

Termo Elektrik ve Sıcaklık Ölçmeleri

Yazan: Ramazan Doğramacı

E.E.I.M.

Özet :

Termoelektrik ölçmeleri genel olarak termokupl veya direnç sıcaklık dedektörlerinin kullanılmasını ihtiva eder.

Termokupl'lar yardımı ile sıcaklığın ölçülmesi termokupl'ların sıcak veya soğuk bağlantıları arasındaki sıcaklık farkının bir neticesi olarak üretilen bir E.M.K.'in ölçülmesi esasına dayanır.

Sıcaklığın değişimi ile ekseri metalin direncinde değişmesi bir iletkenin direncinin değişimi suretiyle sıcaklığının ölçülmesini mümkün kılar.

Her iki metot da geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Bazı tatbikatlarda her iki metodun birbirlerine nazaran herhangi bir üstünlüğü yoktur.

Bazı tatbikatlarda ise bu metotlardan birisinin diğerine nazaran daha büyük bir avantajı vardır.

Termokupl, fizikî boyutları, maliyet ve sur'atlı ısı iletimi bakımından avantajlıdır. Direnç termometresinin daha büyük bir gerilim hassasiyeti mevcuttur, ve bu sebeple bir derecenin daha küçük bir kesrinin ölçülmesini mümkün kılar. Sabit bir referans bağlantısına ihtiyaç göstermez.

Bataryaya lüzum olmadan A-C ile çalıştırılabilir. Kaydedici ve indikatörler termokupl'da olduğundan çok daha sık sıcaklık kademeleri ile teçhiz edilebilir.

— 200 °C tan 4- 500 °C ta kadar iki metotarasında belli başlı bir fark yoktur.

Enerji üretim ve dağıtım sahasında sıcaklık ölçmeleri büyük bir önem taşır. Zira teçhizatın kapasitesi genellikle sıcaklık artışı ile sınırlanmıştır.

Döner makinalarda yatak sıcaklıklarının ölçülmesi pahalıya mal olan hasarların asgariye düşürülmesini temin eder.

Buhar santrallerinde çeşitli teçhizatın sıcaklıklarının ölçülmesi suretiyle bir ısı balansı elde edilmesi santralin maksimum verimi ile çalışmasını mümkün kılar.

Aşağıdaki incelemede önce direncin değişimi ile sıcaklığın ölçülmesi ve daha sonrada termokupl'lar ile sıcaklığın ölçülmesi ile ilgili teori izah edilecektir.

TERMoeLEKTRİK ÖLÇMELERİ VE DİRENÇ-SICAKLIK KATSAYISI

Genel bir kaide olarak, bir metalin sıcaklığı değişirse direnci de değişir. Bir kaç istisna hariç sıcaklık arttığı zaman direnç de artar. Belirli sınırlar içinde verilen bir metal için bu bağıntı, kati bir şekilde matematiksel olarak ifade edilebilir.

Şayet bir referans sıcaklığındaki direnç biliniyor ise bu takdirde verilen ve sıcaklıktaki direnci hesaplamak için bahsedilen sınırlar içinde kullanılan, direnç sıcaklık katsayısı denilen bir faktör tesbit edilmiştir.

Belirli bir sıcaklıkta bir metalin direnç sıcaklık katsayısı (belirli sıcaklığa nazaran) sıcaklıktaki her derece değişikliğe tekabül eden direncin değişme oranı olarak tarif edilebilir.

Bu tarif aşağıdaki bağıntı üe matematiksel olarak ifade edilebilir.

$$a_n = \frac{dR}{R_1 dt} \text{ veya } \frac{1}{R_{t_1}} \times \frac{dR}{dt} \quad (1)$$

Oldukça küçük bir sıcaklık aralığı için bu bağıntı

$$a_n = \frac{R_{t_2} - R_{t_1}}{R_{t_1} (t_2 - t_1)} \quad (2a)$$

şeklinde de ifade edilebilir.

Bu formülde;

a_n : * sıcaklığındaki direncin sıcaklık katsayısını

R_{t_s} : t_s sıcaklığındaki direnci

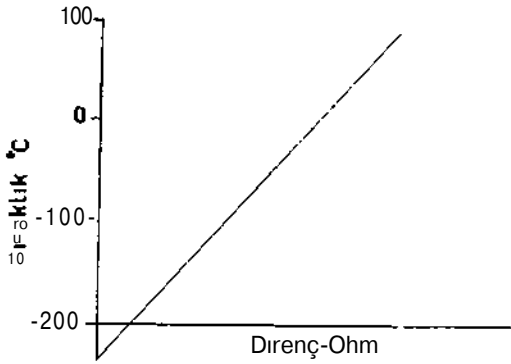
R_n : t_i sıcaklığındaki direnci
 $t_a - t_i$: °C olarak sıcaklık değişimini göstermektedir.

