

SEVİYE VE SICAKLIK KONTROL SİSTEM TASARIMI

S. Sinan GÜLTEKİN

Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Konya
sgultekin@selcuk.edu.tr

Özet

Sıcaklık en sık kullanılan bir ölçme işlemidir ve bir çok endüstriyel tesislerde proses düzeninin tek göstergesidir. Bu tesisler için bazı hallerde sıcaklık kontrolünün kaybedilmesi dikkate değer zararlar ve belki hayat kaybı ile tesis için ciddi hasarlara sebep olabilir.

Endüstride su ve benzeri likitlerin doldurulduğu tanklarda seviye ölçümünün doğru ve güvenilir cihazlarla yapılması hem tanklarda taşmayı, hem de tehlikeli likitlerin, ana prosese yanlışlıkla karışmasının önler. Bu sebeple seviye ölçümlerinin doğru ve titizlikle yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada bir tanktaki sıvının seviye ve sıcaklık kontrolü incelenmiştir. Bunun için bir analog arabirim devresi ve RS 232 portu kullanılarak kontrol yapılmıştır. Tasarımı yapılan devre denenmiş ve istenilen ölçüm amaçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sıcaklık ve Seviye Kontrolü, μ PD 7002, AY3-1015

LEVEL AND HEAT CONTROL SYSTEM DESIGN

Abstract

Temperature measurement is one of the mostly used measurement operations, and in a large number of industrial facilities it is the only indicator of the process order. In these facilities, in some circumstances the loss of temperature control causes notable damages or possible fatal results and serious damages to the facility.

In industry, implementing level detection in tanks filled with water and other liquids using accurate and reliable equipment prevents overflow in tanks and dangerous liquids are prevented to mix up with the main process. Therefore, level detection is required to be done accurately and attentively.

In this study, level and temperature control of liquid in a tank is investigated. The control is implemented using an analog interface and RS 232 port. The designed circuit is tested and desired measurement goals are fulfilled.

Key words: Temperature and level control, μ PD 7002, AY3-1015

1. GİRİŞ

Dünyamızda artık ölçümlerle ilgili sonuçları almak, bunları değerlendirmek ve kontrol etmek bilgisayarlarla ve elektronik devrelerle yapılmaktadır. Bu yolla alınan bilgiler daha hızlı daha kolay ve kıyaslama imkanı getirmektedir. Literatürde bu anlamda hem teoride hemde uygulamada bir çok çalışma söz konusudur.

P.Childs'in 2001 yılında yazdığı ve C. Yalçın'de 2005 yılında çevirisini yaptığı "Sıcaklık Ölçme Yöntemleri" isimli kitabın ana çerçevesi, sıcaklık ölçüm yöntemleri ve belirli sensörlerle ilgili fiziksel olayların tanımlanması ve açıklanmasıdır [1].

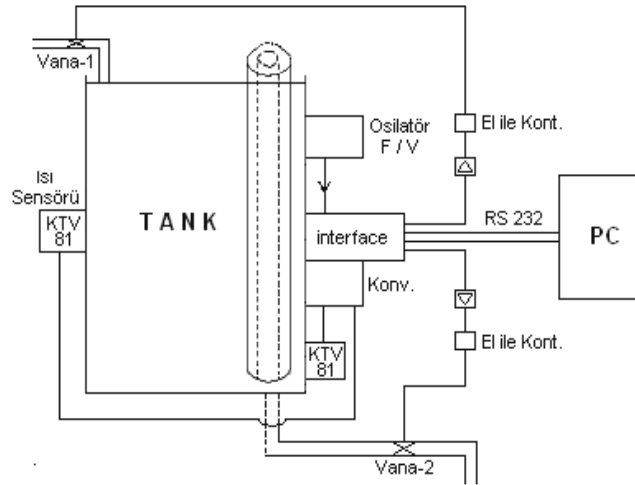
Ocak 2005'de F. Zengin ve arkadaşlarının yaptığı "RF ile Çok Noktadan Kablosuz Sıcaklık Ölçümü" isimli bir çalışmada, prototip bir ürün geliştirilmiştir. Bu sistemde, birden çok ölçüm noktasından gönderilen sıcaklık bilgisi kontrol birimi tarafından alınıp değerler LCD'de gösterilmektedir [2].

www.bilimonline.8k.com. web sitesinde, çevrim tarafından kontrol edilen değişkenlerin gösterilebilmesi için endüstride sık kullanılan ölçümlerin (akış oranı, basınç, sıcaklık, seviye, pH veya iletkenlik v.s.) yapıma teknikleri ve yöntemleri anlatılmıştır [3].

