hayır
`<broker>.allowLongerClientIds`	Yanlış	Hayır

Tablo 1.4: Mosquitto Kurulumu

Bir *MQTT* yayıncısına mesaj göndermek veya yayınlamak için, *services/mqtt.cfg* dosyasına kullanılması planlanan tüm aracıların bildirimlerinin yapılması gerekmektedir.

Mosquitto yazılımının kurulumu hakkında detaylı bilgi için;
https://mosquitto.org/download

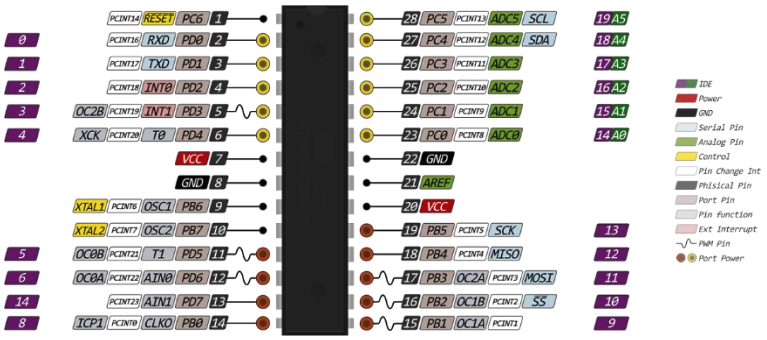
3. DONANIM

Tezin bütün uygulama süreçlerinde toplamda *2* farklı geliştirme kartı ve *5* farklı devre elemanı kullanılmıştır.

3.1 Arduino Pro Mini

Arduino Pro Mini, *ATmega328* tabanlı bir *Arduino* geliştirme kartıdır. Bu geliştirme kartı üzerinde *14* adet dijital giriş – çıkış pimi (bu pimlerden *6* tanesi *PWM* çıkışı), *6* adet analog giriş – çıkış, bir adet kristal osilatör (*8 MHz* ya da *16 MHz*) ve bir adet *reset* butonu bulundurur. Sahip olduğu entegre voltaj regülatörü ile *12V* gerilime kadar voltaj beslemelerine izin vermektedir. Regüle edilmemiş voltaj beslemesi *RAW* piminden yapılmaktadır.

Arduino Pro Mini geliştirme kartının *3.3V 8 MHz* ve *5V 16 MHz* olmak üzere iki farklı versiyonu bulunmaktadır.



Şekil 3.1: Arduino Pro Mini Pim Diyagramı

Tezin uygulama süreçlerinde, kablolu haberleşmelerin tamamında I^2C protokolü kullanılmıştır. I^2C protokolü, *UART* veya *SPI* protokollerinden farklı olarak *open–drain* yapıya sahiptir. Sıradan bir *open–drain* hattında geçerli pimin çıkış bacağı *P–MOSFET* ile *N–MOSFET* devre elemanları arasında bulunmaktadır. *open–drain* durumuna getirilmiş bir bağlantı hattında *MOSFET* elemanının *source* hattı toprağa bağlıdır, *gate* içeriden sürülmüş durumdadır ve *drain* açıktadır. Bu aşamada faz ile geçerli bu pim arasında sonsuz empedans oluşur. Bu durumda pimi *high* konumuna getirebilmek için dışarıdan uygun değerlikte bir *pull–up* direncinin eklenmesi gerekmektedir. Bu özellikle, çıkışa bağlanacak olan devre

elemanının daha fazla akım çekmesi sağlanır ve böylece akım mikroişlemciden değil, *pull–up* direnci üzerinden çekilir.