Metaller için direnç sıcaklık kat sayısı metalin saf olup olmaması ile değişir.

Bütün saf metaller için direnç sıcaklık kat sayısı takriben 0,004 tür. Bu durum aşağıdaki şekilde ifade edilebilir. Saf bir metalin direnci °C tin üstünde her 2,5 °C sıcaklık artışı için takriben 0,01 artar.

Alaşımalar tamamen farklı karakteristikleri haizdir ve normal sıcaklık değişimlerinde dirençte hiç bir değişiklik olmayacak şekilde bakır - nikel alaşımları yapmak mümkündür.

Şayet verilen bir metalin direnç sıcaklık eğrisi Şekil: 1 deki şekilde çizilmiş ise bağıntının doğrusal olduğu kabul edildiği takdirde direncin sıfır olduğu bir sıcaklığın* mevcudiyeti çok enteresandır.



Şekil: 1 Bir metal iletkenin direnç - sıcaklık eğrisi.

BTI sıcaklık mutlak sıfır sıcaklığı olarak ifade edilmiştir. Genel olarak kullanılan çeşitli metaller için mutlak sıfır sıcaklıkları Tablo - 1 de verilmiştir:

TABLO • 1

Metalin Cinsi	Referans Sıcaklığı	Sıcaklık katsayısı(a)	Mutlak sıfır -T
Sert bakır	25°C	0,00385	-234,4
	20°C	0,00393	
	0°C	0,00427	
Sert seçilmiş Alüminyum	0°C	0,00437	-230
Saf demir tel	0°C	0,0062	-161,5
Saf nikel	0°C	0,0066	-151,5
Nikel alaşımları			
Nichrome	20°C	0,00017	-243,2
Nichrome	20°C	0,00017	
Advance	20°C	±0,00002	
Chromax	20°C	0,00031	-243,2
Gümüş	0°C	0,0041	

(2a) bağıntısı kullanarak R_{t2} yi sıfıra düşürmek için gerekli sıcaklık değişiminin tayıni çok ilgi çekicidir.

Yukarıdaki bağıntı aşağıdaki şekilde basitleştirilebilir.

$$t_2 - t_1 = \frac{R_{t2} - R_{t1}}{a_u \times R_{t1}} \dots \dots \dots (2b3)$$

$R_{t2} = 0$ için

$$t_2 - t_1 = \frac{R_{t1}}{a_u \times R_{t1}} = \frac{1}{a_u} \dots \dots \dots (3)$$

Böylece (a)nın karşılığı mutlak sıfır sıcaklığı bulunmuş olur.

Genel olarak bir metalin sıcaklık ve direnci arasındaki bağıntı doğrusal değildir. Yani direncin değişme oranı her sıcaklıkta özel bir değeri haiz olacaktır.

Bu bağıntıyı ifade edebilmek için aşağıdaki ampirik formülün kullanılmasına ihtiyaç vardır.

$$R_t = R_0 (1 + a_1 t - b t^2 - c t^3) \dots \dots \dots (4)$$

Burada;

R_t : t °C taki direnci,

R_0 : 0°C taki direnci,

a: 0°C taki direnç sıcaklık katsayısını, göstermektedir, b ve c sabiteleri de doğrusallıktan ayrılma durumunu belirtir, özel hal olarak bakır alınırse dikkatli tecrübeler 10°C ve 100 °C arasında sıcaklıkla direnç değişiminin doğrusal olduğunu ve 20° C taki sıcaklık katsayısının iletkenliğinin kesri ile direkt olarak orantılı olduğunu göstermiştir.

Sıcaklık ile direncin değişimi doğrusal olduğu için yukarıdaki bağıntıdaki b ve c sabiteleri sıfır olur. Bu takdirde 10° - 100°C sıcaklıklarda bakır için formül;

$$R_t = R_0 (1 + a) \dots \dots \dots (5a)$$

veya

$$R_{t2} = R_{t1} \{1 + a_{11} (t_2 - t_1)\} \dots \dots \dots (5b)$$

O zaman referans sıcaklığı 0°C tan başka bir değerdir. Yukarıdaki bağıntıdaki a₁₁'in referans veya bilinen bir sıcaklıktaki direnç sıcaklık katsayısı olduğu unutulmamalıdır.

t_i referans sıcaklığı bir başka değere değiştiği zaman katsayı da değişir.

