

MANYETİK ALAN ÖLÇÜM SİSTEMİ PROJESİ

Çalışma Raporu



Mertcan Aslan

Öğrenci numarası:2150654045

Namık Kemal Üniversitesi

Çorlu Mühendislik Fakültesi

Elektronik Haberleşme Mühendisliği

Şubat 2021

İÇİNDEKİLER

1-Giriş

2-Kullanılan Malzemeler

2-Çalışma Prensibi

3-Ardunio Arayüzü ve Kodu

4-Geliştirme Önerileri

Kaynaklar

GİRİŞ

En genel anlamda manyetik alan ölçüm sistemlerini DC manyetik alan ölçerler (Gauss Metre) ve AC Manyetik Alan ölçerler olmak üzere ikiye ayırabiliriz. DC manyetik alan ölçerler mıknatıs, bobinler ve dinamo gibi manyetik alan kaynaklarının yayınımlarını ölçerken, AC manyetik alan ölçerler motorların ve 50 Hz yüksek gerilim hatları, trafolar ve bunların harmoniklerinden oluşan manyetik alanları ölçmede kullanılır. AC manyetik alan ölçerler de genişbant ve frekans seçici olmak üzere kendi içinde ikiye ayrılırlar. Genişbant ölçüm yapan cihazlarda ortamdaki alan kaynaklarının cihazın çalışma frekans aralığını kapsayan alanları toplayarak ölçüm yaparken , frekans seçici ölçüm yapan cihazlar ise ortamdaki manyetik alanları ait oldukları frekansa göre analiz ederek gösterirler.

Bu çalışmada ise mikroişlemci ve arabirim olarak Ardunio Nano, alan şiddetini ölçmek üzere SS49E Lineer Manyetik Hall sensörü ve alan kaynağının frekansını belirlemek üzere bir halka anten kullanılmıştır. Ağırlıklı olarak DC ve aynı zamanda hall sensörün frekans cevabı değerlendirildiğinde DC-30 kHz frekans aralığında ölçüm yapabilen basit bir genişbantlı manyetik alan ölçüm sistemi çalışılmıştır. Sistemin detaylı özellikleri aşağıdaki verilmiştir.

- Frekans aralığı: DC-30 kHz
- Çözünürlük:1 Gauss
- Cevap süresi:10 ms
- Manyetik alan şiddeti ölçüm aralığı: 1 Gauss-1000 Gauss
- 4 saat kesintisiz ölçüm süresi
- Taşınabilir, şarj edilebilir ve programlanabilir.

1-Kullanılan malzemeler

Kullanılan malzemeler aşağıda tablo halinde listelenmiştir.

- 1 adet Ardunio Nano
- 1-adet 16x2 LCD ekran
- 1adet 3,7 volt lipo pil
- 1 adet step-up (3,7'den 5 volt'a yükseltiyor)
- 1 adet buton
- 1 adet Honeywell marka SS49E model Linear Magnetic Hall Sensor (Burada tercihe göre Allegro marka UGN3503U model sensör de kullanılabilir)
- 1 adet mini USB kablo (Ardunio nano –PC arayüz seri haberleşme kablosu)
- 1 adet USB kablo Lipo pil şarj kablosu
- 2 adet 1 kOhm direnç