Uygulama sürecinde I^2C protokolünün bütün *SCL* ve *SDA* hatlarına birer adet *pull–up* direnci bağlanmıştır. Dirençlerin değerleri, yarı iletken üreticisi *Microchip Technology*'nin *ATmega8*, *ATmega168* ve *ATmega328* modelleri için 2016 yılında güncel olarak yayınlamış olduğu kullanım kılavuzundaki formüller ile hesaplanmıştır. Verilen formüller;

$$f_{\mathrm{SCL}} \leq 100\mathrm{kHz} \rightarrow R_{min} = \frac{V_{\mathrm{CC}} - 0.4\mathrm{V}}{3mA}\ , R_{max} = \frac{1000ns}{C_{bus}}$$

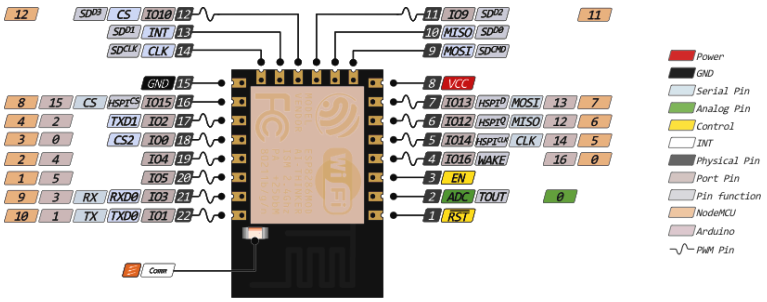
$$f_{\mathrm{SCL}} > 100\mathrm{kHz} \rightarrow R_{min} = \frac{V_{\mathrm{CC}} - 0.4\mathrm{V}}{3mA}\ , R_{max} = \frac{300ns}{C_{bus}}$$

Formüllerde verilen f_{SCL} değeri *SCL* hattının çalışma frekansını, R_{min} değeri *pull–up* direncinin sahip olabileceği en küçük direnç değerini, V_{CC} değeri hattın sahip olduğu gerilim değerini, R_{max} değeri *pull–up* direncinin sahip olabileceği en büyük direnç değerini ve son olarak C_{bus} değeri I^2C hattında sahip olunan toplam aygıt sayısını temsil eder.

Formüldeki bütün değişkenlerin uygun değerler ile değiştirilmesi sonucu en uygun *pull–up* direnç değeri hesaplanabilir. Bu tezin uygulama süreçlerinde kullanılacak olan bütün *pull–up* direnç değerleri 4.7KΩ olarak baz alınmıştır.

3.2 NodeMCU

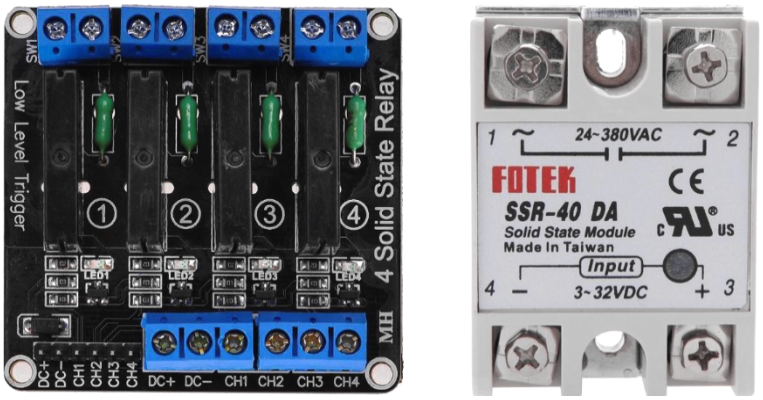
NodeMCU, *ESP8266–12* tabanlı bir geliştirme kartıdır. Bu geliştirme kartı üzerinde *17* adet dijital giriş – çıkış pimi (bu pimlerden *9* tanesi *PWM* çıkışı), *1* adet analog giriş – çıkış, bir adet *80 MHz* kristal osilatör, bir adet 802.11 b/g/n *Wi–Fi* modülü ve bir adet *reset* butonu bulundurur. Sahip olduğu entegre voltaj regülatörü ile *12V* gerilime kadar voltaj beslemelerine izin vermektedir.