Direnç ve sıcaklık arasındaki bağıntının doğrusal olduğunu kabul edelim.

Doğrusal kademe içinde herhangi bir t_i sıcaklığındaki yeni katsayı aşağıdaki şekilde bulunabilir.

(1) bağıntısından İstifade ile;

$$a_{t_1} = \frac{1}{R_{t_1}} \times \frac{dB}{dt}$$

ve

$$a_{t_2} = \frac{1}{R_{t_2}} \times \frac{dR}{dt}$$

yazılırsa

$$\frac{a_{t_1}}{a_{t_2}} = \frac{\frac{1}{R_{t_1}} \times \frac{dB}{dt}}{\frac{1}{R_{t_2}} \times \frac{dR}{dt}} = \frac{B_{t_2}}{R_{t_2}} \quad (6)$$

elde edilir.

(5b) bağıntısı (6) ifadesinde yerine konursa,

$$\frac{a_{t_2}}{a_{t_1}} = \frac{R_{t_1} \{1 + a_{t_1} (t_2 - t_1)\}}{B_{t_1}} \quad \dots\dots\dots (7a)$$

ve

$$a_{t_2} = \frac{a_{t_1}}{1 + a_{t_1} (t_2 - t_1)} = \frac{1}{\frac{1}{a_{t_1}} + (t_2 - t_1)} \quad (7b)$$

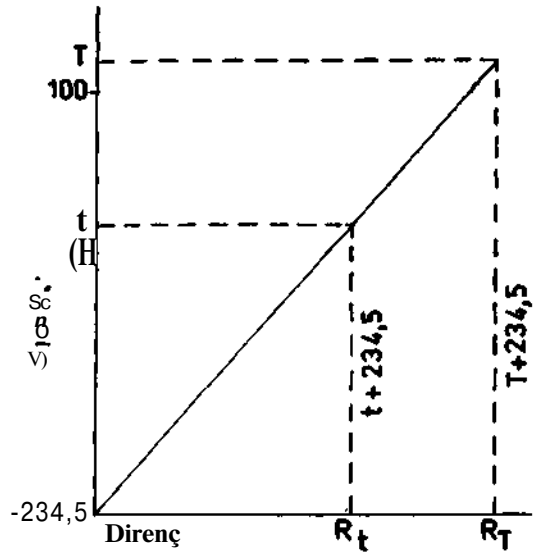
elde edilir.

Bakırın direnç sıcaklık değişimi arasındaki doğrusal bağıntı bir bakır iletkenin ortalama sıcaklığının oldukça basit bir şekilde tayıni temin eder. Bu prensip bazan thermohm'lar denilen direnç - sıcaklık dedektörlerinde kullanılmaktadır. Bu dedektörlerde direncin bilinen bir sıcaklıktaki değerinden sapması tayın edilebilir, sıcaklık hesaplanabilir, bir grafikten okunabilir veya bir yazıcı cihaz ile kaydedilebilir.

Bir makina veya transformatör sargısının ortalama sıcaklığında aynı tarzda tesbit edilebilir.

Burada evvelce bilinen bir sıcaklık için tesbit edilen dirence nazaran direncin değişimi sargının ortalama sıcaklığının hesaplanmasını veya kaydedilmesini mümkün kılar.

Bilinen bir sıcaklıkta ölçülen bir direnç, bilinmeyen başka bir sıcaklık değerinde ölçüldüğü zaman sıcaklığı tayın edebilmek için aşağıdaki formül yazılabilir.



Şekil: 2 Bakır iletken için direnç - sıcaklık eğrisi

Şekil: 2 de bakır iletkenin direnç - sıcaklık karakteristiği doğrusal kabul edildiği için aşağıdaki bağıntı yazılabilir.

$$\frac{R_T}{R_t} = \frac{234,5 + T}{234,5 + t} \quad \dots\dots\dots (8a)$$

T'ye göre çözümlerse,

$$T = \frac{R_T}{R_t} (234,5 + t) - 234,5 \quad \dots\dots\dots (8b)$$

Bu bağıntıda;

R_T sıcak direnci

R_t soğuk direnci

T: R nin (sıcak) ölçüldüğü sargı sıcaklığını (\llcorner O

t: B'nin (soğuk) ölçüldüğü sargı sıcaklığını CC)

ifade etmektedir.

