



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Biyomedikal Mühendisliği

BMM 306 BİYOMEDİKAL
ENSTRUMENTASYON LABORATUVARI II
DENEY FÖYÜ

DENEY 2
NTC ile SICAKLIK ANALİZİ

Hazırlayanlar : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet AYDIN

Arş. Gör. Cemil KESKİNOĞLU



Sıcaklık Ölçümü

Amaç:

1. NTC termistör yardımıyla farklı sıcaklık değerlerini görüntülemek
2. LabVIEW ve Arduino haberleşmesini kullanarak kod geliştirmek
3. Hasta başı monitöründeki sıcaklık fonksiyonunun çalışma prensibini anlamak.

Teori:

A. HASTA BAŞI MONİTÖRÜ

Medikal alan geliştikçe bu alan içinde önemli bir yere sahip olan hastabaşı monitörleri de bu gelişime ayak uydurmuştur. Hasta bakım ve takibinde devamlı EKG, kalp atımı, oksijen saturasyonu, basınç, ısı gibi parametreleri izlemenin önemli olduğu pek çok klinik durum vardır. Anestetik ilaçların verilmesi sırasında EKG'nin devamlı izlenmesi ve operasyon masasındaki hastanın durumu hakkında bilgi sahibi olunur. EKG ve kalp atımının miyokard enfaktüsü geçirmiş hastada sürekli izlenmesi ile başlangıç krizini izleyen günlerde yaşamı tehdit edebilecek aritmiler erken fark edilerek ölüme yol açabilecek durumların önüne geçilebilir. Doğum sırasında da fetal kalp atımlarının devamlı izlenmesi ve fetal distresinin erken dönemde fark edilmesi mümkün olur. Monitör sistemleri, toplu medikal işlemlerde, toplu cerrahi işlemlerde, operasyon odalarının yoğun bakımlarında, pediatrik toplum işlemlerinde, solunum toplu işlemlerinde, özel işlem odalarında, kalp toplu işlemlerinde, rehabilitasyon merkezlerinde, doğum merkezlerinde, atletik yükleme testlerinde kullanılmaktadır. Hasta başı monitörleri; çeşitli sistemlerle birleştirilerek bir gözetmen tarafından rahatça izlenebilmesi için merkezi monitör sistemlerine bağlanır. Eğer hastalardan birinin parametre değerleri normalin dışına çıkarsa bu sistemler alarm vererek gözetmeni uyarırlar. Hasta başı monitörlerle EKG, kalp hızı, aritmiler, solunum, oksijen saturasyonu, vücut sıcaklığı vb. birçok parametre ölçülebilir. Biz bu parametrelerden sıcaklık parametresinin ölçümü ile ilgileneceğiz.



B. VÜCUT SICAKLIĞININ ÖLÇÜLMESİNDE KULLANILAN TRANSDUCERLER

Çoğu fiziksel işlemler sıcaklıktan etkilenirler. Bu yüzden sıcaklık ölçümleri ya da sıcaklık kompanzasyonları her türlü ölçme ve kontrolün yapıldığı yerlerde büyük önem taşır. Tıpta genel olarak:

1. TERMOREZİSTİF DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

Termorezistif dönüştürücülerin en önemli elemanı ‘Termistör’ lerdir. Termistörler, ısıdaki değişme ile tahmin edilebilir tarzda değer değiştirmek için dizayn olunan rezistörlerdir. Termistörlerin (seramik yarıiletkenlerin) sıcaklık sabiti malzemedeki karışıma göre pozitif (PTC) veya negatif (NTC) olabilir ve bu sabitin sıcaklıkla değişimi oldukça nonlineerdir. Termistörlerin sıcaklık sabitleri oldukça yüksek (metallere göre 10 misli daha fazla) olduğundan biyomedikal sıcaklık ölçüm elemanı olarak daha çok kullanılırlar. Tek tip kristal yapılı, katkılı yarıiletkenlerin (genelde silisyum) sıcaklık katsayıları pozitifdir ve küçüktür. Termistörlerin diğer avantajlı yanları küçük boyutlarda uzun süre kararlı oluşlarıdır. Termistörlerin direnç ve sıcaklık katsayıları olarak, genelde 25 ° C’deki değerleri verilir. NTC ve PTC tipi termistörler ve özelliklerinden bir sonraki bölümde bahsedilecektir.

2. TERMOELEKTRİK DÖNÜŞTÜRÜCÜLER

Aktif dönüştürücüler sınıfına girer, temel eleman olarak ‘Termocouple’ kullanılır. Termocouple, iki farklı metalin (örneğin demir ile bakır gibi) birleşme noktasında (jonksiyonda) sıcaklığa bağlı olarak bir potansiyel farkının elde edilmesi prensibine göre çalışır.

3. PN JONKSİYON TERMOMETRELER

PN jonksiyonu (germanyum, silisyum veya galyum- arsenit) sabit bir akım kaynağı ile sürüldüklerinde iletim yönünde kutuplanmış olarak uçlarındaki gerilim düşümü, geniş bir sıcaklık bölgesinde sıcaklıkla oldukça lineer bir şekilde değişir ve iki sıcaklık noktasında yapılacak kalibrasyon ile bu tip termometreler oldukça geniş bir sıcaklık bölgesinde (-270 ° C ile +100 ° C arasında) güvenilir bir şekilde kullanılabilir. PN jonksiyonun sıcaklık gerilim karakteristiğini çıkarabilmek için akım- gerilim bağlantısını incelemek gerekir ki, bu bağlantı, $I = I_0 \times \exp(qV/2kT)$ biçimindedir.