Şekil 3.2: NodeMCU Pim Diyagramı

3.3 FOTEK SSR–40DA

SSR (Solid State Relay), tamamen elektronik parçalardan oluşturulmuş bir katı hal anahtarlama düzenidir. Klasik röle ve kontaktörle ile aynı işi yapar. Kontaktörler ve röleler gibi kumanda ve güç devrelerine sahiptirler. *SSR*'lar, elektromekanik rölelere göre daha hızlı çalışmaktadır. Anahtarlama zamanları bir *LED*'in açılıp kapanma süresine bağlıdır ve bu süre yaklaşık olarak *1ms* ile *0.5ms* arasındadır. Mekanik bir parçadan oluşmadığı için kullanım ömürleri elektromekanik ve *Reed* rölelere göre daha uzundur. Elektromekanik ve *Reed* rölelerin aksine bağlantıları transistörler ile yapıldığı için *SSR*'ların kontak dirençleri çok daha yüksektir. Ayrıca gelişen teknoloji ile beraber kontak dirençleri sürekli olarak artmaktadır.



Şekil 3.3: FOTEK SSR–40DA

Bu tezin uygulama süreçlerinde *FOTEK* tarafından geliştirilen *SSR–40DA* model *SSR* modülü kullanılmıştır. Giriş voltaj değeri *3~32V* ve akım değeri *7.5mA*'dir. Çıkış hattında *40A* değerine kadar çalışabilen bütün devre elemanlarını sürebilir.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında, bu tezde oluşturulan elektrik sistemlerinin kaldırabileceği maximum güç değerliğini hesaplayabiliriz. Gücün formülü;

$$P(W) = I(A) \times V(V)$$

Formüllerde verilen $I(A)$ değeri akım değerini, $V(V)$ değeri voltaj değerini temsil eder. Formüldeki bütün değişkenlerin uygun değerler ile değiştirilmesi sonucu tez uygulama sürecindeki bir elektrik sisteminin kaldırabileceği maximum güç değerliği hesaplanabilir.

Yapılan hesaplamalar sonucu $220V - 50Hz$ şehir geriliminde bu SSR modülü, ortalama $8880W$ değerliğe kadar kararlı bir şekilde çalışabilecektir.

3.4 MQ–2: Yanıcı Gaz ve MQ–7: Karbonmonoksit Gaz Sensörü

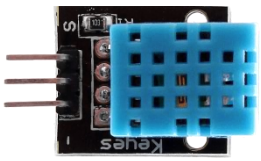
MQ–2 sensörü, ortamda bulunan ve konsantrasyonu *300~10.000PPM* arasında değişen yanıcı gazı algılayan bir sensör modülüdür. *–100~500°C* arasında çalışabilir ve 5V gerilim üzerinde 150mA akım çeker. Analog çıkışı sayesinde algılanan gaz konsantrasyonu kolayca okunabilir.

MQ–7 sensörü, ortamda bulunan ve konsantrasyonu *10~10,000PPM* arasında değişen karbonmonoksiti algılayan bir sensör modülüdür. *–10~50°C* arasında çalışabilir ve 5V gerilim üzerinde 150mA akım çeker. Analog çıkışı sayesinde algılanan gaz konsantrasyonu kolayca okunabilir.

Şekil 3.4: MQ–2: Yanıcı Gaz ve MQ–7: Karbonmonoksit Gaz Sensörü

3.5 DHT11: Isı Ve Nem Sensörü

Dijital bir sıcaklık ve nem sensör modülüdür. Çevresindeki havayı ölçmek için içerisindeki kapasitif nem sensörünü ve termistörü kullanır. Bu sensörün okunan verilerini dijital çıkış pimine aktarır. Ek olarak bu sensör, her *2* saniyede bir çıkış verir.



Şekil 3.5: DHT11: Isı Ve Nem Sensörü

3~5V gerilim aralığında, maksimum *2.5mA* akım değerinde *0~50°C* derece sıcaklık için *±2°C* hassasiyet ile çalışmaktadır.

4. KÜTÜPHANE

Tezin uygulama süreçlerinde *C++* dilinde *3* adet kütüphane yazılmıştır. Bu üç kütüphanenin hepsi, haberleşme aşamalarındaki işlem süreçlerini kısaltmak ve kolaylaştırmak amacıyla tezin birçok yazılımsal bölümünde kullanılmıştır.