<http://www.yunel.com/turkce/products/brochures/9/1> web sitesinde Otomatik Silo Seviye Ölçer ve Sistem Otomasyonu ile ilgili çözümler ve yöntemler anlatılmıştır [4].

Tüm bu çözüm ve yöntemlere katkıda bulunabilecek bir çalışma bu çalışmada sunulmuş ve diğer çalışmalara benzerliliği yanında, herhangi bir mikroişlemci kullanmadan hem sıcaklığın hem de seviyenin ölçümü ve kontrolü tasarımı yapılan kart ile bilgisayardan kontrolü sağlanmıştır.

Tanktaki sıvı seviyesinin belirlenmesi, bir kondansatör sistemi kullanılarak elde edilen kapasite farkı bir osilatör devresinde frekansa dönüştürülerek frekansa karşılık gelen voltaj değerlerini bir arabirim ile bilgisayara gönderme şeklinde gerçekleştirilmiştir. Isının belirlenmesi ve kontrolü işlemi içinde, bir ısı sensörü kullanılarak kontrol edilmesi gereken ısıya karşılık gelen voltaj değeri yine bir arabirim vasıtasıyla kontrol birimine gönderme şeklinde gerçekleştirilmiştir. Açma ve boşaltma vanası (Vana-1, Vana-2) arabirim programına uygun olarak açılıp kapanmaktadır. Bu işlemler için blok devre şekil-1'de verilmiştir [5].



Şekil 1. Isı ve Seviye Kontrolü Genel Blok Şeması

Şekilde görüldüğü gibi tüm bilgiler bir arabirim'de değerlendirilip RS 232 vasıtasıyla bilgisayara gönderilmektedir [6].

1.1 RS 232 Ölçme ve Kontrol Bilgilerinin Transferi

Bugün tüm bilgisayarlarda RS 232 Portu mevcuttur. RS 232 seri arabirimi bir modemle bilgi aktarılmasında düşünülmüş olmasına rağmen, bugün RS 232 cihazı ile çalışan bir çok cihaz mevcuttur. Örneğin Yazıcı, Ploter, Mouse ve Klavye gibi cihazların bilgisayarla haberleşmesi genelde bu yolla yapılır [6].

Ölçüm ve kontrol için 0'dan 255'e kadar 8 bitlik byte'lar halinde bilgiler mevcuttur. Bunlar;

- *Çözünürlük*; Bir gerilim ölçümünde 8 bitlik çözünürlük ve bir byte yeterlidir. Çözünürlük bir byte'ı geçerse ikinci bir byte kullanılır.
- *Durum Bilgisi*; Her bit bir durum belirtir.
- *Kontrol bilgisi*; RS 232'den alınan byte'lardaki her bit donanım tarafından kontrol amaçlı yorumlanır.
- *Çıktı verme*; Dışarıya bilgi verilir ve bu bilgi gerilime dönüştürülerek çıktı verisi alınır.

1.2 12 Bitlik 4 Kanallı Analog Arabirim (μ PD 7002)

μ PD 7002 çeviricisi 4 kanal girişine sahiptir ve istenen kanalı seçme özelliğidir. 8 veya 12 bit çözünürlükte çalışabilirler. μ PD 7002 elemanı bilgisayarın veri yoluna (BUS) 8 veri hattı, 2 adres hattı ve kontrol hatları olarak bağlanırlar [7].

A/D konverter Dual-Slope metodu ile çalışır. Bu metotta bir integral alıcı, sabit bir T_1 süresinde giriş voltajına gelinceye kadar ölçme voltajına tabi tutulmaktadır. Daha sonra bir referans voltaj verilerek 0'a gelmesi gereken voltaj ölçülür. T_2 , giriş voltajı ile orantılıdır [7].

Bu çalışmada μ PD 7002 çeviricisi ve birbirinden bağımsız alma ve verme bloklarından oluşmuş RS 232 arabirim Alıcı-Verici (AY3-1015) bir arada kullanılmıştır.

