

Hall Etki Sensörü Kullanarak, Düşük Değerli Manyetik Alanları Ölçen Telemetrik Sistem Tasarımı

The Design of Telemetric System That Measures Low-Value Magnetic Fields, Using Hall Effect Sensor

Orhan Armağan¹, Mustafa Merdan¹, Mesud Kahrıman¹

¹Mühendislik Fakültesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği
Süleyman Demirel Üniversitesi

orhanarmagan@sdu.edu.tr, mustafamerdan@sdu.edu.tr, mesudkahrıman@sdu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, PIC16F877 ve PIC12F675 mikrodenetleyicileri kullanarak RF veri haberleşmesi ile kısa mesafeli bir kablosuz haberleşme uygulaması gerçekleştirilmiştir. RF veri iletimi için UDEA firması tarafından üretilen ve ASK modülasyonu yapan ATX-34S kablosuz verici ve ARX-34C kablosuz alıcı modülleri seçilmiştir. Tasarladığımız ölçüm sistemi dört adet verici devre ve bir adet alıcı devreden oluşmaktadır. Verici devreler dört farklı noktaya yerleştirilmiştir. Bu devreler, elektrik iletkeninde akan akımla orantılı manyetik alan değerini algılar ve alıcı devreye kablosuz olarak gönderir. Alıcı devre bu değerleri kablosuz olarak alır ve LCD ekranda gösterir.

Çalışmamızda tasarlanan sistemin yapısı anlatılmış ve alınan ölçüm sonuçları tablo halinde verilmiştir.

Abstract

In this study, using PIC16F877 and PIC12F675 microcontrollers, a short range wireless communication application with RF data communications is carried out. For RF data transmission by the firm UDEA produced and making ASK modulation technique which ATX-34S wireless transmitter and ARX-34C wireless receiver modules are selected. Our measurement system design is composed of one receiver circuit and four transmitter circuits. The transmitter circuits is located in four different points. Transmitter circuit senses the value of the magnetic field proportional to the current in the cable and, wirelessly transmits this value to receiver circuit. Receiver circuit receive these values and, displays on the LCD display.

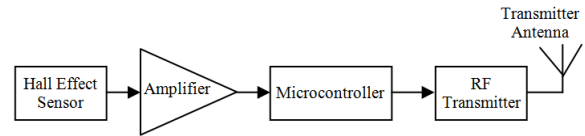
In our study, the structure of the designed system is explained and the results of the measurements are given in the table.

1. Giriş

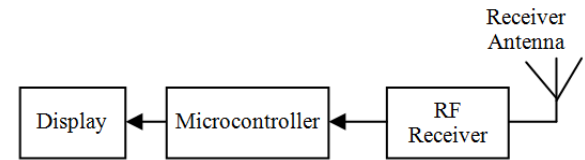
Günümüzde hayatın birçok alanında sistemler uzun mesafeli ya da kısa mesafeli olmasına bakılmaksızın kablosuz olarak tasarlanmaktadır. Bunun en etkileyici sebeplerinden biri de kuşkusuz mikroişlemci ve mikrodenetleyicilerde erişilen çok hızlı gelişmelerdir. Çünkü özellikle kısa mesafeli kablosuz haberleşme sistemlerinin tasarımında, bu sistemlere büyük esneklik veren mikrodenetleyiciler çok sık kullanılır [1].

Bu çalışmada, RF (Radyo Frekans) veri haberleşmesi ile kablosuz çalışan bir uzaktan manyetik alan ölçüm sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemde, dört farklı ölçüm noktasındaki manyetik alan bilgileri kablosuz olarak iletilerek LCD'de mG biriminde gösterilmektedir. Manyetik alan ölçümü için kullanılan manyetik alan algılayıcı birimiyle, yüksek doğrulukla ölçüm yapılmakta ve manyetik alan bilgisini tek bir veri hattı üzerinden sayısal olarak gönderilmektedir.

Bu manyetik alan ölçüm sisteminde, allegro firması tarafından üretilen UGN-3503 adlı Hall etki sensörü kullanılarak manyetik alan değerleri RF veri iletimi ile kablosuz olarak ölçülmektedir. RF veri iletimi için Udea firması tarafından üretilen ve ASK (Amplitude Shift Keying) modülasyonu kullanan ATX-34S verici ve ARX-34C alıcı birimleri kullanılmıştır. Her bir ölçüm noktasında PIC12F675 mikrodenetleyicisi, ATX-34S RF vericisi ve UGN-3503 manyetik alan algılayıcısından oluşan ölçüm birimi, gösterge noktasında ise PIC16F877 mikrodenetleyicisi ve ARX-34C RF alıcısından oluşan kontrol birimi bulunmaktadır. Verici noktalardan RF yoluyla alınan manyetik alan bilgisi kontrol noktasındaki LCD'de miligauss biriminde gösterilmektedir. Sistemin blok gösterimi iki parça olarak aşağıda Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Manyetik Alan okuma devresi blok diyagramı.