4.1 Serializer

Serializer kütüphanesi, geliştirme kartları için yazılmış modüler bir çoklu veri paketleme kütüphanesidir. Bu kütüphane, verilen bir veri dizisi önceden belirtilen parametreler ile böler ve çıktı olarak bütün veri dizisinin birleşiminden oluşan tek bir veri dizisi oluşturur. Benzer şekilde bu işlemin tam tersini de gerçekleştirebilir. Kütüphanenin herhangi bir platform da kullanılabilmesi için, projenin ana kod dosyasına ilk olarak *Serializer* kütüphanesinin bildirilmesi gerekir. Bu adım için uygulanacak olan işlem aşağıdaki gibidir;

```
// Kütüphaneyi sisteme bildir
#include <Serializer.h>
```

Kütüphanede kullanıcıların kullanabileceği *2* adet fonksiyonu vardır. Her iki fonksiyon da parametre olarak sırası ile ayırıcı boyutunu, ayırıcı dizisini, girdi dizisi boyutunu ve girdi dizisini alır. Bu fonksiyonlar;

```
// Verilen bir serileştirilmiş veriyi çözümle
char **decode(uint16_t sizeofDelim, char delim[], uint16_t sizeofData, char givenData[]);

// Verilen bir serileştirilmemiş veriyi birleştir
char *encode(uint16_t sizeofDelim, char delim[], uint16_t sizeofData, char *givenData[]);
```

Aşağıda bu kütüphanenin *decode()* ve *encode()* fonksiyonları ile *Arduino* platformunda çalışan örnek bir kullanımı gösterilmiştir;

```
void setup() {
     // Ayırıcı ve veri listesi
     char *delim = "_+";
     char *data[] = {"Hello", "World", "Serializer"};

     // Birleştir ve sakla
     char *resultofEncode = Serialization.encode(2, delim, 3, data);

     // Çıktı --->
     // "Hello_World+Serializer"
}
```

Benzer şekilde *data* verisinin serileştirilmiş çıktısını olan *resultofEncode* verisini *decode()* fonksiyonu ile tekrardan sıralı dizi şeklinde çözümleyebiliriz.

```
void setup() {
     // Çözümleme ve sakla
     char **resultofDecode = Serialization.decode(2, delim, 24, resultofEncode);

     // Çıktı --->
     // {"Hello_World", "Serializer"}
}
```

4.2 MasterScanner

MasterScanner kütüphanesi, I^2C protokolü destekleyen geliştirme kartları için yazılmış bir veri yolu tarayıcısı kütüphanesidir. Bu kütüphane, bir I^2C ağındaki *Master* özelliğine sahip olan bir aygıtın, aynı ağ üzerindeki *Slave* aygıtlarını taramasını sağlar ve ağda herhangi bir *Slave* aygıtta değişiklik meydana geldiğinde bu değişikliği kullanıcıya bildirir.

Kütüphanenin herhangi bir platform da kullanılabilmesi için, projenin ana kod dosyasına ilk olarak *MasterScanner* kütüphanesinin bildirilmesi gerekir. Bu adım için uygulanacak olan işlem aşağıdaki gibidir;

```
// Kütüphaneyi sisteme bildir
#include <MasterScanner.h>
```

Kütüphanede kullanıcıların kullanabileceği 12 adet fonksiyonu vardır. Bu fonksiyonların kullanımı hakkında kısa bir bilgi aşağıda verilmiştir;

```
// Tarama aralığı, başlangıç adresi ve bitiş adresi değişkenleri
bool setRange(uint16_t intervalMillis, uint8_t startAddress, uint8_t stopAddress);
bool setRange(uint16_t intervalMillis);
bool setRange(uint8_t startAddress, uint8_t stopAddress);

// Başlangıç adresi ve bitiş adresi aralığını sıfırla
void resetRange();

// Köle aygıtları tara
void scanSlaves();

// Köle aygıtlardaki değişiklikleri event-driven olarak dinle
void onConnectedSlaves(void (*pointer)(uint8_t[], byte));
void onDisconnectedSlaves(void (*pointer)(uint8_t[], byte));

// Başlangıç adresini, bitiş adresini veya tarama aralığını döndür
uint8_t getStartAddress();
uint8_t getStopAddress();
uint8_t getIntervalMillis();

// Toplam bağlı aygıt sayısını hesapla
byte getConnectedSlavesCount();

// Herhangi bir adresin dolu olup olmadığını kontrol et
bool isConnected(uint8_t address);
```