1.3 AY3-1015 (UART)

Bir arabirim devresinde bilginin hem alınabilmesi hem de gönderilebilmesi mümkün olmalıdır. Bu yüzden en uygun eleman olan UART (Universal Asenkron Alıcı-Verici) kullanılmaktadır [8]. Bu çalışmada kullanılan AY3-1015 entegresi bilgi giriş ve çıkışları ayrı olduğu için ve tüm parametreleri donanım olarak ayarlanabildiği için bir mikroişlemci olmadan çalışabilmektedir. AY3-1015 birbirinden bağımsız alma ve verme bloklarından oluşmuştur. İki bölümde aynı zamanda bilgi alır ve bilgi verir [8].

Çeviricideki dört kanalın biri seviye, ikisi sıcaklık kontrolü olmak üzere üçü kullanılmıştır. Bununla beraber AY3-1015 devresine gelen dijital bilgi RS 232 vasıtasıyla bilgisayara gönderilmektedir.

2. Sıcaklık Ölçümü

Sıcaklık, gerilim gibi iki nokta arası ölçülen bir büyüklüktür ve ölçme için kullanılan çeşitli öğeler vardır. Bunlar; eksi değerlerden 100 °C'ye kadar dirençli öğeler, 100 – 1000 °C arası metal ısı çiftler, 1000 – 1500 °C arası asal metalli ısı çiftler v.b. [9].

Isıl çiftler ısıl elektriksel bir öğedir ve iki uç arasında bir ısı elektrik motor kuvveti biçiminde aşağıdaki gibi verilir.

$$V = \int_0^L K \text{grad} T d\vec{l} \quad (1)$$

Burada K ; seeback katsayısı, T ; Sıcaklık, \vec{l} ; İletkenin birim uzunluk vektörüdür. Seeback katsayısı K , sıcaklığa bağlıdır. Ancak uygulamadaki sıcaklık farkları için K sabit varsayılabilir. Bu durumda;

$$V = K(T(L) - T(0)) \quad (2)$$

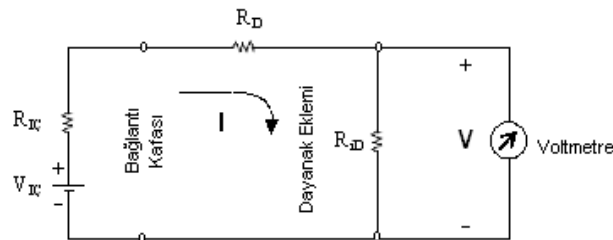
yazılabilir. Üretilen gerilim farklarının ölçülmesi, değişik A ve B metallerinin birer uçlarının birleşmesi esasına dayanır. Bu metallerin seeback katsayıları K_A ve K_B ile gösterilirse ve V_{12} gerilim farkı V_1, V_2 ge ilimleri ile aşağıdaki gibi bulunur.

$$\begin{aligned} V_1 &= K_A (T_1 - T_2) \\ V_2 &= K_B (T_1 - T_2) \\ V_{12} &= T_1 - T_2 = (K_A - K_B)(T_1 - T_2) = K(T_1 - T_2) \end{aligned} \quad (3)$$

ile verilir.

2.1 Isıl Çiftin Elektriksel Eşdeğer Devresi

Isıl çiftin ürettiği ısıl elektriksel gerilimi V_{IC} tel çiftinin toplam direnci R_{IC} , dengeleme kablosunun toplam direnci R_D , milivoltmetrenin iç direnci R_{ID} Şekil-2 için verilmiştir. Üretilen V_{IC} grilimi farklı metaller için literatürde çizelgeler biçiminde verilir. Buna göre farklı ısıl çift bağlantılarının çözümü Şekil-2'deki eşdeğer devreden bulunabilir.