4. FREKANS DEĞİŞİMLİ TERMOMETRELER

Şimdiye kadar anlatılan sıcaklık dönüştürücüleri ancak bir analog- digital çevirici ile birlikte kullanıldıklarında sayısal çıkış verebilmektedir. Frekans değişimli termometrelerde ise, gerçek digital dönüştürme işlemi olmadan, daha kolay bir şekilde sıcaklık bilgisi sayısal şekle dönüştürülebilmektedir. Çünkü bu tip termometrelerin çıkışlarındaki işaret, frekansın sıcaklıkla orantılı olarak değişmesi ile değişir ve bunlar analog- digital çevirici kullanmaya gerek kalmadan sayısal şekle çevrilebilirler. Bu tip dönüştürücülerin işaret üreten kısımlarında (osilatörlerinde) ya değeri sıcaklıkla değişen bir kondansatör ya da rezonans frekansı sıcaklıkla değişen bir kristal bulunur.

C. TERMİSTÖR

Birçok maddenin elektriksel direnci sıcaklıkla değişmektedir. Sıcaklığa karşı hassas olan maddeler kullanılarak sıcaklık kontrolü ve sıcaklık ölçümü yapılır. Eğer bir sensör sıcaklık etkisi ile iç direncinde değişiklik oluyorsa bu sensöre termistor denir.

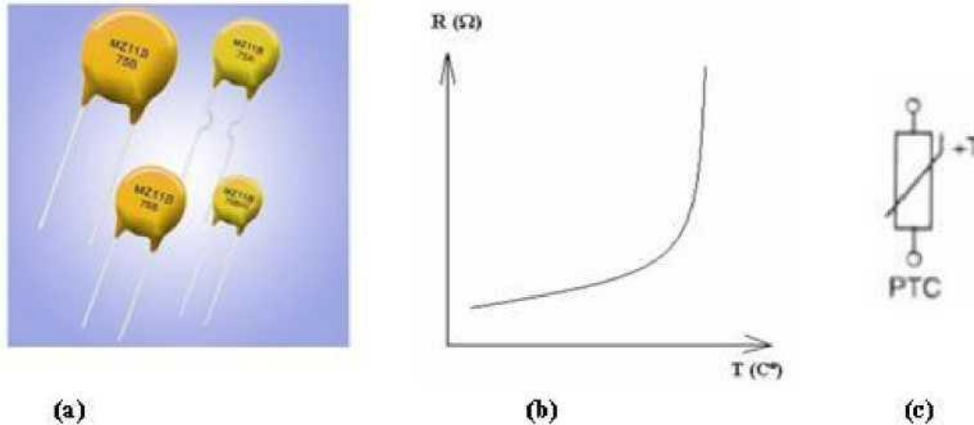
Yapısı

Termistörler genellikle yarı iletken malzemelerden imal edilmektedir. Termistor yapımında çoğunlukla oksitlenmiş manganez, nikel, bakır veya kobaltın karışımı kullanılır.

Çeşitleri

Termistörler ikiye ayrılır sıcaklıkla direnci artan termistöre PTC, sıcaklıkla direnci azalan termistöre ise NTC denir.

PTC

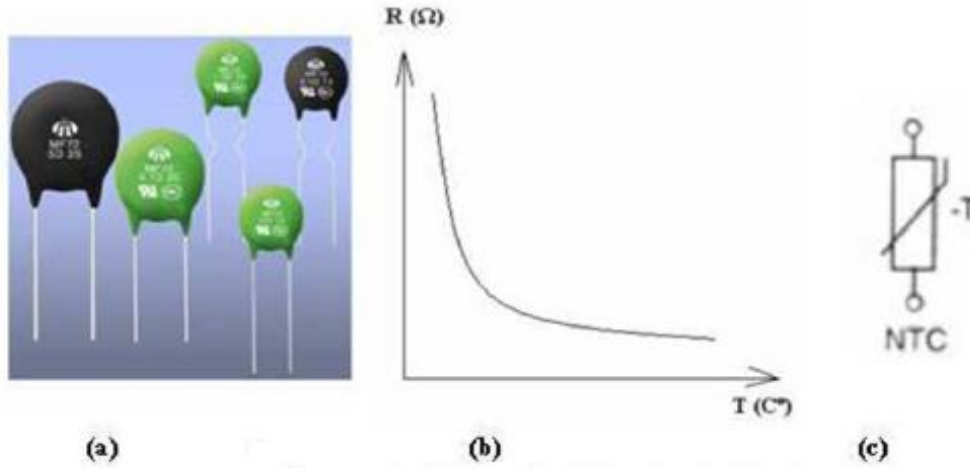


Şekil.1 (a) Çeşitli PTC'ler (b) Karakteristiği (c) Sembolü

Bulunduğu ortamın veya temas ettiği yüzeyin sıcaklığı arttıkça elektriksel direnci artan devre elemanıdır. PTC'ler - 60 °C ile +150 °C arasındaki sıcaklıklar da kararlı bir şekilde çalışır ve 0,1°C'ye kadar duyarlılıkta olanları vardır. Daha çok elektrik motorlarını fazla ısınmaya karşı korumak için tasarlanan devrelerinde kullanılır. Ayrıca sıcaklık seviyesinin belirli bir değer aralığında tutulması gereken tüm işlemlerde kullanılabilir.