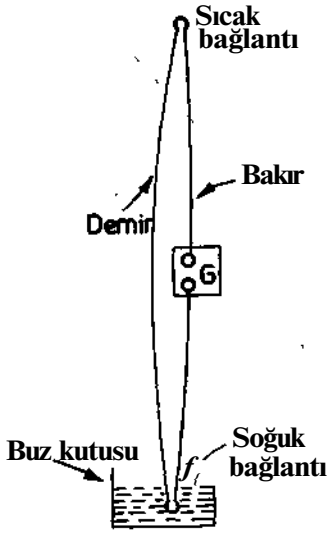
Bu metot saha sıcaklık kaydedicileri ile saha sıcaklığının ölçülmesinin esasını teşkil eder.

Yukarıdaki formül herhangi bir transformatör veya generatör sargısının (sıcak) sıcaklığını elde etmek için kullanıldığı gibi aynı ifadeden istifade etmek sureti ile hassas bir şekilde (soğuk direnç ve sıcaklığında ölçülecek terkipler mevcuttur.

TERMOKUPI/LAR

Şayet şekil 3 te görüldüğü tarzda demir ve bakır gibi farklı iki metalden yapılmış teller her iki ucunda iki bağlantı teşkil edecek şekli-

de lehimlenmiş veya kaynak edilmiş ve bu bağlantılardan -birisi- diğerinden- farklı- bir sıcaklıkta tutuluyor ise devreden bir elektrik akımı akar. Bu akımın miktarı iki bağlantı noktası arasındaki sıcaklık farkına bağlıdır.



Şekil: 3 Soğuk ve sıcak bağlantıları haiz termokupl tertibi.

Devreden böyle bir akımın akışı iki bağlantı arasındaki sıcaklık farkının meydana getirdiği termoelektro-motor kuvvet sebebi ile meydana gelir.

Bu elektromotor kuvvetin genliği iki nokta arasındaki sıcaklık farkına bağlı olduğu için böyle bir terkip soğuk bağlantı ile orantılı sıcaklık ölçülmesi için kalibre edilebilir.

Belirli bir sıcaklık farkı için verilen bir eleman çiftinde meydana gelmesi beklenen E.M.JC. tin kati mertebesi teorik esaslara istinaden önceden tesbit edilemez.

Bununla beraber termoelektrik devreler aşağıdaki belirli kanunlara tâbidir.

TERMOELEKTRİK KANUNLARI

1. Sadece ısı tatbik etmek suretiyle devredeki tek bir homogen metalden bir elektrik akımı akıtılamaz.

2. Yeni metalin iki bağlantısı da aynı sıcaklıkta olacağı için termokupl devresine üçüncü bir metalin ithali toplam E.M.JC. te tesir etmez.

3 Şayet bir çift metalin bağlantıları T_1 ve T_2 sıcaklığında olduğu zaman üreyen termo E.M.JC. E_2 ise bağlantılar T_1 ve T_2 olduğu zaman üreyen E.M.JC. $E_1 + E_2$ olur.

Termokupl'lâr ile ilgili herhangi* bir ölçmede daima anlaşılamayan bir nokta da sıcak ve soğuk bağlantıların her ikisirfnde mevcut olduğudur. Meselâ Şekil: 4 te gösterilen devreyi düşünelim.



Şekil. 4 Doğrudan doğruya bir E.M.K. ölçme cihazının uçlarına bağlanmış bir termokupl.

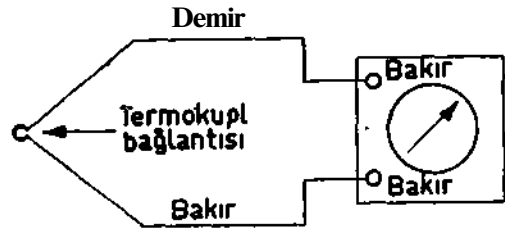
Burada bir termokupl bir milivolt potansiyometre indikatörü gibi bir ölçme cihazının uçlarına direkt olarak bağlanmıştır.

Ölçme cihazında elde edilen değer muhit sıcaklığındaki bir bağlantı ve «kızgın» sıcaklıkta bir bağlantı arasında mevcut olabilecek E.M.K. farkı olacaktır.

Hakikatte diğer bağlantı ölçme cihazının terminalinde yapılmıştır. Burada termokupl'un demir telinin ucu ölçme cihazının bakır ölçme devresine girer.

