

1. Nominal değerleri  $10 \Omega$  olan altı adet direnci rastgele seçilerek ölçülmüş ve,  $9,8 \Omega$ ,  $10,1 \Omega$ ,  $10,2 \Omega$ ,  $9,8 \Omega$ ,  $9,9 \Omega$  ve  $9,7 \Omega$  bulunmuştur.

a. Bu altı direncin ortalama değerini, ortalama sapmasını ve standart sapmasını hesaplayınız.

b. Dirence ölçme hatalarının rastgele olduğu düşünülürse, hangi direnç değerleri aralığında %68,3'lük bir ihtimalle 1 standart sapma içinde rastgele bir direnç seçilebilir? Hesaplayınız.

a) ortalama değer,  $\bar{x}$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{9,8 + 10,1 + 10,2 + 9,8 + 9,9 + 9,7}{6} = 9,917 \Omega \text{ bulunur.}$$

ortalama sapma  $\bar{d}$ , değerler sapması  $d_i = x_i - \bar{x}$   $\bar{x}$ : Dirençlerin nominal değeri:  $10$

$$d_1 = x_1 - \bar{x} = 9,8 - 10 = -0,2$$

$$\bar{d} = \frac{\sum |d_i|}{n}$$

$$d_2 = x_2 - \bar{x} = 10,1 - 10 = 0,1$$

$$d_3 = x_3 - \bar{x} = 10,2 - 10 = 0,2$$

$$\bar{d} = \frac{0,2 + 0,1 + 0,2 + 0,2 + 0,1 + 0,3}{6} = 0,183 \Omega$$

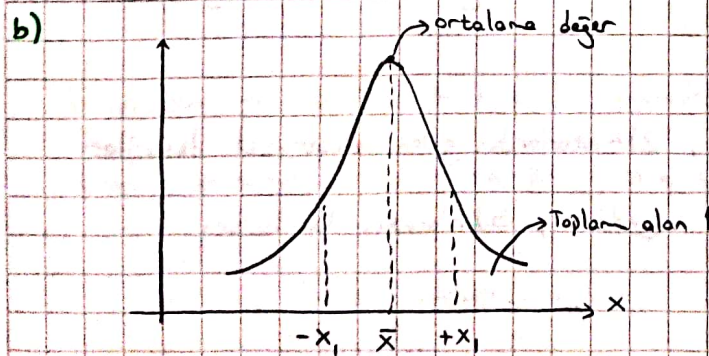
$$d_4 = x_4 - \bar{x} = 9,8 - 10 = -0,2$$

$$d_5 = x_5 - \bar{x} = 9,9 - 10 = -0,1$$

$$d_6 = x_6 - \bar{x} = 9,7 - 10 = -0,3$$

Standart sapma  $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i)^2}{n-1}}$  eğer  $n > 20$  ise payda  $n-1$  değil  $n$  olur.

$$s = \frac{0,2^2 + 0,1^2 + 0,2^2 + 0,2^2 + 0,1^2 + 0,3^2}{6-1} = 0,046 \Omega$$



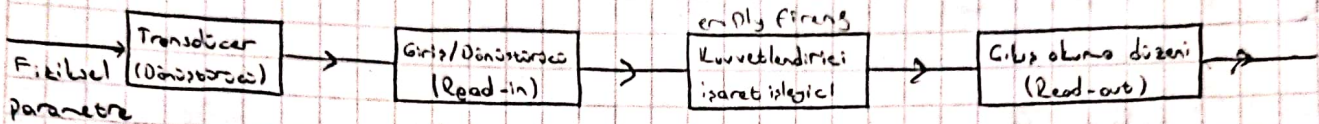
Hata ihtimalinin normal dağılım eğrisi:

Rastgele hataların normal dağılımı incelendiğinde %68,3'ün ortalama değerden  $\pm 1.s$  (standart sapma) kadar bir aralıkta olduğu görülür.