NTC

Bulunduğu ortamın veya temas ettiği yüzeyin sıcaklığı arttıkça elektriksel direnci azalan devre elemanıdır. NTC'ler - 300 C° ile +50 C° arasındaki sıcaklıklarda kararlı bir şekilde çalışırlar. 0.1 C°'ye kadar duyarlılıkta olanları vardır. Daha çok elektronik termometrelerde, arabaların radyatörlerinde, amplifikatörlerin çıkış güç katlarında, sıcaklık denetimli havyalarda ve yeni doğan bebeklerin cilt sıcaklığını ölçen termometrelerde kullanılırlar. PTC'lere göre kullanım alanları daha fazladır.



Şekil.2 (a) Çeşitli NTC'ler (b)Karakteristiği (c)Sembolü

Aşağıda NTC termistörün farklı sıcaklıklarda direnç değerini hesaplayan denklem bulunmaktadır. Denkleme bakılırsa direnç değerinin sıcaklıkla değişimi doğrusal olmayıp logaritmik olduğu anlaşılır.

$$R_2 = R_1 \cdot e^{\left(\frac{B}{T_2} - \frac{B}{T_1}\right)}$$



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Biyomedikal Mühendisliği



Deney 2

NTC ile Sıcaklık Analizi

R_2 : T_2 (Kelvin birimiyle) sıcaklığındaki direnç değeri,

R_1 : T_1 (Kelvin birimiyle) sıcaklığındaki direnç değeri

e : 2.718 (eksponansiyel)

B : Karakteristik Sıcaklık (= 3977 Kelvin).

$^{\circ}K = ^{\circ}C + 273$

Doğruluk, çözünürlük, doğrusallık ve sıcaklık aralığı tasarım için önemli hususlardır. Tasarımlarda $0.5^{\circ}C$ çözünürlük oldukça yeterli olmasına rağmen, biyomedikal ölçümlerde, $0.1^{\circ}C$ 'lik bir çözünürlük, istenilen bir değerdir.

NTC Thermistors, Radial Leaded, Standard Precision



FEATURES

- Accuracy over a wide temperature range
- High stability over a long life
- Excellent price/performance ratio
- RoHS compliant, available with or without exemption
- UL recognized, file E148885
- Mounting: radial
- Material categorization: for definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912


RoHS
COMPLIANT

APPLICATIONS

- Temperature measurement, compensation, sensing and control in consumer and industrial applications

DESCRIPTION

These thermistors have a negative temperature coefficient. The part consists of a NTC chip, soldered between two tin plated copper wires. It has a gray base coating and is color band coded. The coating has no specified insulation properties.

PACKAGING

The thermistors are packed in bulk or tape on reel; see part numbers and relevant packaging quantities.

DESIGN-IN SUPPORT

For complete Curve Computation, visit:
www.vishay.com/thermistors/ntc-curve-list/

MARKING

The thermistors are marked with colored bands; see dimensions drawing and “Electrical data and ordering information”.

MOUNTING

By soldering in any position.
Not intended for potted applications.

QUICK REFERENCE DATA		
PARAMETER	VALUE	UNIT
Resistance value at 25 °C	3.3 to 470K	Ω
Tolerance on R_{25} -value	± 2; ± 3; ± 5	%
$B_{25/85}$ -value	2880 to 4570	K
Tolerance on $B_{25/85}$ -value	± 0.5 to ± 3	%
Operating temperature range:		
At zero power dissipation; continuously	-40 to +125	°C
At zero power dissipation; for short periods	≤ 150	
Response time (in oil)	≈ 1.2	s
Thermal time constant τ (for information only)	15	s
Dissipation factor δ (for information only)	7 8.5 (for R_{25} -value ≤ 680 Ω)	mW/K
Maximum power dissipation at 55 °C	500	mW
Climatic category (LCT / UCT / days)	40 / 125 / 56	-
Weight	≈ 0.3	g