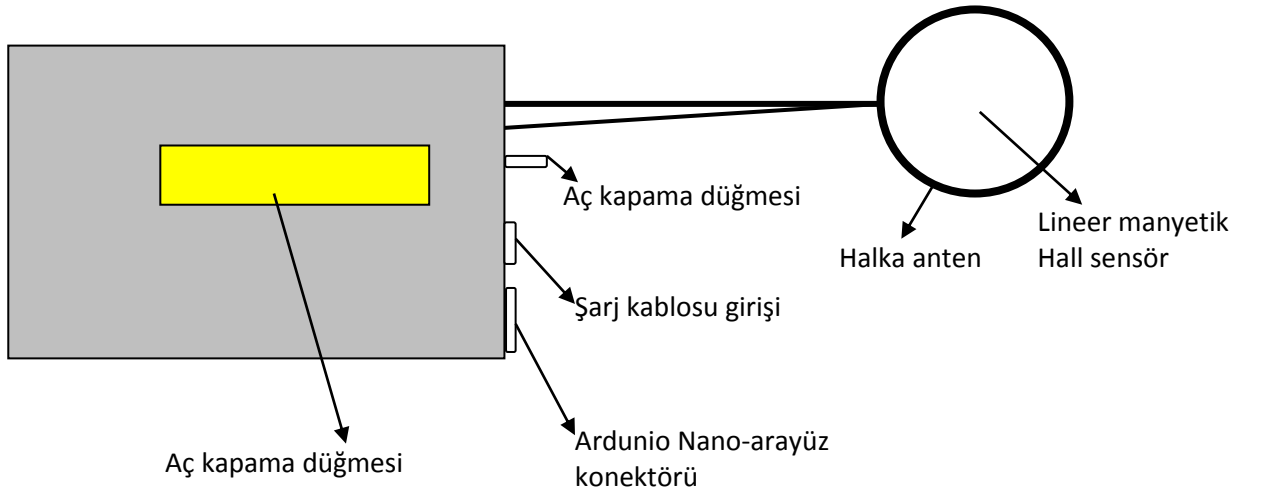
2-SİSTEMİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

2.1 Sistemin Kullanımı

Sistem farklı alan kaynaklarını yerinde ölçmek imkanı sağlaması amacıyla şarjlı ve portatif olarak tasarlandı. Bu nedenle cihazın kullanılmadan şarjı olup olmadığına bakılmalıdır. Cihazın kenarındaki ON/OFF düğmesi ON konumuna getirilerek cihaz kullanılmaya başlanabilir. Burada önemli olan nokta manyetik alan değeri ile birlikte frekansı da görülmek isteniyorsa Lineer Hall sensörü halka antenin içinde kalmalıdır. Bu şekilde hem alan kaynağının şiddetini hem de frekansını görmek mümkündür. Ancak sistem frekansı okuyacak kadar manyetik alan şiddeti ölçmüyorsa lcd ekranda “infHz” yazısı görünecektir. Frekans okuma ile ilgili daha detaylı bilgi Geliştirme Önerileri kısmında anlatılmıştır.

2.2 Sistemin Tasarımı

Sistem oldukça basit bir yapıdan oluşmaktadır. Sistemin blok şeması da aşağıda verilmiştir.

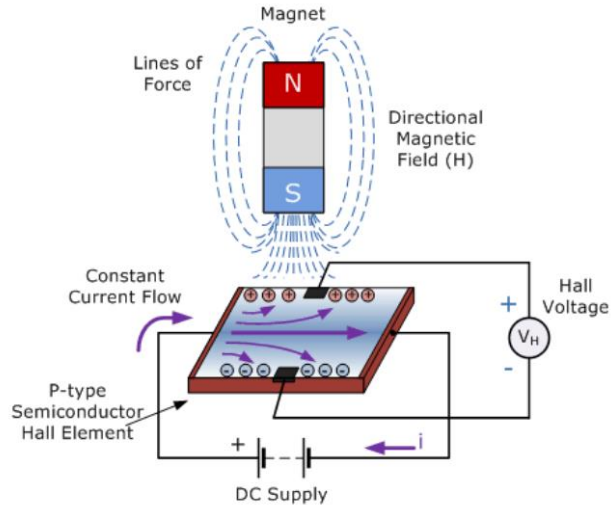


Şekil 1. Sistemin yapısı gösterimi

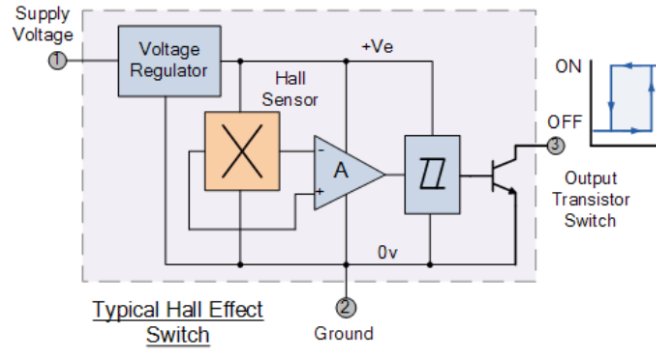
2.3 Manyetik Hall Sensörü

2.3.1 Hall Sensörü Çalışma Prensibi

Hall sensörleri iki parça kare şeklindeki p-tipi yarı iletken malzemelerin aralarında meydana gelen akım değişimi prensibine dayanır. Sensör manyetik alan konulduğunda Lorentz kuvveti etkisi altındaki elektronlar birinden diğerine geçişe bağlı olarak da sensör bir getirim çıkışı verir.