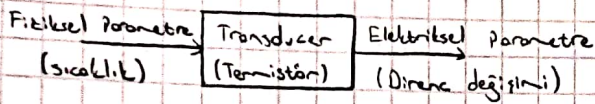
2. a. Elektronik cihaz nedir? (Ne iş yapar). Elektronik cihazın basit bir diyagramını çizin ve bir örnekle açıklayın.

b. Elektriksel gürültü nedir? Tanımlayın. Gürültünün nesnelere ve kaynaklarına değerin. Bir direncin gürültü değeri için gürültü geriliminin bağıntısını yazın ve bu bağıntıdaki değerleri açıklayın.

a) Bir elektronik cihazın ana fiziksel bir parametrenin ölçülmesi ve bu değerin gösterilmesi dir. Örneğin display.



Şekil: Bir elektronik cihazın genel blok diyagramı



⇒ Giriş dönüştürücü (transüdücer) ölçülen fiziksel

parametre ile genellikle lineer orantılıdır, ve ölçülebi-

len bir elektriksel bir parametrenin fonksiyonu olan bir düzendir. Mesela bir termistörün (transüdücer) direnci değişimi (elektriksel parametre) en azından belirli bir aralıkta sıcaklıkla (fiziksel parametre) lineer orantılıdır.

b) Ölçülen veya istenen bir gerilim veya akım mevcut, istenmeyen ilave elektriksel işaret "Gürültü" olarak adlandırılır. Gürültü tabii (natural) ve insan yapımı (man made) diye sınıflandırılabilir.

Tabii gürültü: Komponentin veya atmosferin kendinde olan gürültü üreten olay tarafından meydana getirilir.

insan yapımı gürültü kaynakları; 1) Güç kaynağı, 2) Motorlardan gelen elektriksel deşarjlar 3) X-ışını cihazları, 4) Elektrik kaynakları, ateşlene kaynakları, 5) Floresan lambaları

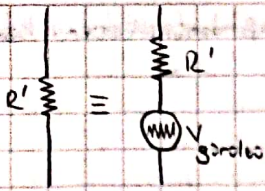
Gürültü çeşitleri 3 gruba ayrılır

1) Beyaz gürültü: termik ve darbe gürültüsü. Her frekans spektrumunu kapsar

2) Pembe gürültü: kırılma ve patlama gürültüsü

$$1 \text{ Hz} = 10 \log \frac{5}{5}$$

3) Atmosferik gürültü: Yıldırım, şimşek



$R$ : Görölde bir direnç

$R'$ : aynı değeri görölüz bir direnç

$$P_n = 4 \cdot k \cdot T \cdot \Delta f \quad \text{ya} \quad P_n = \frac{V_n^2}{R}$$

$$V_n = \sqrt{4 \cdot k \cdot T \cdot R \cdot \Delta f}$$

$$k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K} \quad \text{Boltzman sabiti}$$

$$T = 273 + ^\circ\text{C} \quad \text{Kelvin (sıcaklık)}$$

$R$  = Direnç

$\Delta f$  = Band genişliği

**3.a.** Birinci dereceden bir sistemin denklemini yazın. Sistemi tanımlayan parametreleri belirleyin. Birinci dereceden bir sisteme pratik örnekler verin, birinci dereceden bir sistemin rampa girişine cevabını çizin.

**b.** Zaman sabiti  $T = 4s$  olan birinci dereceden bir sisteme  $25^\circ\text{C}$ 'den  $75^\circ\text{C}$  dereceye kadar bir sıcaklık girişi uygulanmıştır. Sifirdan  $t = 2T$  ya kadar  $1s$  aralıklarla sıcaklık değerini hesaplayın ve cevap eğrisini çizin.

a) Birinci dereceden sistemin denklemini  $a_1 \frac{dx_0}{dt} + a_0 x_0 = b_0 x_i$        $\frac{a_1}{a_0} \frac{dx_0}{dt} + x_0 = \frac{b_0}{a_0} x_i$  (1)

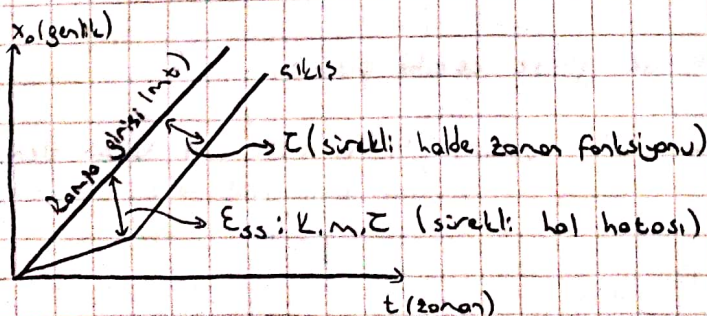
$\frac{a_1}{a_0} = T$  (zaman sabiti)       $\frac{b_0}{a_0} = k$  (statik duyarlılık)