O zaman eşdeğer devre Şekil: 5 te gösterildiği gibi olur.

Bu devrede ölçme cihazının bakır devresine demir iletken ile bir bağlantı yapıldığı görülebilir.

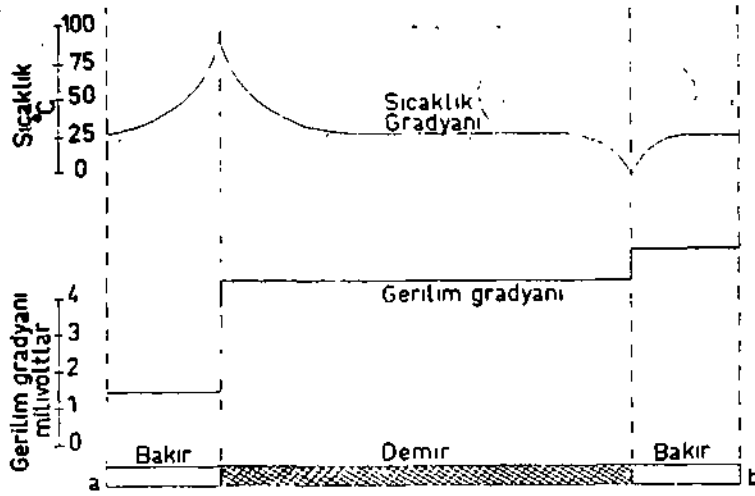


Şekil: 5 Ölçme cihazının giriş terminellerinde yapılan efektif bir soğuk bağlantıyı gösteriyor.

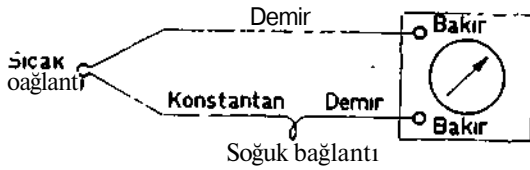
Şekil: 6 Demir ve bakır kullanmak sureti ile bir soğuk bağlantı ve bir de sıcak bağlantıyı haiz bir termokupl tertibinde E.M.K. gerilim gradyanı ve sıcaklık gradyanı arasındaki bağlantıya açıklamaktadır.

Burada gerilim gradyanı a noktası referans alınmak üzere devre boyunca her noktada gerilim ölçmek suretiyle elde edilmiştir.

Şayet termokupl'da bakırdan başka metal-ler kullanılırsa o zaman şekil 7 de görüldüğü



Şekil: 6 Soğuk ve sıcak bağlantıları haiz bir termokupl tertibinde gerilim gradyanı.



Şekil: 7 Termokupl'lar için bakırdan başka bir metal kullanıldığı zaman dört bağlantının mevcut olduğunu gösteriyor.

gibi netice ölçme cihazının terminallerinde yapılmış olan iki bağlantı ile biraz daha ilgili olur.

Şekil 8 de akımın akışı bakımından sıcak bağlantının polaritesinin konstantan'dan demire doğru olduğu görülmektedir. Soğuk bağlantı için polarite terstir ve akım demirden konstantana doğru akar.



Şekil: 8 Polaritelerin gösterilişi



Şekil: 9 Demir konstantan termokupl'un direkt olarak ölçme cihazının terminallerine bağlantı şeması.

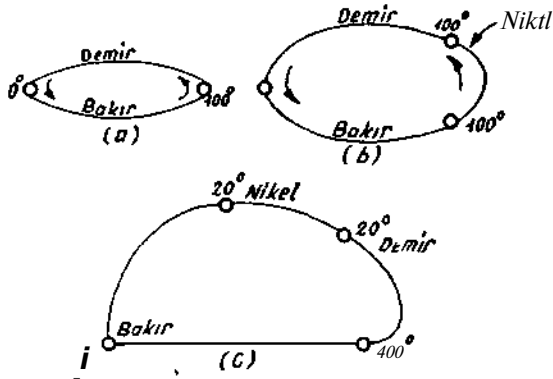
Demir ile bakırın bağlanması halinde ölçme cihazındaki terminali aynı potansiyelde olduğu müddetçe üreyen herhangi bir, K.M.K. tin polaritesi a dan b ye olan net gerilimi yok edecek şekildedir.

Bazı potansiyometre indikatörlerinin sıcak bağlantı direkt olarak ölçme cihazının uçlarına bağlandığı zaman sıcaklığı ölççebilmek

için zati soğuk bağlantı kompensatörleri vardır. Şekil: 4 te bu bağlantı gösterilmiştir.