Şekil 2: Alıcı devre blok diyagramı.

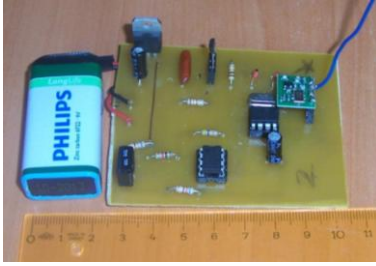
2. Uygulama

2.1. RF ile Telemetrik Manyetik Alan Ölçümü

Bu çalışmada, RF (Radyo Frekans) veri haberleşmesi ile kablosuz çalışan bir uzaktan manyetik alan ölçüm sistemi geliştirilmiştir. Sistemde dört farklı noktada manyetik alan bilgisi okunarak kablosuz verici devreleri ile veriler gönderilmektedir. Verici devrelerle gönderilen bu veriler bir alıcı tarafından alınarak LCD'de gösterilmesi sağlanmaktadır. Bu sistem, temel olarak manyetik alan okuma işleminin yapıldığı verici devreleri ve veri gösterme görevini yerine getiren alıcı devreden oluşturulmuştur.

2.2. Verici Devre

Oluşturulan sistemde dört adet manyetik alan okuma devresi bulunmaktadır. Bu devrelerin her biri aynı yapıya sahiptir ve Şekil 3'de resmi gösterilmektedir.

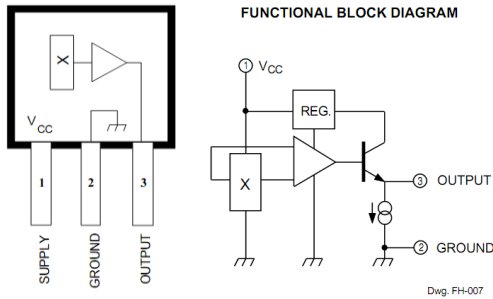


Şekil 3: Manyetik alan okuma devresinin görünüşü.

Bu devrede; manyetik alan sensörü olarak kullanılan hall etki sensörü, besleme devresi, opamp'lı fark kuvvetlendirici devresi, pic12f675 mikrodenetleyicisi ve kablosuz verici modülü kullanılmıştır.

2.2.1. UGN-3503 Hall Etki Sensörü

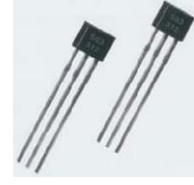
UGN3503LT, UGN3503U ve UGN3503UA Hall etki sensörleri, manyetik akı yoğunluğundaki oldukça küçük değişiklikleri doğru bir şekilde izler. Hareket detektörleri, dişli sensörleri ve yaklaşım detektörleri olarak mekanik olayları manyetiğe aksettirmede de kullanılırlar [2].



Şekil 4: UGN3503 Pin görünümü ve Fonksiyonel Blok diyagramı

Her Hall etki sensörü devresi; Hall algılama elemanı, doğrusal amplifikatör ve emetör çıkışlı takipçi katı içerir. Küçük analog sinyallerin işlenmesiyle ilgili problemler, tek bir chip üzerinde Hall hücresi ve amplifikatör olarak en aza indirilmiştir [2].

Çoğu uygulamalar için manyetik olarak optimize edilmiş üç kılıf şekli vardır. Her birisi +85°C/-20°C sıcaklık aralığında sürekli çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır[2]. Kullandığımız kılıf şekli Şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5: UGN3503 Sensörünün görünüşü.

2.2.2. Besleme Devresi

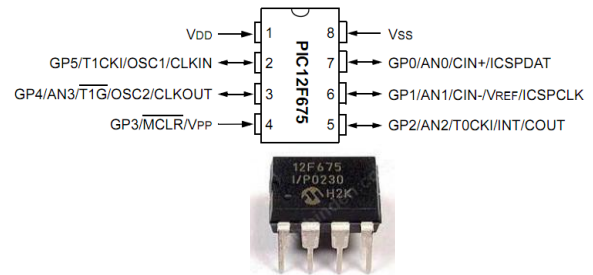
Besleme devresi 9V pil ile beslenmekte ve 7805 gerilim regülatörü ile 5V elde edilerek entegreler beslenmektedir.