Şekil 2. Manyetik Hall sensörü çalışma prensibi



Şekil 3. Manyetik Hall sensörü iç yapısı

$$V_H = R_H \left(\frac{I}{t} \times B \right)$$

Where:

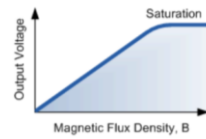
V_H is the Hall Voltage in volts

R_H is the Hall Effect co-efficient

I is the current flow through the sensor in amps

t is the thickness of the sensor in mm

B is the Magnetic Flux density in Teslas



Şekil 4. Manyetik Hall sensörünün çıkış geriliminin manyetik alan ile doğru orantılı olduğunu gösteren bağıntı

2.3.2 SS49E Lineer Manyetik Hall Sensörü

Projede manyetik alan şiddetini algılamak için kullanılan SS49E sensörünün teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

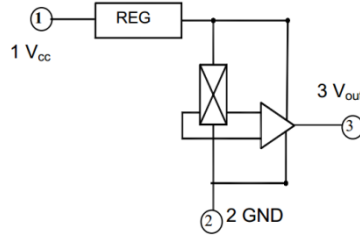
Sensörün fonksiyonel blok diagramı aşağıda verilmiştir. Sensörün tipik uygulamaları arasında

-motor kontrolü

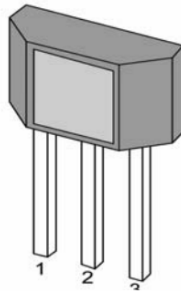
-akım algılama

-pozisyon algılama (manyetik alan yönü değişimi)

-metal dedektörü uygulamaları gösterilebilir.



Şekil 5. SS49E fonksiyonel blok diagram



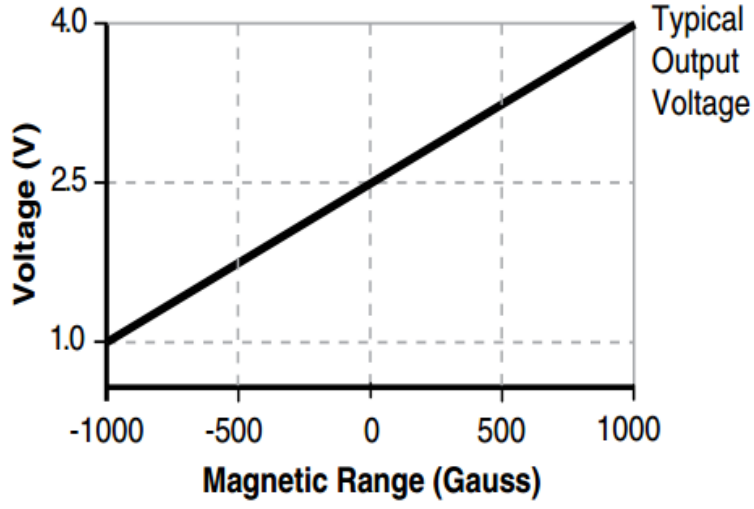
Name	No	Status	Description
Vdd	1	P	Power Supply
Gnd	2	P	IC Ground
Output	3	O	Output

