

# SICAKLIK-DİRENÇ TİPİ DÖNÜŞTÜRÜCÜLER İLE SICAKLIK ÖLÇÜLMESİNDE ORTAM ETKİSİNİN GİDERİLMESİ

Yrd. Doç. Dr. CEVAT ERDAL  
İ.T.Ü. Elektrik - Elektronik Fakültesi  
Kontrol ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümü  
80626 Maslak - İstanbul

## Özet

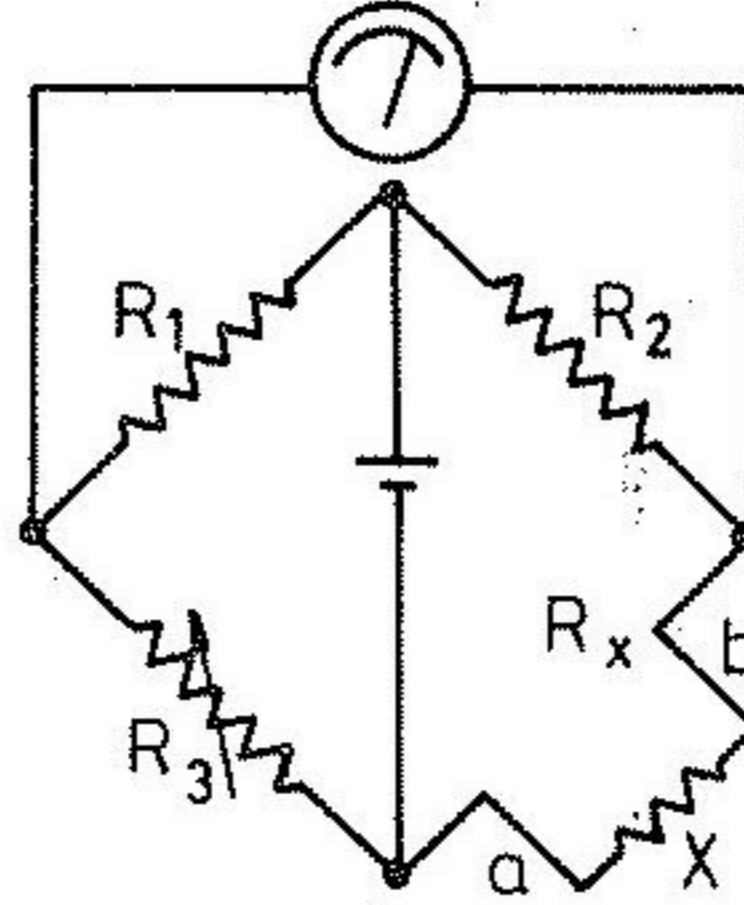
Süreç kontrol sistemlerinde fiziksel büyüklük olarak sıcaklığın ölçülerek, kendisi ile orantılı bir elektriksel işarete dönüştürülmesi çok önemli bir konudur. Bu amaçla metal telli sıcaklık - direnç tipi dönüştürücülerin kullanılmaları durumunda, işaret işleme devresinin mutlaka sağlaması gereken bazı özellikler vardır. Bu özelliklerin sağlanmaması durumunda yanlış ölçme ve kontrol yapmak kaçınılmaz olur. Bu makalede, metal telli sıcaklık - direnç tipi dönüştürücülerle sıcaklığın ölçülmesi ve kullanılabilir bir elektriksel işarete dönüştürülmesinde, ortam etkisinin giderilmesi için alınması gereken önlemler incelenmiş ve uygulanan yöntemler arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur.