Şekil 2. Isıl çiftin Elektriksel Eşdeğer Devresi

3. Seviye Ölçümü

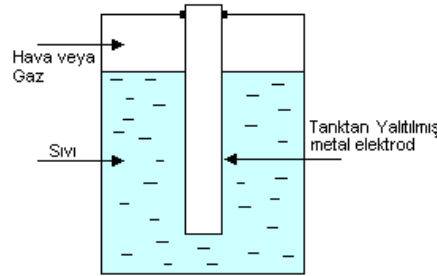
Sıvı seviye ölçümü ve kontrolü, malzemelerin işlenmesi üretilmesi, gerekli su, çözücüler, kimyasal ve diğer sıvılar büyük miktarda kullanılarak endüstride yerini alır. Geniş bir sıvı tankının, sıvı seviyesinin ölçümü için kullanılacak cihazların ve metotların en çok kullanılanları Direk ve Endirek Mekanik Metot, Hava Basıncı ile İşleyen Metot, Ultrasonik Sistem, Nükleer Ölçüm Metodu ve Elektriksel Metot olarak verilebilir [10,11].

3.1 Elektriksel Metot

Değişken kapasite dönüştürücüsü ile sıvı seviyesi ölçümü için çok geniş bir alanda elektriksel metod kullanılır. Basit bir kapasitör dielektrik bir maddenin iki ayrı elektrod plakalarından oluşur. Paralel plakalardan oluşur. Paralel plakalardan oluşan kondansatörün kapasitesi;

$$C = \frac{KA\varepsilon}{d} \quad (4)$$

Burada C; kapasite, K; sabit, A; yüzey alanı, ε ; dielektrik sabiti ve d; iki plaka arası mesafe olarak verilmiştir. Kapasite dönüştürücüsü tanktaki bir sıvının seviyesini ölçmek için kullanılır.



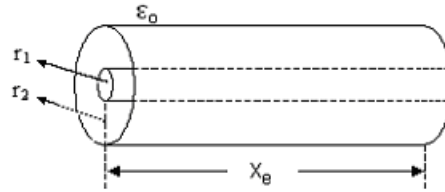
Şekil 3. Kapasite Seviye Ölçüm Cihazının Prensibi

Şekil-3’de görülen metal elektrod, tankın içine daldırılarak yalıtılmıştır. Tank kendi kendine topraklanmış vaziyettedir ve buda plakalardan birini oluşturur. Bu yüzden dönüştürücü, eş merkezli iki metal silindirden ve dielektrik sabiti ile kapasiteden dolayı değişen çeşitli sıvı seviyelerden oluşur. Kapasite dönüştürücüsü whestone köprü devresinin bir koluna bağlıdır ve kapasitedeki değişmeler köprü çıkış voltajını değiştirir. Bundan dolayı köprü çıkış voltajı sıvı seviyesine göre direk olarak kalibre edilebilir [10,11].

Kapasite dönüştürücüleri birkaç milimetreden yüzlerce metreye kadarki seviyeleri ölçmek için kullanılabilir. Bu metotta eğer paslanmaz çelik vb. uygun elektrod kullanılırsa aşındırıcı sıvılar için uygun olur.

3.2 Kapasiteli Seviye Ölçer

Elektriksel çıkış veren ölçerlerden biridir ve Şekil-3’de bir silindrsel kapasite verilmiştir.



Şekil 4. Silindrsel Kapasite

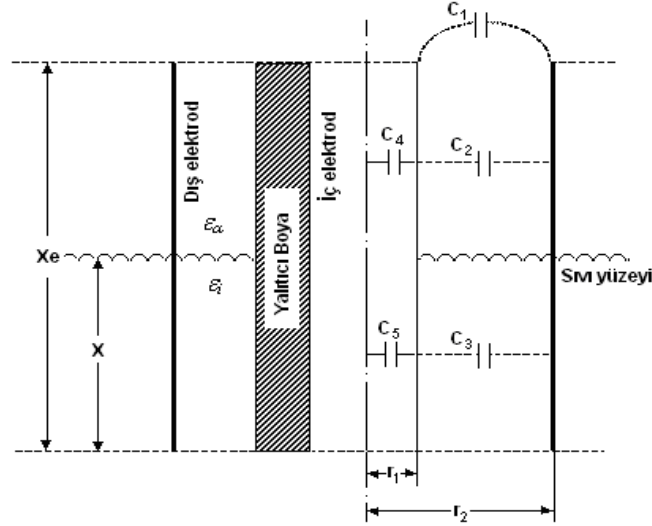
Kapasite değeri;

$$C = \epsilon_0 \epsilon 2\pi \frac{X_e}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (5)$$

Burada X_e ; Kapasitenin uzunluğu (m), ϵ_0 ; boşluğun dielektrik sabiti (Farad/m), ϵ ; ortamın dielektrik sabiti, C; Kapasite (pF) olarak belirtilmiştir.