Şekil 6. SS49E pin tanımlamaları

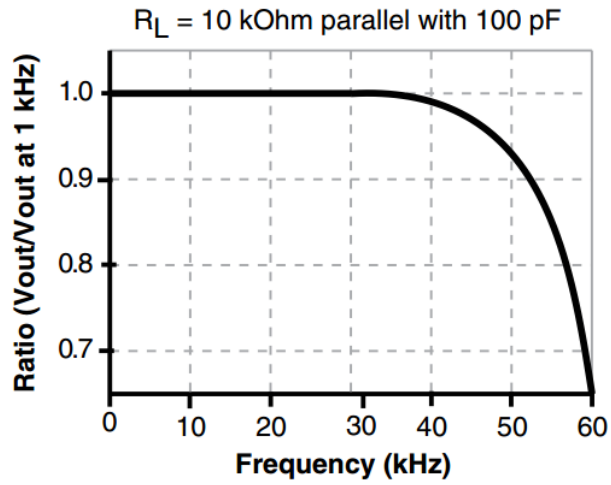
Characteristic	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Output type		linear, sourcing			—
Magnetics type		analog			—
Supply voltage	—	2.7	—	6.5	Vdc
Supply current	25 °C [77 °F]	—	6	10	mA
Output voltage	—	1.0	1.4	1.75	mV/Gauss
Output current	Vs > 3.0 V	1.0	1.5	1.5	mA
Null	0 Gauss, 25 °C	2.25	2.50	2.75	Vdc
Output voltage span	—	1.05 to (Vs - 1.05)	0.95 to (Vs - 0.95)	—	Vdc
Magnetic range	—	±650	±1000	—	Gauss
Sensitivity	25 °C	1.0	1.4	1.75	mV/Gauss
Operating temperature	—	-40 [-40]	—	100 [212]	°C [°F]
Temperature error:					
Null drift	—	-0.10	—	0.10	%/°C
Sensitivity drift	≥25 °C	-0.15	—	0.05	
	≤25 °C	-0.04	—	0.185	
Linearity	—	—	-0.7	—	% of span
Response time	—	—	3	—	µs

Şekil 7. Oda sıcaklığında sensörün elektriksel karakteristik özellikleri

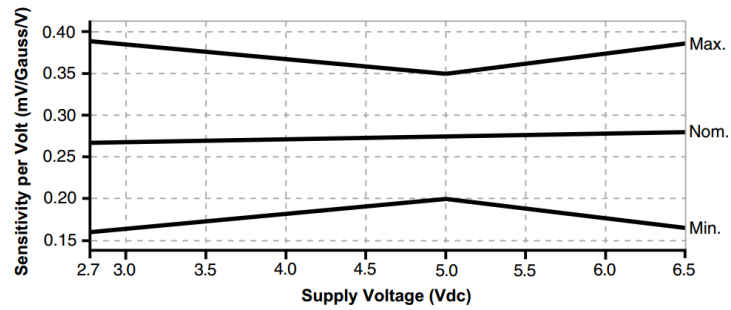
Sensörün manyetik alan şiddetine karşılık çıkardığı lineer voltaj eğrisi aşağıdaki gibidir.



Şekil 8. Sensörün linearity (doğrusallık) eğrisi (Manyetik alan – voltaj eğrisi)



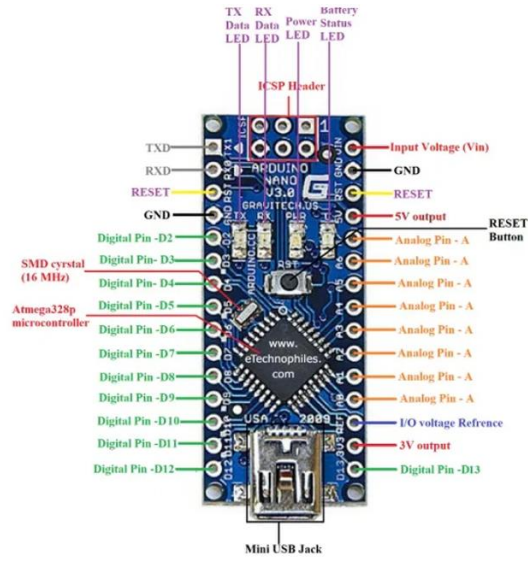
Şekil 9. Sensörün frekans cevabı eğrisi (Frekans – voltaj eğrisi)



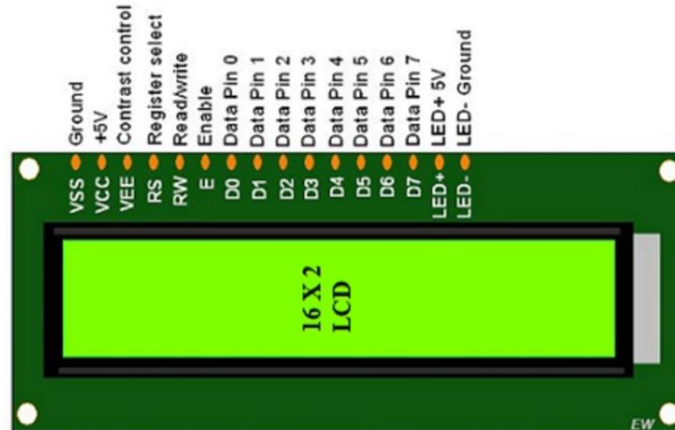
Şekil 10. Sensörün hassasiyet eğrisi (Manyetik alan – voltaj değişimi)