## 1. Giriş

Endüstride, sıcaklık ölçülmesi ve kontrolunda çok yaygın olarak kullanılan bir dönüştürücü tipi, metallerin dirençlerinin sıcaklıkla artması ilkesine göre çalışan, sıcaklık - direnç tipi dönüştürücülerdir. Bu tip dönüştürücülerin dirençlerinde sıcaklık nedeni ile oluşacak artmanın mertebesi çok küçük (yaklaşık olarak % 0,4 / °C) olduğundan dolayı, direnç değişiminin algılanarak bir elektriksel işarete dönüştürülmesi için genellikle Wheatstone Köprüsü tipinde oluşturulmuş bir köprü yöntemi kullanılır. Böyle bir yöntem uygulanırken dönüştürücünün yapıldığı metal ile köprü kollarının bağlantı iletkenlerinin farklı olmaları sonucu ortaya çıkacak olan temas elektromotor kuvvetlerinin etkisinin ve ölçme gereği bağlantı iletkenlerinin çok uzun olması durumunda bu iletkenlerin dirençlerinde ortam sıcaklığının etkisi ile oluşacak bozucu değişimin etkisinin giderilmesi gerekir. Ancak bu durumda, yapılan ölçmenin doğruluğu, kararlılığı ve tekrarlanabilirliği sağlanabilir [1,2].

## 2. Ölçme Yöntemleri

Metal telli sıcaklık - direnç tipi dönüştürücülerle sıcaklık ölçülmesi ve kontrolu için yaygın olarak kullanılan köprü yöntemleri iki-telli, üç-telli ve dört-telli ölçme devreleri olarak adlandırılırlar. Bunların herbirini sırayla inceleyelim [3,4,5,6].



Şekil 1.- İki-telli ölçme devresi



## 2.1. İki - Telli Ölçme Devresi

İki-telli ölçme devresi Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu devrede, uygulamada da gerçekleştiği gibi, platin veya nikel olabilen sıcaklık dönüştürücüsünün direnci  $X$  ve dönüştürücüyü köprüye bağlayan, bakırdan yapılmış, bağlantı iletkenlerinin direçleri de  $a$  ve  $b$  ile ve köprüde denge bulmak için değiştirilmesi gereken direnç de  $R_3$  ile gösterilmiştir.

Devrenin analizi yapılırsa, denge durumunda,

$$R_1 + R_3 = R_2 + a + b + X \quad (2.1.1)$$

olduğu bulunur. Eğer  $R_1 = R_2 = R$  olacak şekilde seçilirse, değişken dirençle dönüştürücü direnci arasında aşağıdaki bağıntı elde edilir :