Aşağıda bu kütüphanenin *Arduino* platformunda çalışan örnek bir kullanımı gösterilmiştir;

```
void setup() {
     // Arduino aygıtına event-driven tetikleme fonksiyonları bildir
     MasterScanner.onConnectedSlaves(connectedSlaves);
     MasterScanner.onDisconnectedSlaves(disconnectedSlaves);
}
```

```
void loop() {
     // I2C veri yolu hattını tara
     MasterScanner.scanSlaves();
}

// I2C veri yoluna herhangi bir yeni aygıt bağlandığında tetiklenir
void connectedSlaves(uint8_t data[], byte sizeofData) { }

// I2C veri yolundan herhangi bir aygıt kaldırıldığında tetiklenir
void disconnectedSlaves(uint8_t data[], byte sizeofData) { }
```

Arduino ve benzeri geliştirme kartları genellikle *event-driven* olmayan yapıda tasarlanmış geliştirme kartlarıdır. Bu geliştirme kartlarında herhangi bir olayı birkaç istisnai durum dışında kendi başınıza tetikleyemezsiniz. Bu nedenle *Arduino* ve benzeri geliştirme kartlarında herhangi *Slave* aygıttın gelen verileri takip etmek istiyorsanız, Arduino'nun loop*()* yapısı içinde sürekli olarak takip etmek istediğiniz *Slave* aygıtların yazılımsal kontrolünü yapmalısınız.

Yukarıda verilen *MasterScanner* kütüphanesi, *Arduino*'nun *event-driven* olmayan yapısında *event-driven* yapıda çalışacak şekilde yazılmıştır. Yani bir kullanıcı herhangi bir I^2C ağındaki *Master* özelliğine sahip olan bir aygıta, herhangi bir *Slave* özelliğine sahip aygıt bağladığında ilgili fonksiyonlar bu yazılımda artık tetiklenebilecektir.

Başka bir açıdan bu kütüphanenin benzeri diğer kütüphanelerden en büyük ayırt edici özelliği, *event-driven* olarak yazılmış olmasıdır.

4.3 TimerQueue

TimerQueue kütüphanesi, geliştirme kartları için yazılmış kuyruk yapısına sahip bir zamanlayıcı kütüphanesidir. Belli zaman aralıkları ile çalıştırmak istediğiniz fonksiyonları bu kütüphaneye bildirerek sistem tarafından çalıştırılmasını sağlayabilirsiniz. *TimerQueue* kütüphanesi de *MasterScanner* kütüphanesine benzer bir şekilde *Arduino* ve benzeri geliştirme kartlarında *event-driven* yapıda çalışacak şekilde yazılmıştır.

Kütüphanenin herhangi bir platform da kullanılabilmesi için, projenin ana kod dosyasına ilk olarak *TimerQueue* kütüphanesinin bildirilmesi gerekir. Bu adım için uygulanacak olan işlem aşağıdaki gibidir;

```
// Kütüphaneyi sisteme bildir
#include <TimerQueue.h>
```

Kütüphanede kullanıcıların kullanabileceği 9 adet fonksiyonu vardır. Bu fonksiyonların kullanımı hakkında kısa bir bilgi aşağıda verilmiştir;

```
// Kütüphaneye zaman gecikmesi ve durum değerleri ile fonksiyon ekle
bool attach(void (*pointer)(void));
bool attach(void (*pointer)(void), uint16_t intervalMillis);
bool attach(void (*pointer)(void), bool enabledStatus);
bool attach(void (*pointer)(void), uint16_t intervalMillis, bool enabledStatus);

// Kütüphanenin ana fonksiyonunu başlat, dönüye al veya durdur
void start();
void loop();
void stop();
```

```
// Kütüphanenin ana fonksiyonuna kayıtlı bir işlemi başlat veya durdur
bool startProcess(void (*pointer)(void));
bool stopProcess(void (*pointer)(void));
```