2.4 Sistemin Devre Tasarımı ve Bağlantı Şemaları

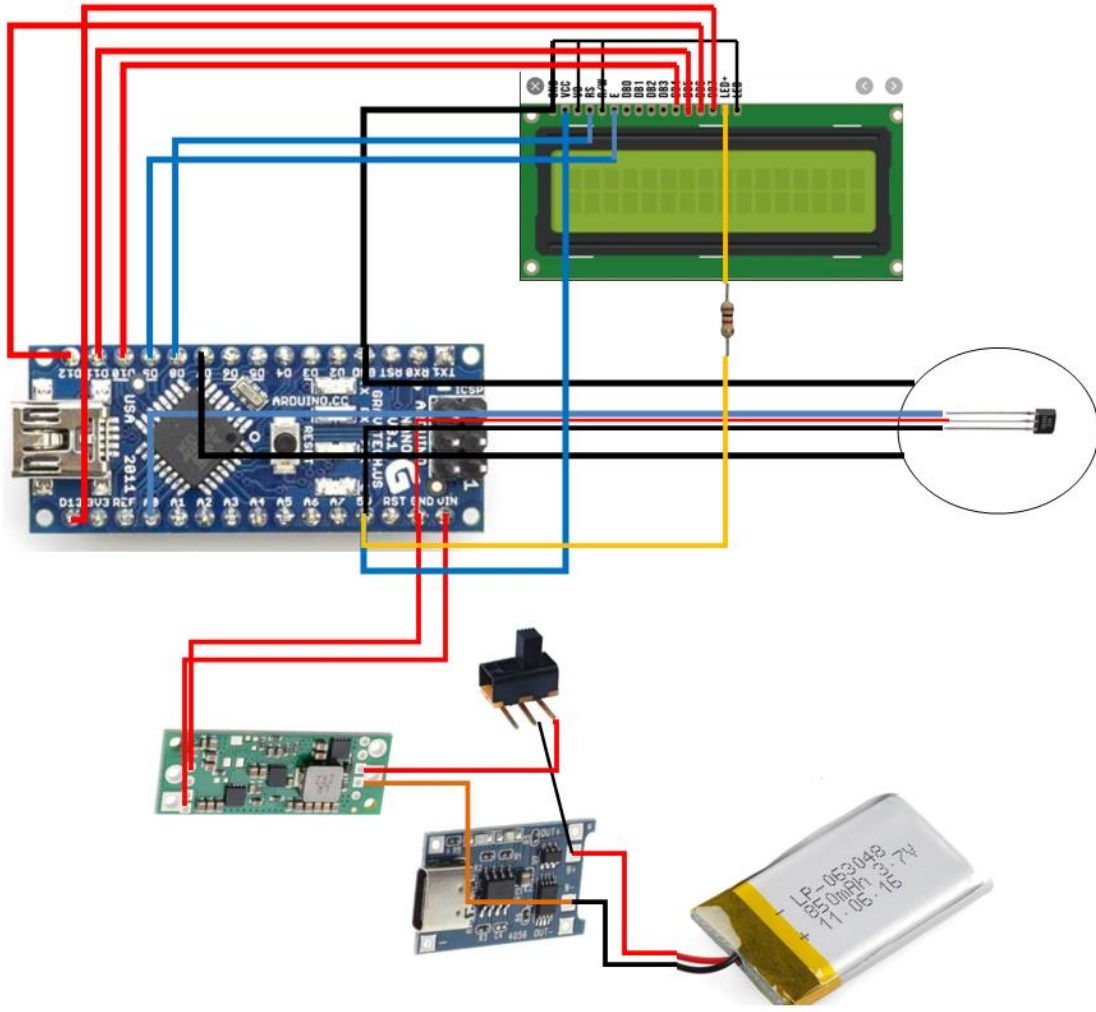
2.4.1 Arduinio Nano ve LCD ekran Pin Tanımlamaları