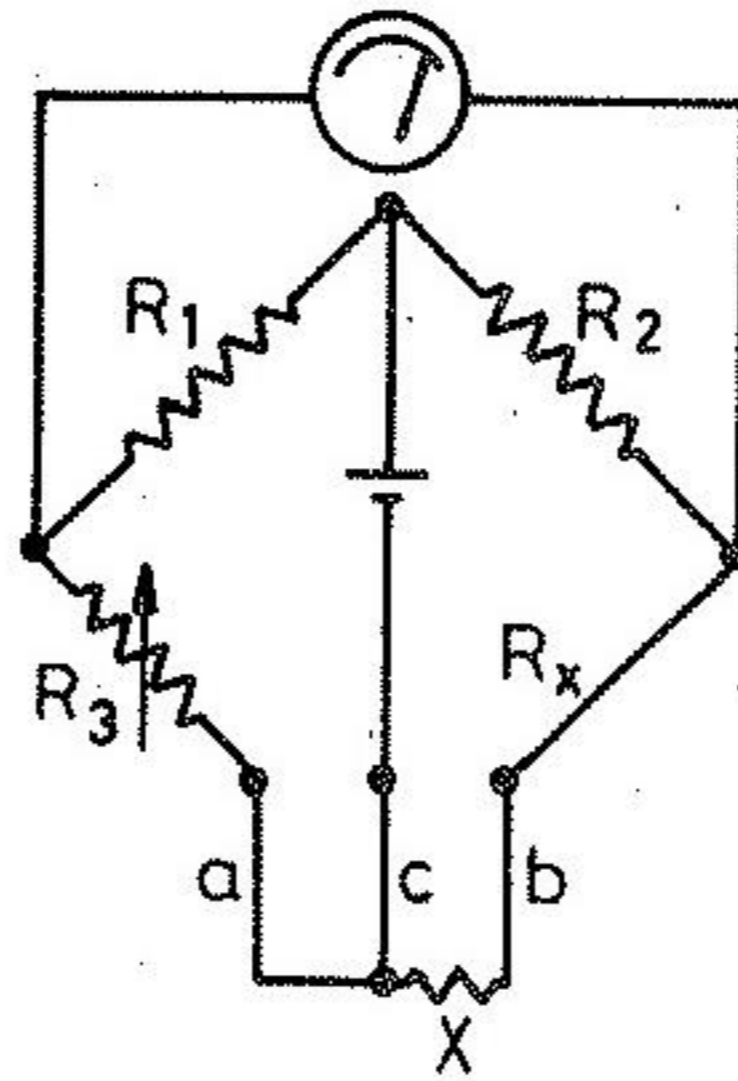
$$R_3 = a + b + X \quad (2.1.2)$$

Halbuki elde edilmek istenen bağıntı,

$$R_3 = X \quad (2.1.3) \text{ dır.}$$

## 2.2. Üç - Telli Ölçme Devresi

Üç-telli ölçme devresi Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.- Üç-telli ölçme devresi

Bu devrede köprünün düğüm noktası, direnci  $c$  ile gösterilen bir bağlantı iletkeni ile uzatılmıştır. Devrenin analizi yapılırsa, denge durumunda,

$$R_1 + R_3 + a + c = R_2 + b + X + c \quad (2.2.1)$$

bulunur. Eğer  $R_1 = R_2 = R$  olacak şekilde seçilirse,  $R_3$ , değişken direnci ile ölçülecek  $X$ , dönüştürücü direnci arasında aşağıdaki bağıntı elde edilir :