Aşağıda bu kütüphanenin *Arduino* platformunda çalışan örnek bir kullanımı gösterilmiştir;

```
void setup() {
     // Kütüphaneye 1 saniye aralıklarla çalışan bir fonksiyon ekle
     TimerQueue.attach(listenFunction, (uint8_t)1000);
     // Kütüphanenin ana fonksiyonunu başlat
     TimerQueue.start();
}

void loop() {
     // Kütüphanenin ana fonksiyonunu dönüye al
     TimerQueue.loop();
}

// Kütüphaneye kaydedilen fonksiyonun bildirimi
void listenFunction() { }
```

Yukarıda verilen örnek kullanımda, *TimerQueue* kütüphanesine *listenFunction()* adında bir fonksiyon iliştirilmiştir. Bu işlemin ardından kütüphane çalıştırılmış ve döngüye alınmıştır. Bu noktadan sonra *TimerQueue* kütüphanesi geliştirme kartının sahip olduğu entegre osilatör ile sürekli olarak zaman hesaplaması yapacak ve sisteme kaydedilen bu fonksiyonu 1'er saniye zaman aralıklarında tetikleyerek çalıştıracaktır.

5. UYGULAMA

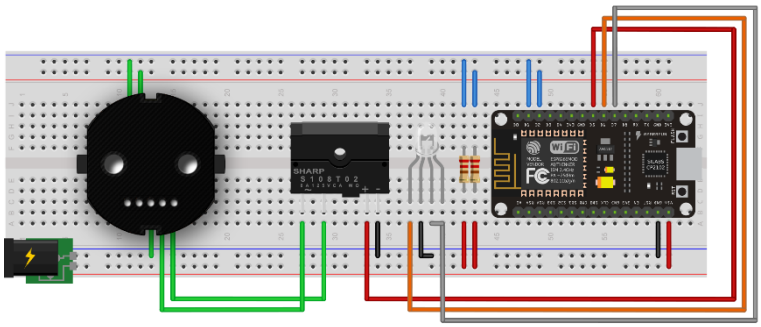
5.1 Devre Tasarımları

Uygulama aşamasında *NodeMCU* geliştirme kartı ile *FOTEK SSR-40DA* elektronik anahtarı kullanılmış, *Arduino Pro Mini* geliştirme kartı ile *DHT11*, *MQ-2* ve *MQ-7* sensörleri kullanılmıştır. *Arduino Pro Mini* ile geliştirilen çoklu sensör devresi, akıllı priz sistemleri için örnek bir aygıt olarak tasarlanmıştır. Kullanıcılar bu aşamada amaç ve istekleri doğrultusunda farklı türde cihazlar geliştirebilir ve sisteme bağlayabilirler.

Aşağıdaki şemada, I^2C protokolünün *Master* bölümüne ait devre şeması verilmiştir. Bu devre şemasında *D1* ve *D2* pimleri I^2C bağlantılarına, *D6* ve *D7* pimleri *LED* bağlantılarına ve son olarak *D5* pimi ise *SSR* elektronik anahtar bağlantısına rezerve edilmiştir. Bu pimlerden herhangi birisinin değiştirilmesi istendiğinde gerek kod kısmında gerekse yazılım kısmında birtakım değişikliklerin yapılması gerekmektedir.