Şekil 11. Arduinio Nano pin tanımları



Şekil 12.16x2 LCD ekran pin tanımları



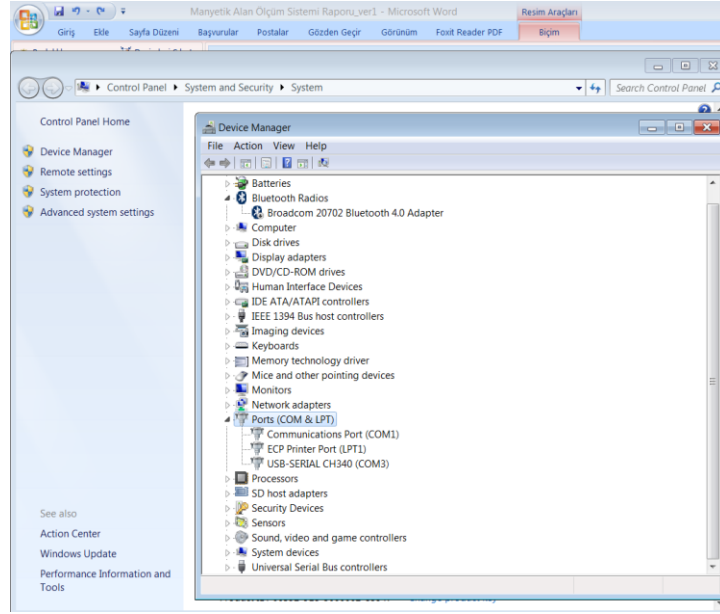
Şekil 13. Manyetik Alan Ölçme Cihazının pin bağlantı şeması

2.5 Ardunio Arayüzü ve Kodu

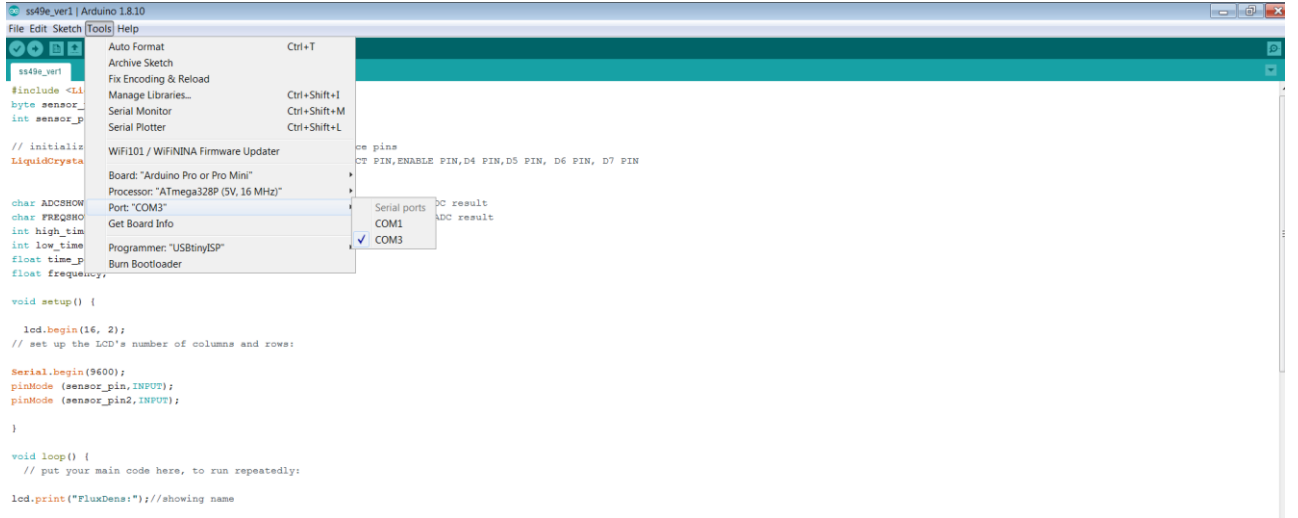
2.5.1 Ardunio Arayüzü Gösterimi

Sistemin Ardunio arayüz kısmında 1.8.10 versiyonu kullanılmıştır.