ELECTRICAL DATA AND ORDERING INFORMATION									
R_{25} (Ω)	R_{25} -TOL. (± %)	$B_{25/85}$ (K)	$B_{25/85}$ -TOL. (± %)	UL RECOGNIZED (Y/N)	SAP MATERIAL NUMBER NTCLE100E3....B0/T1/T2 RoHS COMPLIANT WITH EXEMPTIONS ⁽¹⁾	SAP MATERIAL NUMBER NTCLE100E3....B0A/T1A/T2A RoHS COMPLIANT WITHOUT EXEMPTIONS ⁽¹⁾	COLOR CODE ⁽²⁾		
							I	II	III
3.3	2, 3, 5	2880	3	N	338*B0	338*B0A	Orange	Orange	Gold
4.7	2, 3, 5	2880	3	N	478*B0	478*B0A	Yellow	Violet	Gold
6.8	2, 3, 5	2880	3	N	688*B0	688*B0A	Blue	Grey	Gold
10	2, 3, 5	2990	3	N	109*B0	109*B0A	Brown	Black	Black
15	2, 3, 5	3041	3	N	159*B0	159*B0A	Brown	Green	Black
22	2, 3, 5	3136	3	N	229*B0	229*B0A	Red	Red	Black
33	2, 3, 5	3390	3	Y	339*B0	339*B0A	Orange	Orange	Black
47	2, 3, 5	3390	3	Y	479*B0	479*B0A	Yellow	Violet	Black
68	2, 3, 5	3390	3	Y	689*B0	689*B0A	Blue	Grey	Black
100	2, 3, 5	3560	1.5	Y	101*B0	101*B0A	Brown	Black	Brown
150	2, 3, 5	3560	1.5	Y	151*B0	151*B0A	Brown	Green	Brown
220	2, 3, 5	3560	1.5	Y	221*B0	221*B0A	Red	Red	Brown

For complete Curve Computation, visit: www.vishay.com/thermistors/ntc-curve-list/Kullanılan
termistör

RESISTANCE VALUES AT INTERMEDIATE TEMPERATURES WITH R_{25} AT (2.2, 2.7, 3.3, 4.7, 5.0, 6.3, 10) k Ω									
T_{OPER} (°C)	PART NUMBER NTCLE100E322***	PART NUMBER NTCLE100E3272***	PART NUMBER NTCLE100E3332***	PART NUMBER NTCLE100E3472***	PART NUMBER NTCLE100E3502***	PART NUMBER NTCLE100E3682***	PART NUMBER NTCLE100E3103***	TCR (%/K)	$\Delta R/R$ DUE TO $B_{tol.}$ (%)
	R_T (Ω)	R_T (Ω)	R_T (Ω)	R_T (Ω)	R_T (Ω)	R_T (Ω)	R_T (Ω)		
-40	73 061	89 665	109 591	156 084	166 047	225 824	332 094	-6.62	2.79
-35	52 778	64 773	79 167	112 753	119 950	163 132	239 900	-6.39	2.52
-30	38 544	47 304	57 816	82 344	87 600	119 136	175 200	-6.18	2.26
-25	28 443	34 907	42 665	60 765	64 643	87 915	129 287	-5.98	2.02
-20	21 199	26 017	31 798	45 288	48 179	65 524	96 358	-5.78	1.78
-15	15 950	19 575	23 925	34 075	36 250	49 300	72 500	-5.60	1.55
-10	12 110	14 862	18 165	25 872	27 523	37 431	55 046	-5.42	1.33
-5	9275	11 382	13 912	19 814	21 078	28 667	42 157	-5.25	1.12
0	7162	8790	10 743	15 300	16 277	22 137	32 554	-5.09	0.92
5	5574	6841	8362	11 909	12 669	17 230	25 339	-4.93	0.72
10	4372	5365	6558	9340	9936	13 513	19 872	-4.79	0.53
15	3454	4239	5180	7378	7849	10 675	15 698	-4.64	0.35
20	2747	3372	4121	5869	6244	8492	12 488	-4.51	0.17
25	2200	2700	3300	4700	5000	6800	10 000	-4.38	0.00
30	1773	2176	2659	3788	4030	5480	8059	-4.25	0.17
35	1438	1764	2156	3071	3267	4444	6535	-4.13	0.32
40	1173	1439	1759	2505	2665	3624	5330	-4.02	0.48
45	961.8	1180	1443	2055	2186	2973	4372	-3.91	0.63
50	793.2	973.4	1190	1694	1803	2452	3605	-3.80	0.77
55	657.5	806.9	986.3	1405	1494	2032	2989	-3.70	0.91
60	547.8	672.3	821.7	1170	1245	1693	2490	-3.60	1.05
65	458.6	562.8	687.9	979.7	1042	1417	2084	-3.51	1.18
70	385.7	473.3	578.5	823.9	876.5	1192	1753	-3.42	1.31
75	325.8	399.8	488.7	696.0	740.5	1007	1481	-3.33	1.44
80	276.4	339.2	414.6	590.5	628.2	854.3	1256	-3.25	1.56
85	235.5	289.0	353.2	503.0	535.2	727.8	1070	-3.17	1.68
90	201.4	247.2	302.1	430.2	457.7	622.5	915.4	-3.09	1.79
95	172.9	212.2	259.4	369.4	393.0	534.5	786.0	-3.01	1.90
100	149.0	182.9	223.5	318.3	338.6	460.6	677.3	-2.94	2.01
105	128.9	158.2	193.3	275.3	292.9	398.3	585.7	-2.87	2.12
110	111.8	137.2	167.7	238.9	254.2	345.7	508.3	-2.80	2.22
115	97.37	119.5	146.1	208.0	221.3	301.0	442.6	-2.74	2.32
120	85.05	104.4	127.6	181.7	193.3	262.9	386.6	-2.67	2.42
125	74.52	91.46	111.8	159.2	169.4	230.3	338.7	-2.61	2.51
130	65.49	80.38	98.24	139.9	148.8	202.4	297.7	-2.55	2.61
135	57.72	70.84	86.59	123.3	131.2	178.4	262.4	-2.50	2.70
140	51.02	62.62	76.53	109.0	116.0	157.7	231.9	-2.44	2.78
145	45.22	55.49	67.83	96.60	102.8	139.8	205.5	-2.39	2.87
150	40.18	49.31	60.27	85.84	91.32	124.2	182.6	-2.34	2.96