Şekil-5’de iletkende olabilen sıvıların seviyesini ölçmek için kullanılacak bir kapasite ölçer verilmiştir. Şekil-5’de görüldüğü gibi iç ve dış elektrod arasındaki kapasite C_1 ile, yalıtıcı boya ile dış elektrod arasında sıvı dışındaki kapasite C_2 ile, sıvı

içindeki kapasite C_3 , iç elektrodla yalıtıcı boya arasındaki sıvı dışındaki kapasite C_4 ve sıvı içindeki kapasite C_5 ile gösterilmiştir.



Şekil 5. İletkende olabilen Sıvı İçin Kapasiteli Seviye Ölçer

Sıvı için toplam kapasite C_T , paralel ve seri bağlantıları düşünülerek aşağıdaki gibi bulunur [10,11].

$$C_T = C_1 + \frac{C_2 C_4}{C_2 + C_4} + \frac{C_3 C_5}{C_3 + C_5} \quad (6)$$

Burada sıvı seviyesi X 'e doğrusal bağlı bir eşitlik çıkarabilmek için bir kısım varsayımlar yapmak gerekir. Eğer C_4 ve C_5 'in sonsuz olmaları sağlanırsa denklem-6 aşağıdaki gibi olur.

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 \quad (7)$$

Denklem-5 kullanılarak ve sıvı dışında hava olduğu varsayılarak denklem-7 aşağıdaki gibi düzenlenebilir.

$$C_T = C_1 + 0.241 \frac{X_e - X}{\log \frac{r_2}{r_1}} + 0.241 \frac{X}{\log \frac{r_2}{r_1}} \quad (8)$$

Buna göre toplam kapasite sabiti C_1 kapasitesini ve sıvı seviyesi X 'e doğrusal bağlı, öteki iki kapasite bileşenini içermektedir. Böylece sıvı yüksekliği X , elektriksel kapasiteye dönüştürülmüş olur.

C_4 ve C_5 'in sonsuz olması için yalıtıcı boyanın iç elektrod üzerine çok ince olarak uygulanmış olması gerekmektedir.

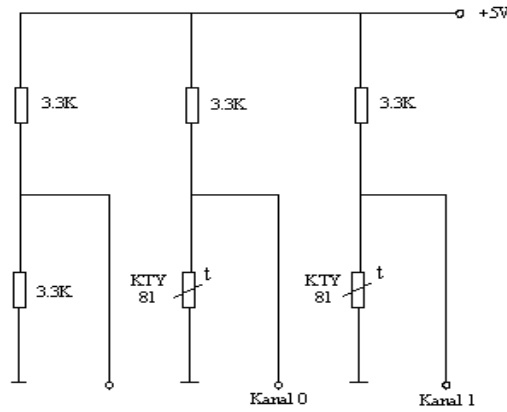
Kapasite değişimi, kapasite köprüsü ile yada osilatör frekansını belirleyen kapasite biçiminde kullanılarak ölçülebilir [12].

4. Isı ve Seviye Ölçümü Hesabı

4.1 Isı Değişikliğinin Ölçümünün Hesabı

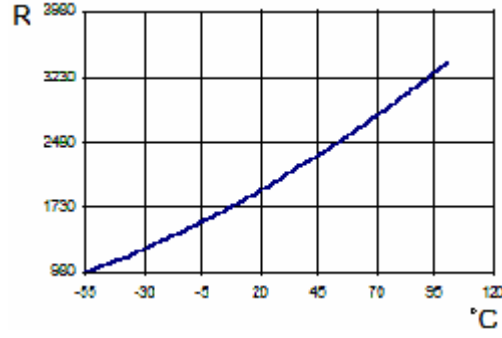
Ölçme için KTY 81 PTC elemanı kullanılmıştır. 12 bit çözünürlüklü D/A ile 0.1 dereceye kadar ölçmek mümkündür. μ PD 7002 DA konvertörü 12 bit çözünürlük modunda çalıştırılmaktadır.

KTY 81'in özelliği, $-55 \pm ^\circ\text{C}$ ---- $980 \ \Omega$
 $25 \pm ^\circ\text{C}$ ---- $2000 \ \Omega$
 $100 \pm ^\circ\text{C}$ ---- $3392 \ \Omega$ olarak verilmiştir.