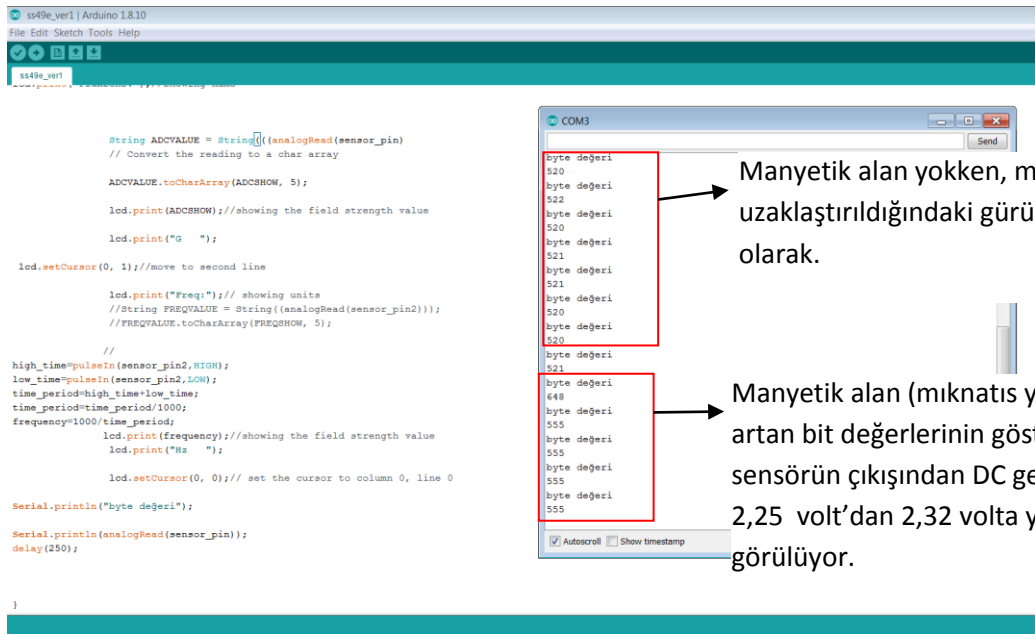
Cihaz PC ile bağlandığında aşağıdaki gibi com-port numarasına aşağıdaki bakılır.



Şekil 14. Arduino arayüz com-port numarası



Şekil 15. Arayüzden com-port seçme



Şekil 16. Serial monitör açılarak sensörden gelen ham verinin mıknatıs yaklaştırılıp uzaklaştırıldığında değişiminin gösterimi

2.5.2 Ardunio Kodu

//Mercan Aslan - Öğrenci numarası 2150654045

//NKÜ Çorlu Mühendislik Fakültesi Elektronik Haberleşme Mühendisliği Bölümü

//Dönem Projesi-Manyetik Alan Ölçüm Sistemi

#include <LiquidCrystal.h>

byte sensor_pin=A0;

int sensor_pin2=7;

// initialize the library with the numbers of the interface pins

LiquidCrystal lcd(8, 9, 10, 11, 12, 13);/// REGISTER SELECT PIN,ENABLE PIN,D4 PIN,D5 PIN, D6 PIN, D7 PIN

char ADCSHOW[5];//initializing a character of size 5 for showing the ADC result

char FREQSHOW[5];//initializing a character of size 5 for showing the ADC result

int high_time;

int low_time;

float time_period;

float frequency;

void setup() {

lcd.begin(16, 2);

```

// set up the LCD's number of columns and rows:

Serial.begin(9600);

pinMode (sensor_pin,INPUT);

pinMode (sensor_pin2,INPUT);}

void loop() {

  lcd.print("FluxDens:");//showing name

      String ADCVALUE = String((((analogRead(sensor_pin)-520))*1000.00/503.00));

      // Convert the reading to a char array

      ADCVALUE.toCharArray(ADCSHOW, 5);

      lcd.print(ADCSHOW);//showing the field strength value


      lcd.print("G  ");

  lcd.setCursor(0, 1);//move to second line

      lcd.print("Freq:");// showing units

      //String FREQVALUE = String((analogRead(sensor_pin2)));

      //FREQVALUE.toCharArray(FREQSHOW, 5);

  high_time=pulseIn(sensor_pin2,HIGH);

  low_time=pulseIn(sensor_pin2,LOW);

  time_period=high_time+low_time;

  time_period=time_period/1000;

  frequency=1000/time_period;

      lcd.print(frequency);//showing the field strength value

      lcd.print("Hz  ");

      lcd.setCursor(0, 0);// set the cursor to column 0, line 0

  Serial.println("byte değeri");

  Serial.println(analogRead(sensor_pin));

  delay(10);}