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Biyomedikal Mühendisliği



İsim-Soyisim:

Numara:

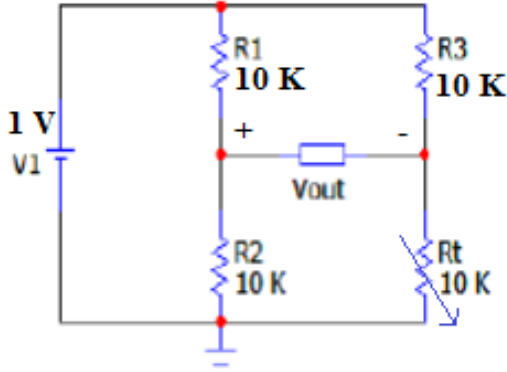
Grup No:

İmza:

Deney 2

NTC ile Sıcaklık Analizi

Ön Hazırlık Çalışması:



Yukarıdaki devrede R_t termistör direncini temsil etmektedir. Bu devrede kullanılan termistörün hangi tip termistör olduğu bilinmemektedir. Buna göre:

- Bu termistör $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık değerinde 4.4 k ve $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık değerinde 2.5 k direnç değerini göstermektedir. Buna göre her iki sıcaklık için devrenin çıkış gerilimini hesaplayınız.
- Bu iki sıcaklık değerine göre oluşan grafiği çiziniz. Bu çizdiğiniz grafiğe göre termistörün hangi tip termistör olduğunu belirtiniz.
- Deneyde kullanılan termistör NTCLE100E3103 olduğuna göre bu termistörün ölçüm aralığının kaç $^{\circ}\text{C}$ olduğunu datasheet e bakarak belirtiniz.



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Biyomedikal Mühendisliği



Deney 2

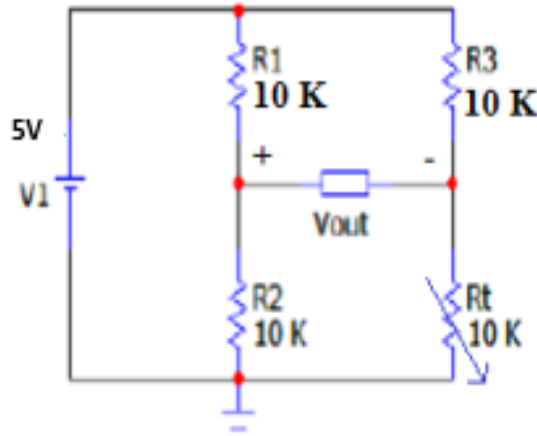
NTC ile Sıcaklık Analizi

Gerekli Malzemeler:

1. 3 Adet 10 K direnç
2. 1 adet 10 K NTC termistör
3. Arduino Uno kartı ve USB kablosu
4. 1 Adet Breadboard

Deney Aşamaları:

1. Aşağıdaki devreyi breadboarda kurunuz:

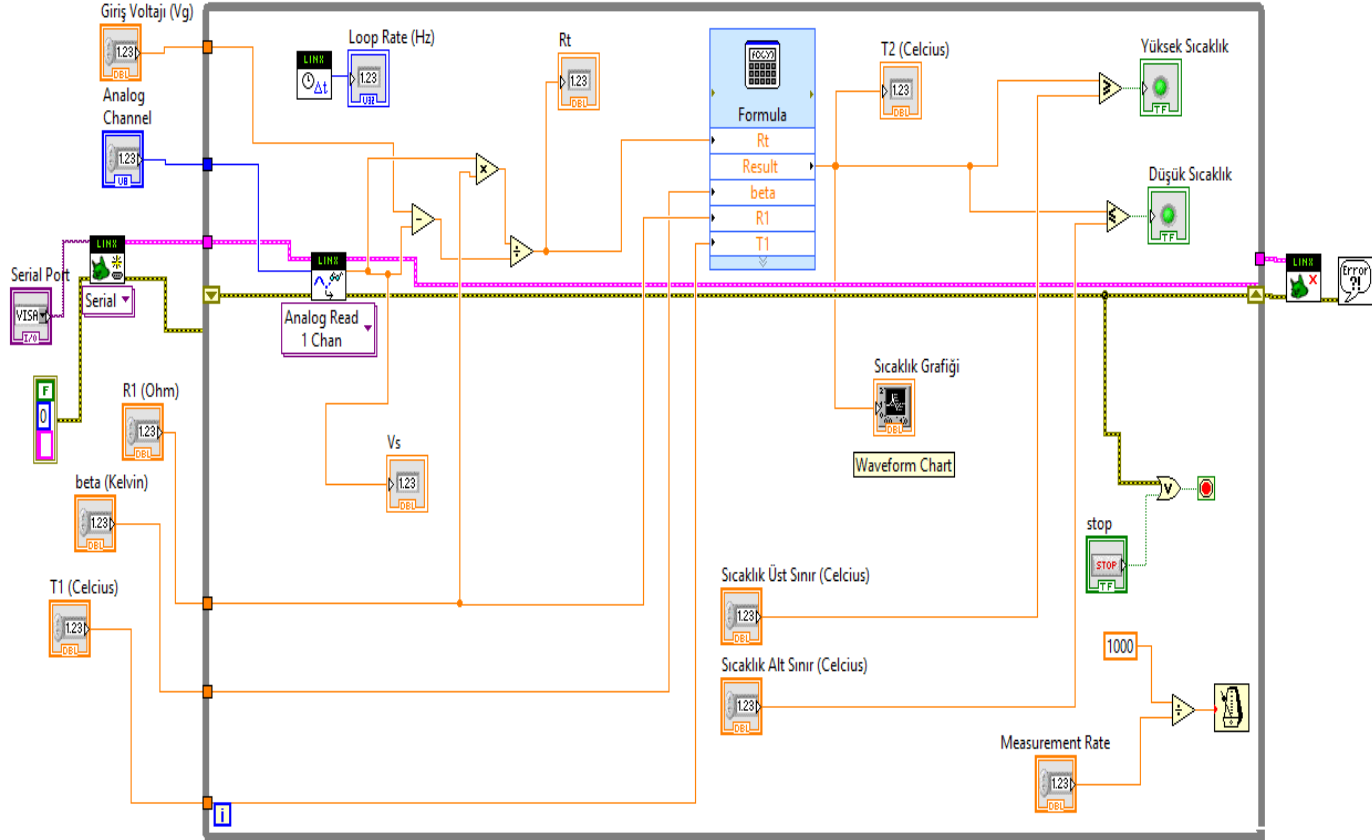


Rt NTC termistörünün direnci olup ve sıcaklığa bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Termistörün 25 °C'deki direnç değeri 10 K'dır.

2. USB kablosu ile Arduino yu bilgisayara bağlayınız. Daha sonra COM u kontrol ediniz.
3. LabVIEW ve Arduino haberleşmesini yapınız (LabVIEW → Tools → MakerHub → LINX → LINX Firmware Wizard).
4. Termistörün gerilim değerini görmek üzere termistör üzerinden bağlantı kablosu aracılığıyla Arduino üzerinde bulunan analog girişlerden birine bağlantı yapınız (A0,A1,A2,A3,A4 veya A5 girişlerinden birini seçebilirsiniz).

NOT: Daha sonra bu analog girişi oluşturduğunuz LabVIEW kod bloğunda Analog Read operatörü girişinde bulunan Analog Channel elemanı ile seçeceksiniz.

5. Devrede gerekli olan 5V ve Ground bağlantılarını Arduino üzerinden sağlayınız.



6. LabVIEW programını açıp, aşağıdaki adımları gerçekleştiriniz.

- Öncelikle blok diyagramda yukarıdakine benzer şekilde tasarınızı gerçekleştiriniz (Bir sonraki sayfada yer alan tasarım adımları başlığına bakınız.).
- Çiziminizi gerçekleştirdikten sonra gerekli kontrol elemanları yardımıyla deney için gerekli olan parametrelerin girişini ön panelden gerçekleştiriniz.
- Parametre değerleri olarak programın çalışabilirliğini görebileceğiniz birer sıcaklık üst sınırı ve sıcaklık alt sınırı giriniz. Diğer gerekli giriş parametrelerini de devreniz için gerekli olacak şekilde girebilirsiniz.
- Serial Port ve Analog Channel 1 programınıza ve devre tasarımınıza uygun olarak seçiniz.
- Son olarak da Run butonuna basarak programınızı çalıştırınız.



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Biyomedikal Mühendisliği



Deney 2

NTC ile Sıcaklık Analizi

Tasarım Adımları:

1. Giriş voltajı, R1, beta ve T1 girişleri için nümerik kontrol elemanı kullanınız.
2. Open bloğunda serial port ve error in bağlantılarını gerçekleştiriniz.
3. Frekans değerini görebilmek için Loop Frequency operatörünü ekleyin.
4. Sıcaklık değerini okumak için Analog Read operatörünü kullanınız.
5. Open bloğu ve Analog Read arasında veri akışı sağlayabilmek için resource bağlantılarını gerçekleştiriniz.
6. Error bağlantısını gerçekleştiriniz.
7. Gelen analog voltaj değerini gerekli işlemleri yaparak termistör üzerinde oluşacak direnci hesaplamaya yarayacak bağlantıları yapınız.
8. Formula elemanını kullanarak hesapladığınız Rt değeri yardımıyla termistörde görünecek değeri hesaplayınız. (Föy sonundaki resimlerden bakınız.)
9. Termistörün sıcaklık zaman grafiğini Waveform Chart kullanarak çizdiriniz.
10. Formula sonucunda çıktı olarak aldığınız sıcaklık değerini belirlenen sıcaklık üst ve sıcaklık alt sınırı ile karşılaştırınız ve bu değerlerin dışına çıkıldığında LED ile görsel uyarı veriniz (Yüksek sıcaklık değerinde kırmızı led, düşük sıcaklık değerinde mavi led ile uyarı veriniz.).
11. Daha önceki derslerde anlatılan zaman gecikmesi elemanlarını kullanarak saniyede kaç örnek alınacağını belirleyen kod bloğunu oluşturunuz.
12. Stop butonuna basıldığında veya belli bir hata sonucunda programın durmasını sağlayınız (Bunun için OR operatörünü kullanabilirsiniz.).
13. Yazdığınız adımları sonlandırmak için Close bloğunu kullanınız.
14. Kodunuzu kontrol edip çalıştığından emin olunuz.