2.2.3. Fark Kuvvetlendiricisi

Devresinde kullanılan sensör 0 ile 5V arasında analog çıkış gerilimi vermektedir. Manyetik alan sıfır olduğunda sensör çıkışı 2,5V olur. Sensör, manyetik alanın yönüne bağlı olarak 0-2,5V arası ya da 2,5-5V arası çıkış vermektedir. Bu gerilim değişimleri çok küçüktür. Bu küçük gerilim değişikliklerinin mikrodenetleyicilerle algılanabilmesi ve devrenin ölçümlere hassas olabilmesi için opamp'lı fark yükselteç devresi kullanılmıştır. Bu fark yükselteç devresinde sensörden gelen çıkış gerilimi ile 2,5V sabit başka bir gerilimin farkı alınmış ve kuvvetlendirilmiştir. Bu nedenle devre ile tek yönde manyetik alan ölçümü yapılmakta, fakat daha hassas ölçüm sonucu elde edilebilmektedir. Bu kuvvetlendirme sayesinde mili volt seviyesindeki fark gerilimi değişimleri 0,1V mertebelerine yükseltilmiş ve 30mA seviyelerindeki akım değişimleri devremizde gözlemlenebilir hale getirilmiştir.

2.2.4. PIC 12F675 Mikrodenetleyicisi

12F675 mikrodenetleyicisini tercih etmemizin nedeni program belleğinin flash teknolojisi ile üretilmiş olması, 8 pinlik küçük yapısına rağmen içinde ADC içeren ve 4 adet analog giriş pinine sahip olmasıdır. İçinde 4MHz ve 20MHz dahili osilatör bulunmaktadır[3]. Seri iletişimlerde de kullanılabilir. Yaptığımız çalışmada işlemcimizi 4MHz frekansta seri iletişim için kullandık. Her bir manyetik alan okuma devresinde birer adet kullanılmıştır.

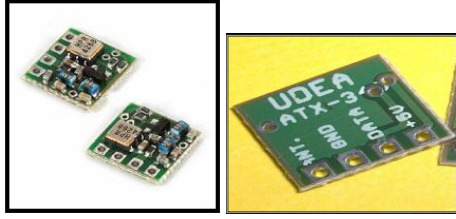


Şekil 6: PIC 12F675'in pin görünüşü ve genel görünüşü

2.2.5. Udea ATX 34S RF Verici Modülü

433,920 MHz. UHF bandında çalışan, yüksek frekans kararlılığına sahip ve düşük akım sarfiyatı ile pilli uygulamalar

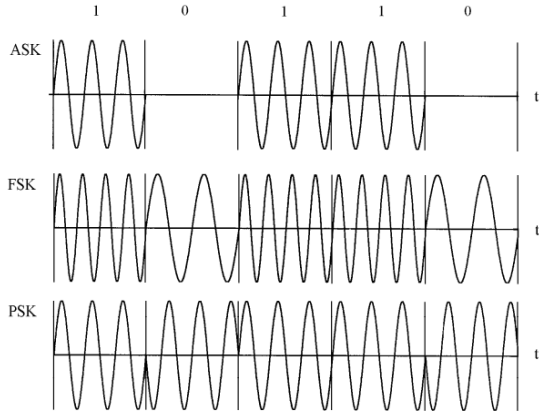
için ideal bir kablosuz verici modüldür. -10°C ile $+55^{\circ}\text{C}$ sıcaklık aralığında sorunsuz çalışabilmektedir. ASK modülasyonunu kullanmaktadır[4].



Şekil 7: ATX 34S verici şekli (Udea Elektronik, 2010)

2.2.6. Sayısal Modülasyon

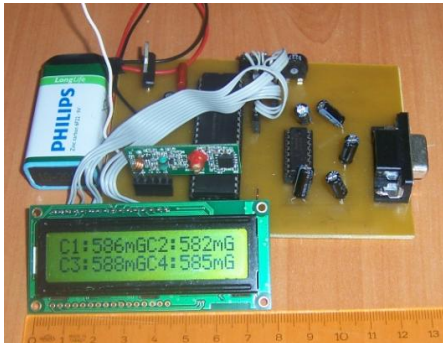
Temel olarak üç farklı sayısal modülasyon yöntemi vardır: ASK (Amplitude Shift Keying – Genlik Kaydırmalı Anahtarlama), FSK (Frequency Shift Keying – Frekans Kaydırmalı Anahtarlama) ve PSK (Phase Shift Keying – Faz Kaydırmalı Anahtarlama). Bunların en basit biçimi Şekil 8’de ikili kod ve dalga biçimi gösterilmiştir[5].