```

Kod Açıklaması:

Kodun içinde sensörden alınan byte değerini gerilim değerine veya manyetik alan değerine çevirmek için kullanılan bir algoritmanın açıklaması şu şekildedir:

String ADCVALUE = String(((analogRead(sensor_pin)-520)*1000/503); kodunda Arduino içindeki ADC'nin çözünürlüğü 10 bit'dir. Dolayısıyla 1023 bit 5 V'a karşılık geldiğinden, bizim durumumuzda 10 bit 4,9 mV değerine karşılık gelmektedir. Kullanılan Hall sensörse 1 Gauss'luk manyetik değerindeki değişime karşılık 1,4 mV gerilim çıkışı vermektedir. Bu durumda sensörden gelen verilerde her 10 bitlik değişimde 4,9 mV'luk bir değişim ve bu da yaklaşık 4 Gauss'luk manyetik alana karşılık gelmektedir.

Sonuç olarak hiç gerilim hesabı yapmadan sensör herhangi bir alan uygulanmadığı durumda 520 bit (2,5 volt) değerini göndermektedir. Bu durumda sensörden gelen 520 bit değerinden çıkarılarak, elde edilen değer 503 bit (Kalan bit 1023-520) değerine bölünür ve 503 bit değerinin gerilim karşılığı 1,4 V o da 1000 Gauss'luk bir manyetik alana karşılık gelir. Bu denklem maksimum ve minimum durumları sağlamaktadır.

4-Geliştirme Önerileri

4.1 Hall sensörü ilgili kısım

- 1- Hall sensörü değeri bilinen bir manyetik alanda (Örneğin Helmholtz bobini içinde) kalibre edilmelidir.
- 2- Değeri bilinende bir manyetik alan içinde frekans cevabı ve linearity ölçümleri yapılmalıdır.
- 3- Ölçüm sonuçlarının daha stabil olması açısından ortalama aldırma metodu kullanılabilir.
- 4- Sensör kısmında DC manyetik alan bağımlılığından kurtulmak için Hall sensörü yerine halka anten sensör olarak kullanılabilir. Halka anten çıkışına öncelikle bir alçak geçiren ve bir yüksek geçiren filtre tasarlanabilir. Halka anten çıkışında kullanılabilecek bir preamplifier ile gerçek bir manyetik alan ölçer (30-32 kHz) yapılabilir. Tüm bunlar zaman ve maliyet gerektiren işlerdir.

4.2 Frekans Okuma ve Halka Anten ile ilgili Kısım

Normalde bu bölüm çok yüksek manyetik alan seviyelerinde çalışacaktır. Yapılan denemelerde halka anten çıkışından minimum 1,3 volt görülmeye başlandığından frekans okuma işlemi yapacaktır.

Bu frekans okuma bölümünün testi için en hızlı metod halka anten uçlarından ayrılır. Bir işaret kaynağından kalan kablo uçlarına 1,3 voltta büyük kare dalga uygulanır. Böylece frekans ölçümü yapıp yapmadığı kontrol edilmiş olur.

Kaynaklar

<https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-magnetic-field-measurement>

<https://sps.honeywell.com/us/en/products/sensing-and-iot/sensors/magnetic-sensors/linear-and-angle-sensor-ics/ss39et-ss49e-ss59et-linear-sensor-ics>

[https://fenbildergi.aku.edu.tr/1503/035202\(8-12\).pdf](https://fenbildergi.aku.edu.tr/1503/035202(8-12).pdf)

https://www.bristolwatch.com/hall_effect/ugn3503.pdf

https://www.youtube.com/watch?v=9OLT_0GILrU

<https://www.youtube.com/watch?v=jCkrgSbVNBs>

<https://create.arduino.cc/projecthub/mircemk/diy-simple-frequency-meter-up-to-6-5mhz-6b496e>

<https://create.arduino.cc/projecthub/najad/interfacing-lcd1602-with-arduino-764ec4>

<https://www.electronics-tutorials.ws/electromagnetism/hall-effect.html>