Şekil 6. İki Kanallı Isı Probu

Şekil-7’de görüldüğü gibi direnç değişimi ikinci dereceye yakın bir fonksiyonla cevap verilmektedir.



Şekil 7. Sıcaklıkla Direncin Değişimi

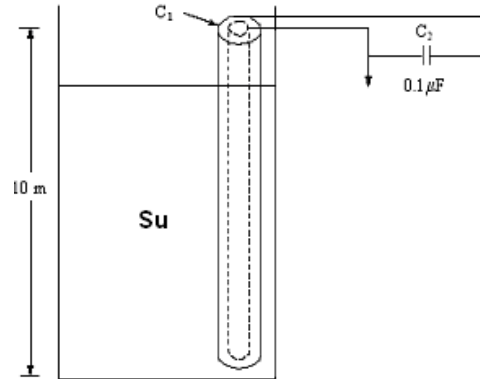
$$R = AT^2 + BT + C$$

A , B ve C hesaplanırsa ve $A = 0.0375$ $B = 13.9$ $C = 1629$ ise,
 $R=0.0375 T^2 + 13.9 T + 1629$ İkinci dereceden denklem için,

$$x^2 + px + q = 0 \text{ dan } x = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}$$

$p = \frac{C}{A}$ ve $q = \frac{Cp}{A}$ dan faydalanarak R’den T’ye (sıcaklığa) dönüşüm olacaktır.

4.2 Seviye Ölçümünün Hesabı



Şekil 8. Kapasiteli Seviye Ölçümü

$$C_T = C_1 + C_{\text{Değişken}} + C_2$$

$$C_2 = 0.1 \mu\text{F}$$

$$C_1 = 10 \text{ nF}$$

$C_{\text{Değişken}}$ boş iken 0, Dolu iken 100 nF olur.

C_T maksimum iken 0.21 μF , C_T minimum iken 0.11 μF olur.

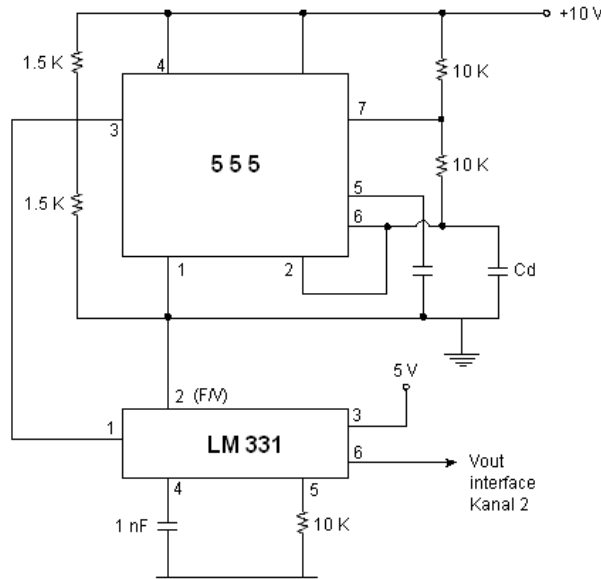
Yukarıdaki hesaplamalar tanktaki sıvının su olduğu varsayılarak yapılmıştır.

C_2 Kondansatörü Osilatör frekansını istenilen bölgeye çekebilmek amacıyla yapılmıştır.

C_1 Sabittir. $C_{\text{Değişken}}$ ise

$$C_{\text{Değişken}} = 0.241 (X_e - X) / (\log r_2 / r_1) = \frac{0.241 X}{\log \frac{r_2}{r_1}} \text{ den hesaplanmıştır.}$$

Burada , $\frac{r_2}{r_1} = 100$, $X_e = 10 \text{ m}$, $X_{\min} = 0$, $X_{\max} = 10 \text{ m}$ olarak alınmıştır.