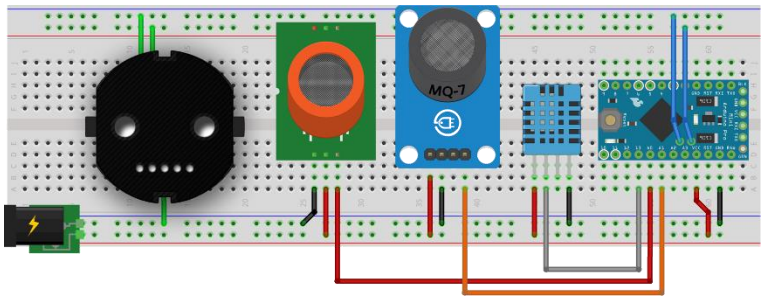
Verilen devre şemasındaki akıllı prize herhangi bir aygıt bağlandığında, priz ile aygıt arasında ilk olarak *handshake* işlemi, yani el sıkışma işlemi yapılır. Ardından I^2C ağında *Master* özelliğine sahip olan *NodeMCU* aygıtı *Slave* aygıttan sahip olduğu fonksiyonlarının özelliklerini talep eder. Bu talep işlemi ile *Slave* aygıtı sahip olduğu harici bütün fonksiyonları *Serializer* kütüphanesi ile serileştirir ve I^2C ağı üzerinden *Master* aygıta yollar. Bütün bu işlem ve süreçler sonucu prize bağlanan *Slave* aygıtının haberleşme için gerekli olan bütün özellikleri *Master* aygıtın veri tabanına kaydedilir ve böylece *Slave* aygıt haberleşme süreci için hazır konuma geçmiş olur.

Bir sonraki adımda *Master* aygıt, *Slave* aygıtın sahip olduğu fonksiyonlardan ilgili verileri belirli zaman aralıklarla talep eder ve dönen verileri *MQTT* altyapısı ile *openHAB* yazılımına bildirir.



Şekil 5.1: Master devre tasarımı

Yukarıda verilen devre şemasından farklı olarak aşağıdaki verilen şema, I^2C protokolünün *Slave* bölümüne ait devre şemasıdır. Bu devre şemasında *A0* pimi *MQ-2* sensörüne, *A1* pimi *MQ-7* sensörüne ve son olarak *13* numaralı pim ise *DHT11* sensörüne rezerve edilmiştir. Bu pimlerden herhangi birisinin değiştirilmesi istendiğinde gerek kod kısmında gerekse yazılım kısmında birtakım değişikliklerin yapılması gerekmektedir.



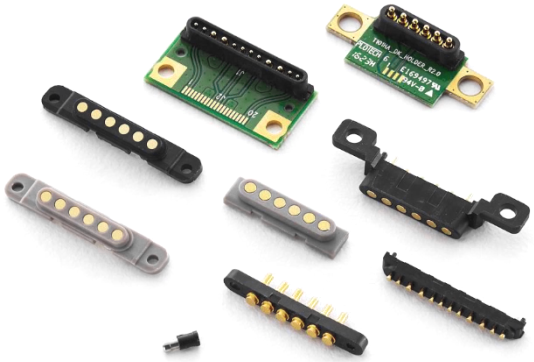
Şekil 5.2: Slave devre tasarımı

5.2 Prototip

Uygulama aşamasına her şeyden önce, ortaya atılan yeni priz tasarımı hakkında örnek bir çizim ve *3* boyutlu prototipleme yapılmıştır. Aşağıda, yapılan bu priz tasarımın *4* farklı açıdan sanal bir modeli verilmiştir.

Şekil 5.3: Örnek Priz Modeli

Yapılan bu protiplere günümüzde sıkça kullanılan pogo pim konnektörleri entegre edilmiş ve son prototip modeline ulaşılmıştır.



Şekil 5.4: Örnek Pogo Pimleri

Şekil 5.5: Prototip

6. SONUÇ

Tezin sonucunda gelecekte popülaritesi artacak olan ev otomasyonu sistemleri için düşük maliyetli, modüler, geliştirmeye açık ve kişi merkezli akıllı priz prototipleri yapılmış ve uygulamalı olarak test edilmiştir. Yapılan prototipler, herhangi bir kitleyi ve bölgeyi baz almak yerine evrensel açıdan herkesi baz alacak şekilde tasarlamıştır.

Tezin hayata geçirilmesi durumunda, günümüzde yeterliliği daha az olan akıllı ev sistemleri yerine yeterliliği ve kullanılabilirliği daha fazla olan akıllı ev sistemleri inşa edilebilecektir.