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Biyomedikal Mühendisliği



Deney 2

NTC ile Sıcaklık Analizi

Ölçümler:

1. Termistör 1. Kişinin işaret parmağında iken direnç değerini multimetre ile ölçüp aşağıdaki tablonun ilk satırına yazınız. **Direnç ölçerken termistörün bir bacağını devreden çıkarmayı unutmayınız.**
2. Datasheete bakarak ölçtüğünüz bu direnç değerine karşılık gelen sıcaklık aralığını tablonun ikinci satırına yazınız.
3. Multimetrenin thermocouple aparatını alarak multimetreye doğru bir şekilde takınız. Multimetrenin sıcaklık bölümüne gelerek her üç durumun sıcaklığını ölçünüz ve üçüncü satıra kaydediniz.
4. Termistörün çıkardığınız bacağını tekrar devreye bağlayıp her üç durum için Vs değerini multimetre ile ölçünüz ve altıncı satıra yazınız.
5. Aynı ölçümleri LabVIEW ile de yapınız ve değerleri kaydediniz.
6. Multimetre ile ölçtüğünüz Vs değerini kullanarak Rt değerini hesaplayıp tabloya kaydediniz ve ölçtüğünüz direnç değeri ile karşılaştırınız.
7. Hesapladığınız bu direnç değerlerine karşılık gelen sıcaklık aralığını tablonun son satırına yazıp ilk aralıklarla karşılaştırınız.
8. Daha sonra aynı işlemleri 2. Kişinin işaret parmağı içinde tekrarlayınız.
9. Tüm sonuçları rapor kısmındaki tabloya kaydediniz.