(1) eşitliğinde, sıfır başlangıç şartıyla Laplace dönüşümü alınrsa birinci dereceden bir sistemin transfer fonksiyonu

$$T s X_0(s) + X_0(s) = K X_i(s) \Rightarrow \frac{X_0(s)}{X_i(s)} = \frac{K}{Ts + 1} \quad \text{şeklini alır}$$

Termokuplar ve termistörler, birinci dereceden sistemlerin örnekleridir.

Birinci dereceden sistemin rampa girişine cevabı



b) Zaman sabiti:  $\tau = 4s$ ,  $T_1 = 25^\circ C$  ve  $T_2 = 75^\circ C$ ,  $t = \tau$  alana kadar sıfırdan itibaren 1 sn aralıklarla hesaplayın ve cevap eğrisini çizin.

$$\frac{x_0(s)}{x_i} = \frac{k}{Ts+1}$$

$$t=0 \text{ için } x_i=0$$

$$x_0(s) = \frac{k}{(Ts+1)} \cdot \frac{x_s}{s}$$

$$t \geq 0 \text{ için } x_i(s) = \frac{x_s}{s}$$

$$x_0(s) = \left[ \frac{1}{s} - \frac{1}{s + \frac{1}{2}} \right] \cdot k x_s \xrightarrow{\text{Laplace}} x(t) = k \cdot x_s (1 - e^{-t/\tau}) \text{ elde edilir.}$$

Birinci dereceden bir sistemin girişine  $(T_2 - T_1) = 75 - 25 = 50^\circ C$ 'lik bir giriş uygulanmaktadır.

Burada  $50^\circ C$  basamak girişidir.

$$t=0 \text{ için } x_0 = 50 \cdot (1 - e^{-0/4}) = 0$$

$$T_0 = 25 + 0 = 25^\circ C$$

$$t=1 \text{ için } x_1 = 50 \cdot (1 - e^{-1/4}) = 11,0533$$

$$T_1 = 25 + 11,0533 = 36,06^\circ C$$

$$t=2 \text{ için } x_2 = 50 \cdot (1 - e^{-2/4}) = 19,673$$

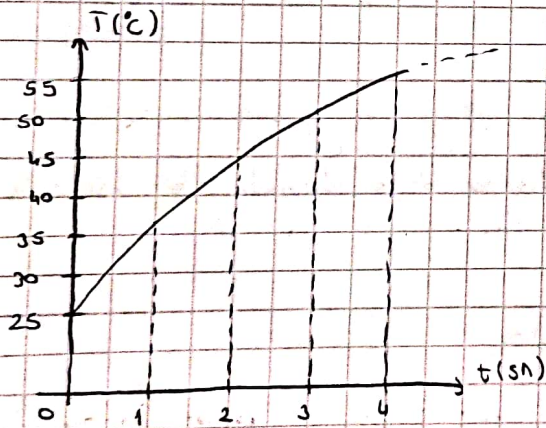
$$T_2 = 25 + 19,673 = 44,673^\circ C$$

$$t=3 \text{ için } x_3 = 50 \cdot (1 - e^{-3/4}) = 26,381$$

$$T_3 = 25 + 26,381 = 51,381^\circ C$$

$$t=4 \text{ için } x_4 = 50 \cdot (1 - e^{-4/4}) = 31,606$$

$$T_4 = 25 + 31,606 = 56,606^\circ C$$



4.a) İkinci dereceden bir sistemin matematik ifadesini yazın ve sistemi tanımlayan parametreleri açıklayın.

b.  $\xi > 1$ ,  $\xi = 1$  ve  $\xi < 1$  için birim basamak girişine cevabı çiziniz.

c. Ölçü zamanı elemanı nedir? Matematik ifadesini yazın, şeklini çizin, ölçü zamanı elemanına pratik örnekler verin.

a) ikinci dereceden bir sistemin denklemleri  $a_2 \frac{d^2 x_0}{dt^2} + a_1 \frac{dx_0}{dt} + a_0 x_0 = b_0 x_i$  (matematiksel ifade)