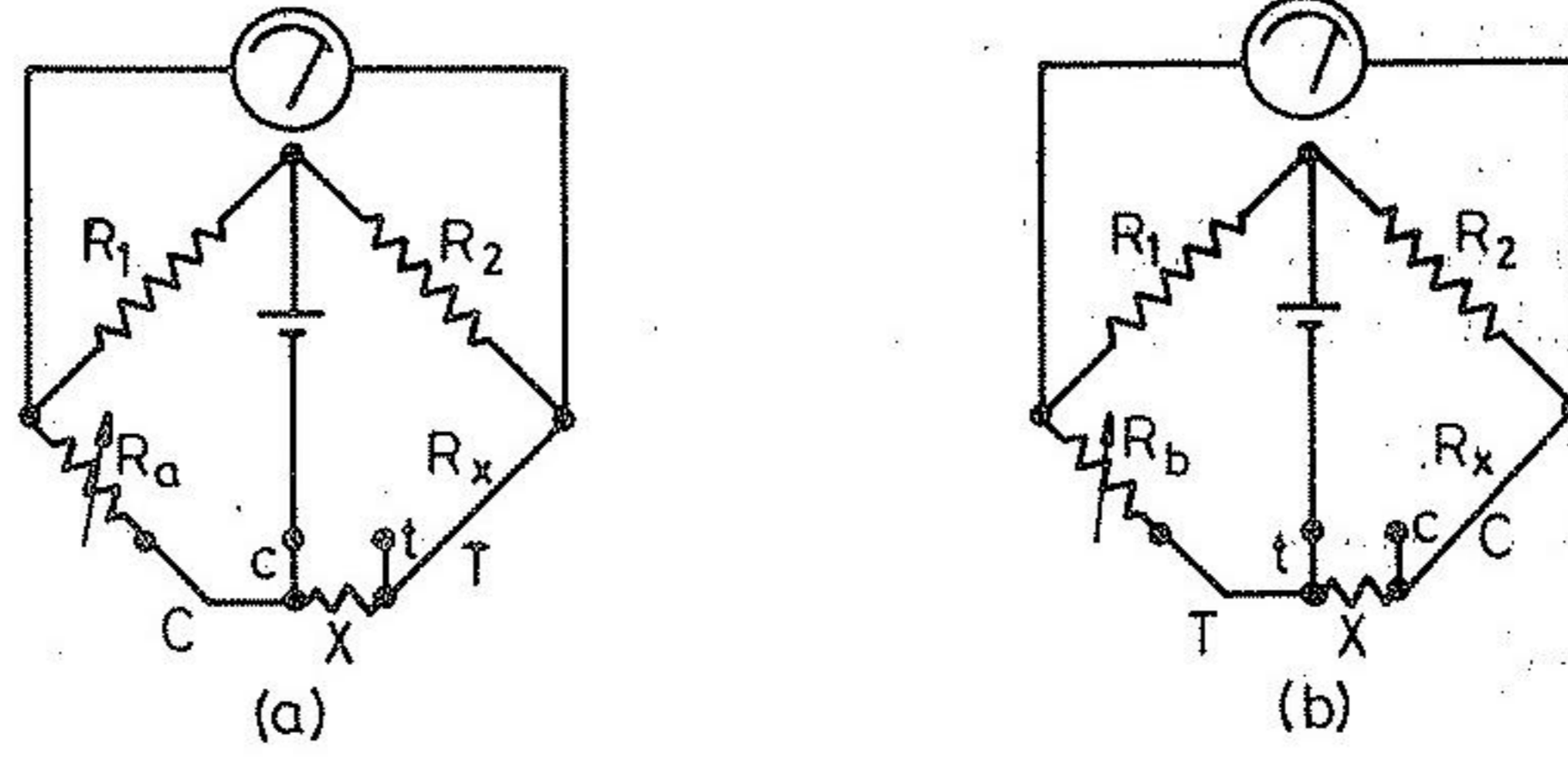
$$R_3 = X + b - a \quad (2.2.2)$$

Halbuki elde edilmek istenen bağıntı

$$R_3 = X \quad (2.2.3) \text{ dir.}$$

### 2.3. Dört-Telli Ölçme Devresi

Dört-telli ölçme devresi Şekil 3a ve 3b'de gösterilmiştir.



Şekil 3.- Dört-telli ölçme devresi.

Tek bir değer ölçülmek istenildiğinde önce Şekil 3a'daki köprü, sonra da Şekil 3b'deki köprü kullanılarak iki ölçme yapılır. Değişken direncin, denge durumunda Şekil 3a'da aldığı değer  $R_a$ , Şekil 3b'de aldığı değer  $R_b$  ile gösterilmiştir.

Şekil 3a'daki devrenin analizi yapılırsa, denge durumunda,

$$R_1 + R_a + C + c = R_2 + T + X + c \quad (2.3.1)$$

olduğu gösterilebilir.  $R_1=R_2=R$  olacak şekilde seçilirse,

$$R_a + C = T + X \quad (2.3.2) \quad \text{bulunur.}$$

Şekil 3b'deki devrenin analizi yapılırsa, denge durumunda,

$$R_1 + R_b + T + t = R_2 + C + X + t \quad (2.3.3)$$

olduğu bulunur.  $R_1=R_2=R$  olarak seçildiğinden,

$$R_b + T = C + X \quad (2.3.4)$$

bağıntısı elde edilir.

(2.3.2) ve (2.3.4) bağıntılarından, ölçülmek istenilen dönüştürücü direnci  $X$  ile, değişken direncin iki durumda aldığı değerler arasında aşağıdaki gibi bir bağıntının olduğu gösterilebilir :

$$X = \frac{R_a + R_b}{2} \quad (2.3.5)$$

(2.3.5) bağıntısı ile,  $R_a$  ve  $R_b$  direnç değerleri ölçme sonucunda bulunduğunda, dönüştürücünün direncinin değerini kolayca bulmak mümkün olur.