Şekil 9. Osilatör Devresi

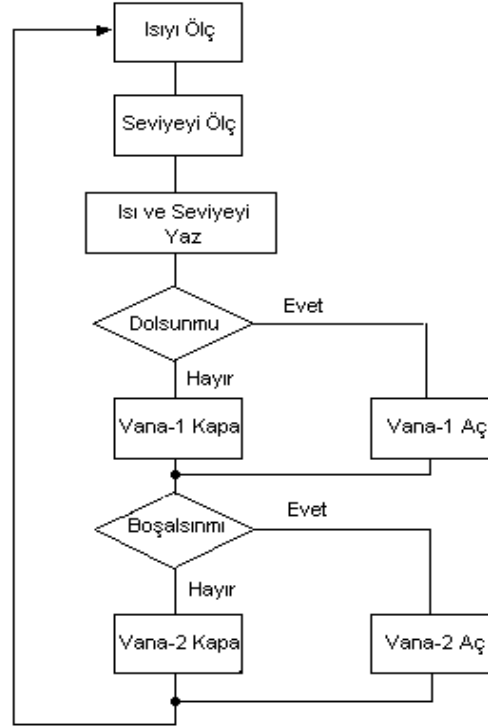
Burada C_d değeri değiştiğinde frekans değişecektir.

$$555 \text{ için } F = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C} \text{ dir.}$$

$R_1 = R_2 = 10\text{K}$ ve X_{\min} için;

$$F = \frac{1.44}{(10 + 2.1)(10^3 \cdot 0.21 \cdot 10^{-6})} = \frac{1.44}{0.63} = 2500 \text{ Hz. Bulunur.}$$

5. Akış Şeması



Seviye ve ısı kontrolü için Basic dilinde yazılan program basit haliyle şöyle izah edilmektedir.

İlk olarak 2 adet KTV 81 sensöründen okunan ve arabirim elemanına aktarılan ısı bilgileri bilgisayarda okunur. Okunan bilgiler hafızaya yazılır. Bilgilerin değerlendirilmesi sonucunda 1. Vananın açılması için gerekli olan şartlar sağlandığı takdirde Vana-1'e bir işaret gönderilerek Vana-1'in açılması sağlanır. Şartlar uygun değilse Vana-1'e işaret gönderilerek Vana-1'in kapatılması sağlanır. Kapalıysa program devam eder. Tankın dolması için gerekli şartlar değerlendirilip sonuçlandırıldıktan sonra, boşaltılması için gerekli şartlar değerlendirilir. Eğer tankın boşalması gerekiyorsa Vana-2'ye bir işaret gönderilerek açılır. Gerekmiyorsa kapatılması için bir işaret gönderilir. Kapalıysa program devam eder ve tekrar programın başına dönerek ısı ve seviye ölçümüne devam eder [5].

5.1 Isı ve Seviye Ölçüm Programı

```
1010 REM ISI ÖLÇÜMÜ
1020 CLS
1030 OPEN "COM1 :1200,N,8,1" AS # 1
1040 FOR N= 0 TO 1
1050 GOSUB 1220
1060 LOCATE 10 + 5*N, 1
1070 PRINT "Isı Kanal" ; N ; "=" ; T ; "GRAD"
1080 PRINT "Seviye" ; S ; "METRE"
1082 NEXT N
1084 PRINT "Kontrol istiyorum 1" : INPUT Z .
1086 IF Z=1 GO TO 2000
1100 REM ÖLÇÜMLER
1110 D = 0
1120 FOR M = 1 TO 50
1130 PRINT # 1, CHR $ (4 + N) ;; REM Başla
1140 PRINT # 1, CHR $ (16) ;; REM 1. Adresi Oku
1150 L=ASC (INPUT $ (1;#1)) ;; REM Lowbyte
1160 PRINT # 1,CHR $ (8) ;; REM Adresi Oku
1170 H=ASC (INPUT $ (1;#1)) : REM Highbyte
1180 A=H*16 + L/16
1190 D=D + A
1200 NEXT M
1210 ORT = D/50 : PRINT "Ortalama"; ORT : REM ORTALAMA
1215 GO TO 1040
1220 REM ÇEVİRME İŞLEMİ
1230 R = 3300*A/(8192-A)
1240 Q = (1629 - R)/.0375
1250 P = 13.9/.0375
1260 T = -P/2 + 1/2*SQR(P^2 - 4*P)
1270 T = INT(10*T + .5)/10
1500 REM SEVİYE ÖLÇÜMÜ
1510 PRINT # 1, CHR $ (6) ;; REM Başla
```

```
1520 PRINT # 1, CHR $ (16) ;; REM Adresi 1. Oku
1530 L = ASC (INPUT $ (1,#1)) : REM Highbyte
1540 PRINT # 1,CHR $ (8) ;; REM Adresi Oku
1550 H=ASC (INPUT $ (1,#1)) : REM Highbyte
1560 A = H*16 + L/16
1570 U = A/4096*2.5 : Çevrim
1580 S = INT((5.4 – U) . 5000)/1000 : REM KISALTMA
1590 RETURN
2000 REM KONTROL KISMI
2010 C = 0 : U = 0
2020 PRINT “Dolsunmu” ;; INPUT C
2030 IF C = 1 THEN PRINT #1, CHŞ (128)
2040 PRINT “Boşalsınmı” ;; INPUT U
2050 IF U = 1 THEN PRINT #, CHŞ (64)
2060 GO TO 1040
```