Bu eşitliğin Laplace dönüşümü alınrsa (başlangıç koşulları sıfır kabul edilmiştir)

$$a_2 s^2 X_0(s) + a_1 s X_0(s) + a_0 X_0(s) = b_0 X_i(s)$$

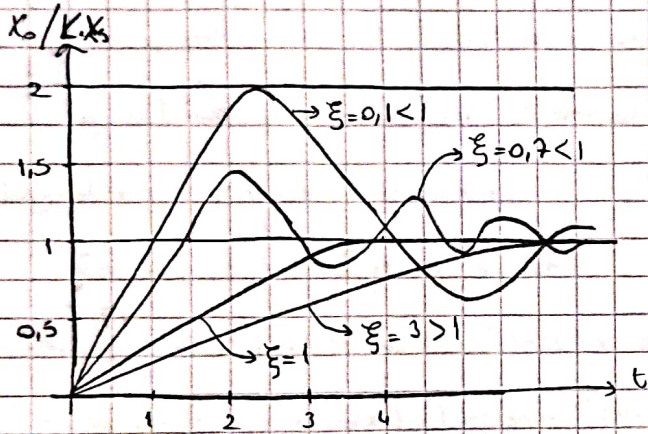
$$X_0(s) = \frac{K}{\frac{a_2 s^2}{a_0} + \frac{a_1 s}{a_0} + 1} = \frac{K}{\frac{s^2}{\omega_n^2} + \frac{2\xi s}{\omega_n} + 1}$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{a_0}{a_2}} : \text{sönüm tabii frekansı (rad/sn)}$$

$$\xi = \frac{a_1}{2\sqrt{a_0 \cdot a_2}} : \text{sönüm hızı (oranı)}$$

$$K = \frac{b_0}{a_0} : \text{statik duyarlılık}$$

b) ikinci dereceden bir sistemin  $\xi > 1$ ,  $\xi = 1$  ve  $\xi < 1$  için birim basamak girişine cevabını çiziniz.



$\xi < 1$  : aşırı sönümlü

$\xi = 1$  : kritik sönümlü

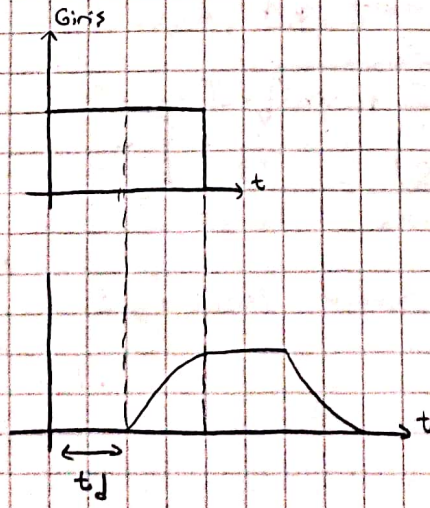
$\xi > 1$  : sönümsüz

c) Ölü zaman, elemanı yada taşıma gecikmesi, çıkışın girişin tam olarak aynı olduğu fakat olayın  $t_d$  kadar bir gecikme ile meydana geldiği bir sistem olarak tanımlanır.

Matematiksel olarak :  $X_0(t) = K \cdot X_i(t - t_d)$  ve  $t > t_d$  için tanımlanır.



Şekil 1



Şekil 2

Şekil 1: Basit ölü zaman elemanı cevabı

Şekil 2: Ölü zaman + birinci dereceden bir elemanın birim basamak girişine cevabı.

Şekil 1'e örnek olarak pnömatik (basıncı havalı) aletler örnek verilebilir. Hava basıncı bir tüpün uçundaki basınç genişliği ve arasındaki mesafe boyunca yayılma için gerekli sürenin sonunda diğer uçtan gözlenecektir. Hız, ses hızına (343 m/s) yaklaşıp eşit alınan 100 m'lik bir boru için öli zaman sabiti 1 sn'den biraz daha azdır. Hidrolik ve pnömatik cihaz sistemlerinde bu olay göz önüne alınması gereken önemdedir.

Şekil 2'ye ise bir transistörün analizör olarak kullanılması örnek verilebilir. Transistör darbe geliştirici tı sıra sonra ilatına geçer.