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Biyomedikal Mühendisliği

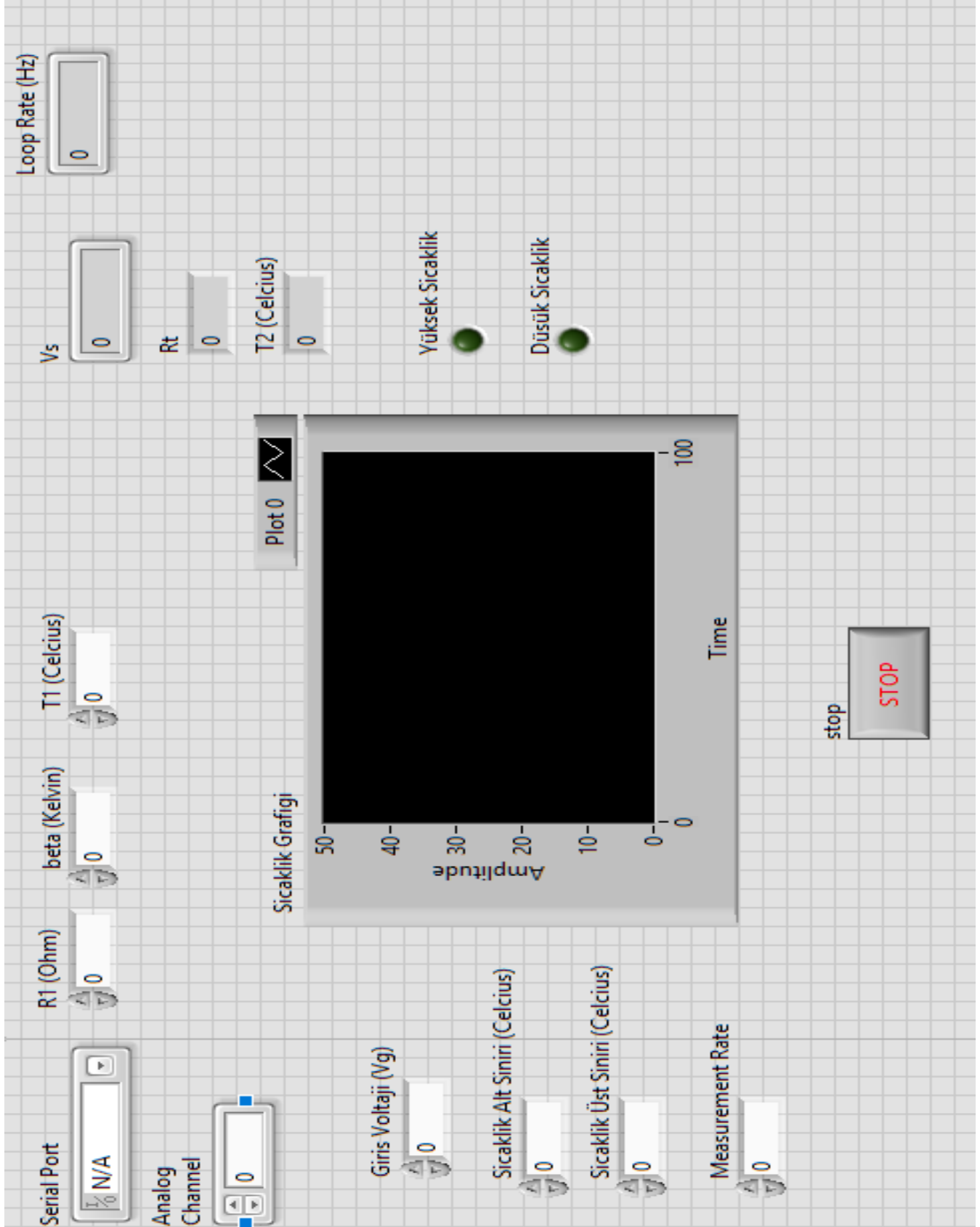


Deney 2

NTC ile Sıcaklık Analizi

10. Termistörün Sıcaklık - Direnç Karakteristik grafiğini çiziniz. Grafiği çizerken direnç değeri olarak her üç durumda multimetre ile ölçtüğünüz direnç değerlerini alırken, sıcaklık olarak ise yine her üç durumda o direnç değerlerine karşılık gelen thermocouple ile ölçtüğünüz sıcaklık değerlerini alınız ve rapor kısmında Sıcaklık - Direnç grafiğini çiziniz.

11. Termistörün Sıcaklık – Volt arasındaki ilişkiyi veren grafiği çiziniz. Grafiği çizerken gerilim değeri olarak her üç durumda multimetre ile devrede ölçtüğünüz gerilim değerlerini alırken, sıcaklık olarak ise yine her üç durumda o gerilim değerlerine karşılık gelen thermocouple ile ölçtüğünüz sıcaklık değerlerini alınız ve rapor kısmında Sıcaklık - Volt grafiğini çiziniz.





Çukurova Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Biyomedikal Mühendisliği



Deney 2

NTC ile Sıcaklık Analizi

Configure Formula

(1185146/((T1+273)*ln(Rt/R1)+beta))-273

Input	Label
X1	Rt
X2	beta
X3	R1
X4	T1
X5	X5
X6	X6
X7	X7
X8	X8

Home Backspace Clear End

e ** log ln mod min
Pi sqrt log2 exp rem max

7 8 9 / sin abs
4 5 6 * cos int
1 2 3 - tan sign
0 . E + ()

More Functions

OK Cancel Help



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Biyomedikal Mühendisliği



İsim-Soyisim:

Numara:

Grup No:

İmza:

Deney 2

NTC ile Sıcaklık Analizi

RAPOR

<u>Ölçümler</u>	<u>1. Kişi İşaret Parmağı</u>	<u>2. Kişi İşaret Parmağı</u>
<u>Direnç Değeri(Multimetre)</u>		
<u>Datasheette Direnç Karşılık Gelen Sıcaklık Aralığı</u>		
<u>Thermocouple ile Ölçülen Sıcaklık Değeri</u>		
<u>LabVIEW ile Görülen Sıcaklık Değeri</u>		
<u>Görülen Sıcaklık Değerine Karşılık Gelen Direnç Aralığı</u>		
<u>Vs Değeri (Multimetre)</u>		
<u>Vs Değeri (LabVIEW)</u>		
<u>Rt değeri(hesaplanan)</u>		



Çukurova Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Biyomedikal Mühendisliği



İsim-Soyisim:

Numara:

Grup No:

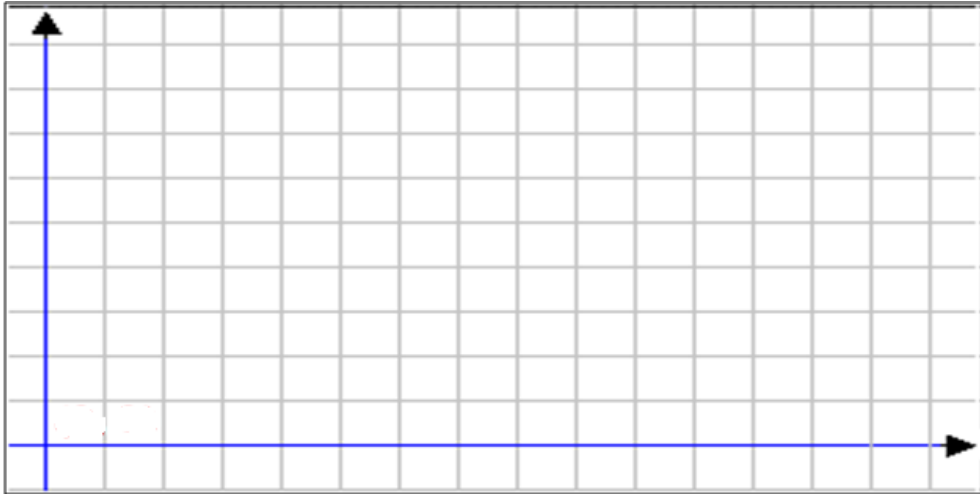
İmza:

Deney 2

NTC ile Sıcaklık Analizi



Sensitivity:.....k Ω /°C



Sensitivity:.....mV/°C

Ar. Gör. Onayı