Şekil 8: Üç temel sayısal modülasyon dalga biçimleri [5].

2.3. Alıcı Devre

Oluşturulan sistemde bir adet alıcı devresi bulunmaktadır ve Şekil 9’da resmi görülmektedir. Bu devrede besleme kısmı, kablosuz alıcı modülü, PIC 16f877 mikrodenetleyicisi ve 2x16 LCD kullanılmıştır.



Şekil 9: Alıcı devresinin görünüşü.

2.3.1. Besleme Devresi

Besleme devresi 9V pil ile beslenmekte ve 7805 gerilim regülatörü ile 5V gerilim üretilerek entegreler beslenmektedir.

2.3.2. Udea ARX 34C RF Alıcı Modülü

433,920 MHz. UHF bandında çalışan, yüksek frekans kararlılığına sahip ve düşük akım sarfıyatı ile pilli uygulamalar için ideal bir kablosuz alıcı modüldür. -10°C ile $+55^{\circ}\text{C}$ sıcaklık aralığında sorunsuz çalışabilmektedir. ASK demodülasyonunu kullanmaktadır. Hem sayısal hem de analog çıkışa sahiptir[4]. Devrede sayısal çıkış kullanılmıştır.



Şekil 10: ARX-34C RF Alıcının görünüşü

2.3.3. PIC 16F877 Mikrodenetleyicisi

Bu devrede seri olarak alıcı modülden gelen bilgileri alarak manyetik akı yoğunluğu haline çeviren ve LCD’de görünmesini sağlayan mikrodenetleyicidir. Detaylı bilgi için [6] incelenebilir. Bu iş mikrodenetleyiciye yüklenen ve pic basic ile yazılmış yazılım ile yapılmaktadır.

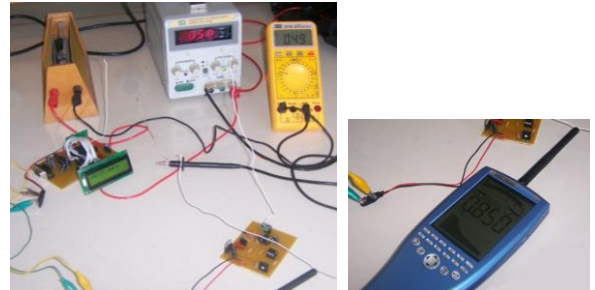
2.3.4. 2x16 LCD

İki satır onaltı sütundan oluşan LCD mikrodenetleyicinin gönderdiği verilerin gösterilmesini sağlar.



Şekil 11: LCD genel görünümü

3. Ölçümlerin Yapılışı ve Deneysel Sonuçları



Şekil 12: Ölçüm düzeneği ve ölçü aleti görünüşü.

Tablo 1: Dört kanaldan alınan örnek sayısal ölçüm değerleri

Akım Değeri (mA)	CH1 (8-Bit)	CH2 (8-Bit)	CH3 (8-Bit)	CH4 (8-Bit)
0	102	110	126	122
100	106	113	129	125
200	109	116	131	130
300	111	120	135	134
400	114	124	139	139
500	118	128	142	142
600	121	132	146	146
700	125	136	149	149
800	128	139	151	152
900	130	142	154	156
1000	135	146	157	161
1100	139	150	161	165
1200	142	154	164	169
1300	144	159	166	173
1400	147	163	170	176
1500	151	167	173	179
1600	155	171	176	187
1700	159	176	179	191
1800	162	180	183	195
1900	165	184	186	200
2000	169	187	189	204

Tablo 2: Farklı akım değerleri için CH3 sensöründen okunan değerler, Ölçü aletiyle okunan değerler ve kalibrasyon sonrası CH3 sensörü için oluşan değerler.