O zaman soğuk bağlantı kompanzasyon kadranı kullanılan özel termokupl için muhit sıcaklığına uyan milivolt değerine ayarlanmaktadır. Bu durum şemada değişiklik husule getirir.

Şekil 8 ve 9 karşılaştırıldığında bu durum



Şekil: 10 Termokupl devrelerine başka metallerin ithali.

görülebilir. Şekil 9 da ölçme cihazının bakır devresi ile termokupl uçlarının bağlantılarında E.M.K. tin polaritesinin bağlantılarının tesirini yok edemeyecek şekilde olduğu görülmektedir.

Bu sebeple hassas ölçmeler için aynı bir referans bağlantısı kullanılmalıdır.

Devreye başka bir metalin sokulması bu metalin her iki ucunda aynı sıcaklıkta olduğu takdirde herhangi bir fark husulê getirmez.

Meselâ: Şekil - 10 da (a), (b) ve (c) halinde E.M.K. aynıdır.

Aşağıdaki tablolar termokupl ve ilâve iletkenlerle ilgili faydalı bilgileri vermektedir.

TABLO I — SICAK BAĞLANTI EMK POLARİTESİ İLETKEN

<u>P o z i t i f</u>	<u>N e g a t i f</u>
Kromel	Konstantan
Memir	Konstantan
Kromel	Alumel
Bakır	Konstantan
Platin	Platin Radyum

TABLO II — ÇİFT İLÂVE İLE İLETKEN İZOLÂSYONLARI İÇİN RENK KOTU

<u>Termokupl'lar</u>	<u>İletken İzolasyonu</u>	<u>Dış İzolasyon</u>
Plâtin-Plâtin Radyum	Siyah-Kırmızı	Yeşil
Demir-Konstantan	Beyaz-Kırmızı	Siyah
Bakır-Konstantan (1938)	Beyaz-Kırmızı	Kahverengi
Bakır-Konstantan (1921)	Beyaz-Kırmızı	Kırmızı
Kromel-Alumel	Sarı-Kırmızı	Sarı

TABLO III — TEKLİ İLETKENLER İÇİN RENK KOTU

<u>Metal</u>	<u>İletken izolasyonu</u>	<u>Dış İzolasyon</u>
Demir	Beyaz	Beyaz
Konstantan (Demir için)	Kırmızı	Kırmızı
Kromel	Sarı	Sarı
Alumel	Kırmızı	Kahverengi
Bakır	Yeşil	Yeşil
Konstantan (1938. bakır için)	Kırmızı	Kahverengi
Konstantan (1921, bakır için)	Kırmızı	Mavi

BAKIR - KONSTANTAN TERMOKUPL'LAR VE İLETKENLER

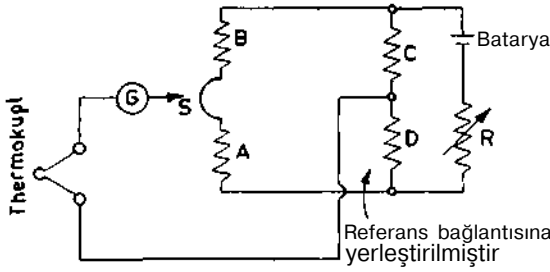
1938 senesinde L.H. Adams tarafından tesbit edilen ve National Bureau of Standards tarafından kontrol edilen sıcaklık - milivolt değerlerinin kullanılması adapte edilmiştir.

Bu durum o zaman temin edilebilen ve kısa bir süre için memnuniyet verici olan herhangi bir konstantan ile hassas bir ölçme yapmak için artan bir talebin neticesi olmuştur.

Bu 1938 kalibrasyonu olarak önceki değerlerde 1921 kalibrasyonu olarak bilinmektedir. Böylece konstantan telin siparişinde bakır veya demirden hangisi ile kullanılacağı ve şayet bakır ile kullanılacaksa 1921 veya 1938 kalibrasyonundan hangisi için olduğu belirtilmelidir.

İlâve İletkenler:

Genel olarak termokupl'larm yapıldığı metalden veya aynı E.M.K. sıcaklık karakteristiklerini haiz metallere ilâve iletken kullanılır.



Şekil • 11 Soğuk bağlantı kompanzasyonunu haiz potansiyometre devresi

ması daha iyidir. Böylece termokupl, referans bağlantısı, kompanzasyon bobininde olduğu gibi cihazın terminal kutusunda aynı muhit sıcaklığına maruz kalacak şekilde teşkil edilmiş olur.