### 3. Ölçme Devrelerinin Karşılaştırılması

Metal telli sıcaklık-direnç tipi sıcaklık dönüştürücüleri kullanılarak yapılacak ölçmelerde ve kontrolde, seçilecek işaret işleme düzeneğinin belirlenmesinde aşağıdaki hususların mutlaka göz önüne alınması gerekir :

i. İki-telli ölçme yönteminde (2.1.3) eşitliğinin sağlanabilmesi için a ve b bağlantı iletkenlerinin dirençlerinin, dönüştürücünün nominal direnci yanında ihmal edilebilecek kadar küçük seçilmeleri gerekir. Ayrıca a ve b iletkenlerinin çok uzun olmaları ve dönüştürücünün yerleştirildiği ortam ile köprü köşe noktaları arasında büyük bir sıcaklık farkı olması durumunda ortaya çıkacak olan, ihmal edilemeyecek mertebedeki, temas elektromotor kuvvetlerinin köprü dengesini bozan etkilerinin de gözönüne alınıp hesaplanmaları gerekir. Bu nedenlerle iki-telli ölçme yöntemi, kolayca uygulanabilmesi ve düşük maliyetle gerçekleştirilmesine rağmen ancak düşük doğruluk istenildiği durumlarda kullanılmalıdır.

ii. Üç-telli ölçme yönteminde, (2.2.3) eşitliğinin sağlanabilmesi için a ve b bağlantı iletkenlerinin dirençlerinin birbirlerine eşit seçilmeleri ve ölçme esnasında da bu eşitliğin bozulmaması gerektiği görülmektedir. Fakat a ve b iletkenlerinin çok uzun olmaları durumunda, iletken dirençlerinin eşit değerlerde, değişmeden, kalmaları zordur. Yine farklı metallerle yapılan bağlantılarda temas elektromotor kuvvetlerinin denge bozucu etkilerinin de gözönüne alınmaları gerekir. Bütün bunlara rağmen kolayca gerçekleştirilmesi ve iki-telli ölçme devresine göre daha doğru olması nedeni ile üç-telli ölçme devresi kullanmak tercih edilebilir.

iii. Dört-telli ölçme yönteminde, (2.3.5) eşitliğinden de kolayca görülebildiği gibi, dönüştürücünün ölçülmek istenilen X direnci, bağlantı iletkenlerinin dirençlerinden bağımsızdır. Ayrıca X direncinin uçları değiştirilip iki ölçme yapılarak ortalama alındığından, temas elektromotor kuvvetlerinin etkisi de ortadan kaldırılmıştır. Bu nedenlerden dolayı, bağlantıları değiştirmek sureti ile iki ayrı ölçme devresi kurmak ve iki ayrı ölçme yapmak zorluğunun yanında yüksek bir doğruluk sağladığı için, özellikle laboratuvarlarda, dört-telli ölçme yöntemi tercih edilmelidir [7,8,9].

### 4. Sonuç

Bu bildiride sıcaklık ölçülmesi ve kontrolunda çok yaygın olarak kullanılan metal telli sıcaklık-direnç tipi sıcaklık dönüştürücüler için kullanılabilir olan işaret işleme devrelerinin analizleri yapılarak özellikleri incelenmiş ve bu devreler, çeşitli yönlerden, birbirleri ile karşılaştırılmışlardır.

### 5. Kaynaklar

- [1] NORTON, H.N., "Handbook of Transducers for Electronic Measuring Systems", Prentice Hall, 1969
- [2] HORDESKI, M.F., "Tranducers for Automation", Van Nostrand Reinhold Company, 1987.
- [3] ÖNAL, H., "Ölçme Tekniği", İ.T.Ü. Kütüphanesi, İstanbul, 1979.
- [4] DALFES, A., "Elektrik Ölçme Lab. Deneyleri", İ.T.Ü. Matbaası, 1978.
- [5] COXON, W.F., "Temperature Measurement and Control", Heywood & Company Ltd., London, 1960.
- [6] ELBİ, S., "Elektrik Ölçü Aletleri ve Ölçme Metodları", İ.T.Ü. Kütüphanesi, İstanbul 1973.
- [7] ERİMEZ, E., MENALIOĞLU, M.T., "Elektrik Ölçmesi Problemleri", İstanbul, 1975.
- [8] ÖNAL, H., "Elektrotekniğe Giriş C: II", İ.T.Ü. Kütüphanesi, İstanbul, 1967.
- [9] CONSIDINE, D.M., "Process Instruments and Controls Handbook", McGraw-Hill Book Comp., 1974.