Bütün süreçler sonunda uygulayıcının nesneye yönelimli programlama dillerinde, elektronik devre tasarımlarında, *3* boyutlu modelleme konularında yetkinlikleri ve becerilerinde ilerlemeler sağlanmıştır.

7. KAYNAKÇA

[1] Robert Clemenzi, *"Arduino - Examples and Libraries"*, 2015. [Online]. Bağlantı: http://mc-computing.com/Hardware_Platforms/Arduino/Libraries [Erişim: 01/2018]

[2] Dan Hirschberg, *"Pointers and Memory Allocation"*, 2016. [Online]. Bağlantı: https://www.ics.uci.edu/~dan/class/165/notes/memory [Erişim: 03/2018]

[3] Arduino, *"Manuals and Curriculum"*, 2016. [Online]. Bağlantı: https://playground.arduino.cc/Main/ArduinoPinCurrentLimitations [Erişim: 11/2017]

[4] tutorialspoint, *"C library function void *realloc(void *ptr, size_t size)"*, 2018. [Online]. Bağlantı: https://www.tutorialspoint.com/c_standard_library/c_function_realloc [Erişim: 12/2017]

[5] tutorialspoint, *"C library function char *strtok(char *str, const char *delim)"*, 2018. [Online]. Bağlantı: https://www.tutorialspoint.com/c_standard_library/c_function_strtok [Erişim: 02/2018]

[6] GitHUB VCS, *"open-source electronics prototyping platform"*, 2018. [Online]. Bağlantı: https://github.com/arduino/Arduino [Erişim: 04/2018]

[7] Codingstreet, *"C INPUT OUTPUT"*, 2013. [Online]. Bağlantı: http://codingstreet.com/c-input-output [Erişim: 12/2017]

[8] armMBED, *"C Data Types"*, 2018. [Online]. Bağlantı: https://os.mbed.com/handbook/C-Data-Types [Erişim: 01/2018]

[9] cplusplus, *"strtok: Split string into tokens"*, 2015. [Online]. Bağlantı: http://www.cplusplus.com/reference/cstring/strtok [Erişim: 02/2018]

[10] cplusplus, *"strchr: Locate first occurrence of character in string"*, 2017. [Online]. Bağlantı: http://www.cplusplus.com/reference/cstring/strchr [Erişim: 01/2018]

[11] cplusplus, *"isalnum: Check if character is alphanumeric"*, 2016. [Online]. Bağlantı: http://www.cplusplus.com/reference/cctype/isalnum [Erişim: 02/2018]

[12] Wikipedia, *"Delimiter"*, 2010. [Online]. Bağlantı: https://en.wikipedia.org/wiki/Delimiter [Erişim: 10/2017]

[13] Wikipedia, *"C0 and C1 control codes"*, 2010. [Online]. Bağlantı: https://en.wikipedia.org/wiki/C0_and_C1_control_codes [Erişim: 03/2018]

[14] aivosto, *"Control characters in ASCII and Unicode"*, 2016. [Online]. Bağlantı: http://www.aivosto.com/vbtips/control-characters [Erişim: 01/2018]

[15] ElectronicWings, *"NodeMCU I2C with Arduino IDE"*, 2016. [Online]. Bağlantı: http://www.electronicwings.com/nodemcu/nodemcu-i2c-with-arduino-ide [Erişim: 01/2018]

[16] openHAB Foundation, *"MQTT Binding"*, 2017. [Online]. Bağlantı: https://docs.openhab.org/addons/bindings/mqtt1/readme. [Erişim: 04/2018]

8. ÖZGEÇMİŞ

Ad–Soyad:	Veysel Berk Altun
Doğum Tarihi ve Yeri:	03.12.1994, Muş
B.Sc:	Pamukkale Üniversitesi
E–posta:	contact@vberkaltun.com

Profesyonel Deneyimler ve Ödüller:

Haziran 2016	Kıdemli Yazılım Geliştirici, 40idea Laboratory Engineering Lab. & Consultancy Co. Ltd.
Haziran 2012	Servis Teknisyeni, Unipa A.S.