* Frekans Voltaj Konvertörde, maksimum için 2.5 Volt, minimum için 4.5 Volt olacak şekilde hesaplama yapılmıştır [5].

6. Sonuç

Bu çalışmada RS 232 bulunan her cihazda, haberleşmeyi sağlayacak mümkün olduğu kadar basit bir kart dizayn edilmiştir. Hızı yavaş olmasına rağmen kullanımı çok yaygın olan RS 232, AT cinsi makinelerde denemek için hazırlanmıştır. Kart öyle dizayn edilmiştir ki bilgisayar bilgisi olmayan birisi bile porta RS 232 kartı takıp programı yükleyip istediği ölçümleri veya ayarlamaları yapabilmektedir.

Yapılan denemelerde, ölçüm şekli simülasyon biçimin yapılmış (LED) ve gerçek bir tank uygulamasına sunulmuştur [5].

Kartın daha hızlı ve daha düzenli çalışabilmesi için bir mikroişlemci destekli intelicent interface’de yapılabilir. Dizaynı karmaşıktırmak için ve daha geniş amaçlı kullanabilmek için mikroişlemcisiz bir dizayn yapılması uygun görülmüştür.

Programın GWBASIC’de yazılmasının sebebi daha geniş kullanıcıya hitap edebilmek içindir. Bu sayede piyasada kullanılabilirliği artmış olacaktır. Çok hassas olmayan uzak noktalardan alınan ölçümler ve kontroller için ortaya konan devre çok

olumlu sonuç vermektedir. Çünkü masraf çok düşük olmakta ve uygulaması kolay olmaktadır.

7. Kaynaklar

- [1]. Childs R.N. (Çeviri, Yalçın C.) “Endüstriye Dönük Uygulamalı Sıcaklık Ölçme Yöntemleri”, Bileşim Yayınları-190., Ağustos 2005.
- [2]. Zengin F., Şanlı M., Urhan O. ve Güllü M.K., “RF ile Çok Noktadan Kablosuz Sıcaklık Ölçümü”, Otomasyon Dergisi, Ocak 2005., sayfa. 100-102,
- [3]. <http://www.bilimonline.8k.com/kontrol/kontrol.htm>.
- [4]. <http://www.yunel.com/turkce/products/brochures/9/1>.
- [5]. Gültekin S.S., “Seviye ve Sıcaklık Kontrol Sistem Tasarımı” Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Anabilim dalı Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 1992.
- [6]. <http://www.beyondlogic.org/serial/serial.htm>.
- [7]. Elenka S.M. and Persons A.R., “Standart Instrumentation questions and answer for Production Processes Control, Measuring Systems”, Mc Graw Hill Book Company, Vol.1, New York, 1962.
- [8]. <http://www.wekatronik.com/seri2.asp>.
- [9]. Howard W. Sams Technical Staff (Ed). Instrumentation Training Course, Vol.2. Electronic Instrumentation, Howard W.Sams and Co., Inc., The Babbs-Merrill Co., Inc., New York, USA, 1968.
- [10]. Bayram H., “Elektronik devre elemanları-test yöntemleri devre uygulamaları”, 4. Baskı, Bursa-Eylül, 1999.
- [11]. Collett C.V. and Hope A.D., “Engineering Measurement”, Longman House, England 1986.
- [12]. Aşkar M. ve Ergül R., "Experiments in Electronics-Part I, ODTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümü, Ankara, 1976.