İlave bakır iletkenlerin kullanılması arzu edildiği zaman uygun kompanzasyon temin edilmelidir.

Soğuk bağlantı kompanzasyonu:

Şayet soğuk bağlantı referans sıcaklığında devam ettirilemezse (genellikle 0") o zaman okunan değer referans sıcaklığından soğuk bağlantı sıcaklığının eşit bir miktar ile kompanse edilmesine ihtiyaç vardır. Bu kompanzasyonun otomatik olarak yapılabildiği bir çok metot vardır.

Bu metotlardan birisi soğuk bağlantı kompanzasyon kutusu içinde bir köprü devresi kullanmaktır. Adı geçen köprü devresi dirençli elemanlardan meydana gelmiş olup bir E.M.K. üreyecek şekilde sıcaklıkla değişir. Üreşn bu E.M.K. ortam sıcaklığı ile de değişir.

Bu E.M.K. termokupl devresine seri olarak tatbik edilmektedir. Otomatik kompanzasyonu temin etmek için kullanılan diğer bir metot ise Şekil - 11 de görüldüğü gibi bir potansiyometrik kaydedicinin ölçme devresine sıcaklık ile değişen bir direncin ithal edilmesidir.

Termokupl referans bağlantı sıcaklığı için otomatik kompanzasyon referans bağlantısına yerleştirilmiş bulunan «D» bobini (direnç) ile elde edilmektedir.

Bu bobinin direnci referans bağlantı sıcaklığı ile değişir. Bu durum potansiyometrenin E.MJC. tinin otomatik olarak değişmesine sebep olur ve referans bağlantı sıcaklığındaki bir değişim sebebi ile termokupl'un E.MK. tindeki herhangi bir değişim için tam bir kompanzasyon sağlanmış olur.

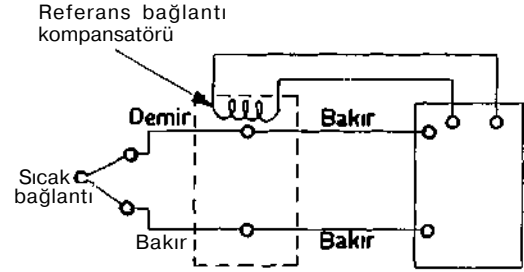
İlave iletken Kompanzasyonu:

Bazan bir termokupl'da ilave bakır iletkenler kullanılması bir avantaj teşkil eder. Bu

durum ilave bakır iletkenin termokupl iletkenine bağlandığı noktada soğuk bağlantı referansı yapılarak temin edilebilir.

Şayet referans bağlantı kompanzatorü kaydedici içinde ise soğuk bağlantı referansı kaydedici içindeki referans bağlantı kompanzatorünün haiz olduğu sıcaklığın aynı olmalıdır.

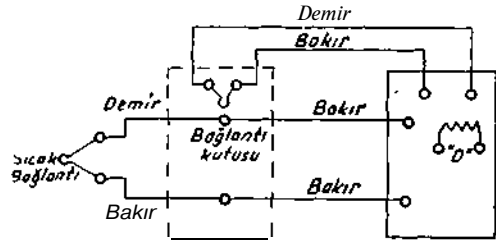
Şekil: 12 de gösterildiği gibi referans bağlantı kompanzatorünü soğuk bağlantı referans noktasına kadar uzatmak genellikle daha pratiktir.



Şekil. 12 Referans bağlantı kompanzatorünün soğuk bağlantı noktasına kadar uzatılarak ilave bakır iletkenlerin kullanılması.

ilave bakır iletkenlerin tesirini kompanse etmek için bazan kullanılan diğer bir metot ise sıcaklık kaydedici içine soğuk bağlantı kompanzatorünün yerleştirilmesidir. Bir yardımcı termokupl tarafından üretilen E.MIC. ile ölçme termokupl'unun E.M.K. ti kompanse edilir. Yardımcı termokupl ilave bakır iletkenlerin termokupl uçlarına bağlandığı yerdeki terminal kutusu içine yerleştirilmiştir.

Bu metot şekil - 3 te açıklanmıştır-



Şekil: 13 Bağlantı kutusu ve kaydedici sıcaklık farkını kompanse etmek için bir yardımcı termokupl'un kullanılması.