Akım Değeri (mA)	CH3 (8-Bit)	CH3 (mG)	Ölçü Aleti (mG)
0	97	590	590
100	100	594	597
200	104	598	605
300	108	603	615
400	113	609	622
500	116	612	624
600	120	617	627
700	123	620	625
800	129	627	634
900	133	632	629
1000	139	639	631
1100	142	643	646
1200	144	645	645

Tabloda ilk sütunda verilen akım değerleri test düzeneğine verilen akım değerlerini göstermektedir. CH3(Sayısal) sütunundaki değerler manyetik alana karşı gelen sayısal işlenmemiş değerlerdir. Ölçü Aleti(mG) sütunu ölçü aletiyle yapılan ölçüm sonuçlarının ortalama değerleridir. CH3(mG) sütunu da oluşturulan sistemin ölçtüğü ortalama değerleridir.

Sistemin ölçtüğü değerleri hesaplamak için aşağıdaki denklemler kullanılmış ve 16f877 mikrodenetleyicisi bu denkleme göre programlanmıştır.

$$CH3_{mG} = \frac{(mG_{max} - mG_{min})}{(CH3_{max} - CH3_{min})} * (CH3 - CH3_{min}) + mG_{min}$$

$$Y = \frac{(Y_{max} - Y_{min})}{(X_{max} - X_{min})} * (X - X_{min}) + Y_{min}$$

$$Y = (645-590)/(144-97)*(deger-97)+590$$

$$= 65/61*(deger-97)+585$$

Bu denklemdeki değişkenleri açıklarsak,

X : Devrede okunan 8 bit sayısal değerler

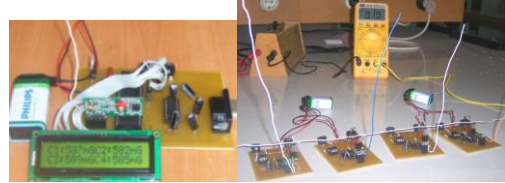
Y : Devremizde okunan mG karşılığı değer

X_{max}: Devrede okunan maksimum 8-bit değer

X_{min}: Devrede okunan minimum 8-bit değer

Y_{max}: Ölçü aletinde okunan maksimum değer

Y_{min} : Ölçü aletinde okunan minimum değer



Şekil 13: Dörtlü sistemin örnek ölçüm düzeneği görünüşü

4. Sonuç

Ölçüm sonuçları gözden geçirildiğinde, akım geçen iletken üzerindeki akım değişimiyle oluşan manyetik alan değişimi karşılaştırılmış ve tasarlanmış olduğumuz cihazın yaklaşık 30mA akıma duyarlılığı olduğu görülmüştür. Çünkü 100mA akım aralıklarıyla alınan ölçümlerde ortalama 3-4 kademelik değer değişimi oluşmaktadır. Bu da akıma oranlandığında 25-35mA değerlerine karşılık gelmektedir. Dışarıdan bir etki olmadığı sürece de genelde akım artırıldığında LCD'de görülen değerler sürekli artış göstermektedir. Hatta zil telinin üzeri soyulduğunda alınan ölçümlere dikkat edilirse yaklaşık 25 birimlik bir artış görülmüştür. Çünkü tel üzerindeki kılıf soyulduğunda akım geçen iletken sensöre daha yakın olmaktadır. Milimetreden daha az mesafelerdeki değişikliklerde bile bu kadar değer değişimi, bu ölçümlerin oldukça hassas olduğunu göstermektedir. Mikrodenetleyici için kullanılan program düzenlenerek veya 10 bit ADC kullanılarak daha hassas ölçümler yapmak mümkün olabilir. Daha detaylı bilgi için kaynak [7] incelenebilir.

5. Kaynaklar

- [1] Koşunalp, S., "Gömülü Sistem Tabanlı Kablosuz Haberleşme Uygulaması", ELECO'2010, 2010, s.666-670.
- [2] Datasheetarchive, 2002. İnternet sit., Eriş.Tar: 24.05.2011 <http://www.datasheetarchive.com/UGN3503-datasheet.html>
- [3] Microchip, 2007. 12F675 Datasheet. İnternet Sitesi ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/41190c.pdf Erişim Tar: 02.05.2011
- [4] Udea Elektronik, 2010. İnternet Sitesi. www.udea.com.tr Erişim Tarihi: 15.05.2011.
- [5] Xiong, F., Digital Modulation Techniques, Artech House, Londra, 2006.
- [6] Microchip, 2007. 16F877 Datasheet. İnternet Sitesi ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30292c.pdf Erişim Tar: 02.05.2011
- [7] Armağan, O., "Hall Etki Sensörü Kullanarak, Düşük Değerli Manyetik Alanları Ölçen Telemetrik Sistem Tasarımı", Yüksek Lisans Tezi, 102s, Isparta, 2012.