Bu devre kontrol edildiğinde görülecektir ki bağlantı kutusundaki bir sıcaklık artışı ile termokupl kompanzatorü mevcut olmazsa sıcak bağlantı tarafından üretilen E.MJC düşer. Bunun neticesi bağlantı kutusu ve kaydedici arasındaki sıcaklık farkının bir fonksiyonu ola-

rak yardımcı termokupl bir E.MJC üretir. Bu EJM.K. sıcak bağlantı EJNOC. ine ilâve edilir. Bu suretle bağlantı kutusu (Bu kutunun içinde gerçek soğuk bağlantı mevcuttur.) ve kaydedici (kaydedicinin içine soğuk bağlantı kompensatörü yerleştirilmiştir.) arasındaki sıcaklık farkları için kompanzasyon yapılmış olur.

Yukarıdaki kompanzasyon şeklinin şüphesiz tek bir termokupl için bir avantajı yoktur. Fakat ilâve bakır iletkenler ile bir çok noktadan sıcaklık kaydedebilen kaydedicilere kadar uzatılmış bulunan çok sayıda termokupl için bakır olmayan iletkenlerde temin edilen tasarruf önemlidir. Çünkü kompanzasyon tek bir bakır olmayan iletken ile yapılmaktadır.

Çoklu termokupHar :

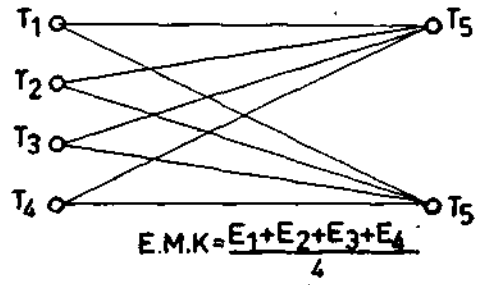
Mevcut tatbikatlar çoklu termokupfların kullanılmasına ihtiyaç gösterir .Vekil: 14 iki grup çoklu termokupl devresini göstermektedir.

Şekil 14 a Dört sıcak bağlantıyı ihtiva eden bir seri devreye aittir. Böyle bir seriye termopil denilmektedir. Şayet sıcak bağlantıların hepsi aynı sıcaklıkta ve yine referans bağlantılarının hepsi aynı sıcaklıkta ise n adet termokupl'un seri olarak bağlanması neticesinde üreyen EJKL. tek bir termokupl'un ürettiği E.MJC. ten n defa daha büyüktür.

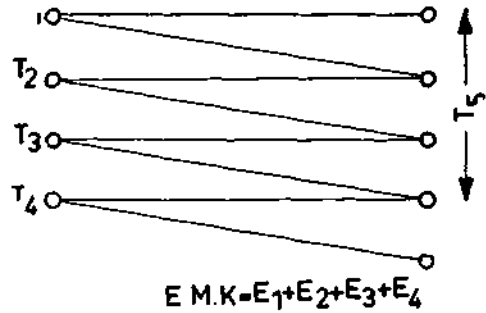
Diğer taraftan şayet şekil 14b de olduğu gibi n adet termokupl paralel olarak bağlanırsa sıcak bağlantılar bilinen bir sıcaklıkta ve yine soğuk bağlantılar bilinen bir sıcaklıkta tutulursa üreyen E.M.K. tek bir termokupl'un ürettiği E.MJC. in aynı olur.

Bu durumda şayet bütün termokupllar eşit dirençlerden meydana gelmiş ve bunların ölçme bağlantıları değişik sıcaklıklarda ise üre-

yen E.M.K. münferit bağlantıların sıcaklıklarının fonksiyonu olacaktır.



Şekil • 14 a - Seri-Çoklu termokupl tertibi



Şekil: 14 b - Paralel-Çoklu termokupl tertibi.

Faydalanılan Eserler:

- 1 — General principles of thermoelectric thermometry 1963
LEEDS AND NORTHBUP CO.
- Thermocouples. 1964
LEEDS AID NORTHRUP CO.

İ L Â N

KÖY İŞLERİ BAKANLIĞI YOL, SU- VE ELEKTRİK İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜNDEN

Türkiye'nin çeşitli yerlerinde gerek münferit ve gerekse grupköylerin elektrifikasyonu için köy içi plânları ve beslenme noktasından itibaren plân ve profilleri ile projeleri ihale suretiyle yaptırılması cihetine gidilecektir.

İhaleye ştirak etmek isteyen firmaların tesbiti için, Elektrik Mühendisleri Odasından alacakları belgelerle birlikte Genel Müdürlüğümüze müracaatları ilân olunur.

(E. M. 506>