Problema 1

Rezultatele calibrării unui senzor de temperatură (rezistiv, rezistență de platină) sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Temperatura (^{0}C)	**Rezistența Ω**
0	100
100	138.5
200	175.83

Ecuația de calibrare are forma:

$R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t + \beta \cdot t^2)$

Să se determine:

a) valorile coeficienților α şi β

b) neliniaritatea – procentuală - a senzorului la 100 ^{0}C.

Soluție

a. Ecuația are forma:

$$R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t + \beta \cdot t^2)$$

care valoric se va prezenta prin sistemul de ecuații:

$$138.5 = 100 \cdot \left(1 + \alpha \cdot 100 + \beta \cdot 100^2\right)$$

$$175.83 = 100 \cdot \left(1 + \alpha \cdot 200 + \beta \cdot 200^2\right)$$

Soluția numerică pentru sistemul anterior este:

$\alpha = 3.91 \cdot 10^{-3}$ iar $\beta = -5.85 \cdot 10^{-7}$

b. Pentru o calibrare liniară ecuația este (vezi figura 1):

$$R_t = \frac{R_{200} - R_0}{200} \cdot t + R_0$$

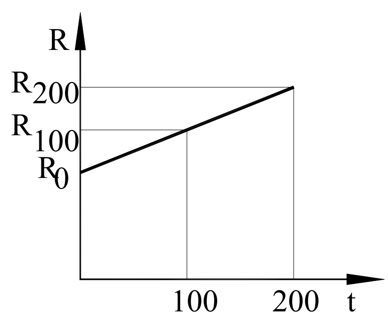


Fig.1

Conform celor specificate:

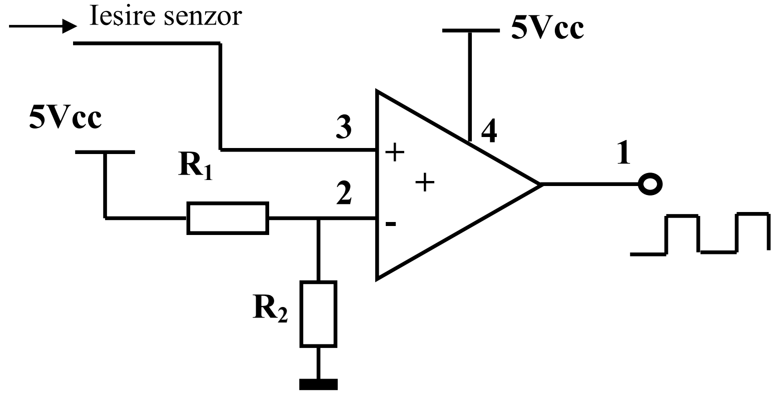
$$R_{100} = \frac{175.83 - 100}{200} \cdot 100 + 100 = 137.9 \ \Omega$$

Neliniaritatea elemenentului senzorial la t = 100 ^{0}C va fi:

$$\Delta R = \frac{138.5 - 137.9}{200} \cdot 100 = 0.3 \ \%$$

Problema 2

Schema unui convertor A/N este prezentată în figură.



Soluție

La pinul 1 se obține semnalul de ieşire digital. La pinul 2 se aplică tensiunea de referință prin divizorul de tensiune R_1, R_2. La pinul 3 se aplică semnalul analogic al senzorului. La pinul 4 se aplică tensiunea de alimentare.

Pentru $R_1 = 200\ \Omega$, $R_2 = 50\ \Omega$ şi un semnal de 5 Vcc, la pinul 2 se aplică valoarea :

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_{ref} = \frac{50}{200+50} \cdot 5 = 1\ V$$

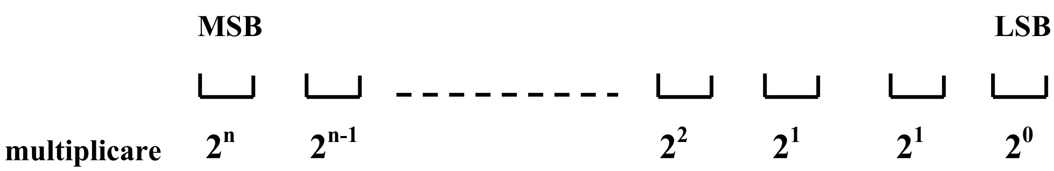
Conversia pe 4 biți determină un increment – *lățimea de cod* - în tensiune de valoare :

$$increment = \frac{U_{ref}}{2^n} = \frac{1}{2^4} = 0.0625\ V/bit$$

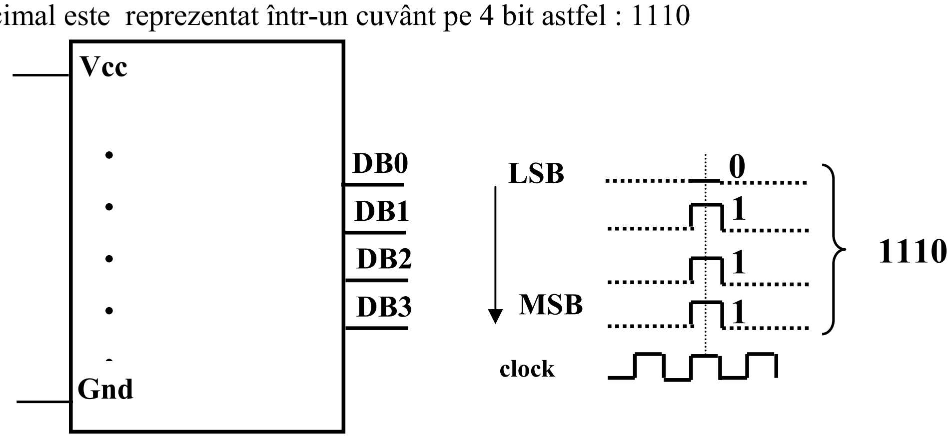
Dacă semnalul analogic de la senzor are valoarea $U_{senzor} = 0.9\ V$ ieşirea convertorului va fi de :

$$\frac{0.9}{0.0625} = 14.4\ bit$$

Principiul de lucru pentru reprezentarea unui « cuvânt », cunoscut de fapt, este reprezentat în figură :

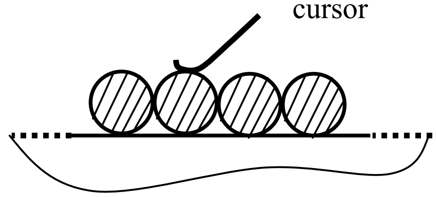


14 zecimal este reprezentat într-un cuvânt pe 4 bit astfel : 1110



Problema 3

Un traductor de deplasare rezistiv (pentru mişcare de rotație) are curma maximă posibilă (de măsurat) $\alpha_{\max} = 180^0$ şi este realizat pe baza a $N = 1000$ spire bobinate pe un suport izolator. Care este rezoluția traductorului ?



Soluție

$$rezolutia = \frac{\alpha_{\max}}{N} = \frac{180}{1000} = 0.18^0$$

Problema 4

Traductorul rezistiv anterior trebuie interfațat cu un PC. Să se aleagă dintre variantele aflate la dispoziție:

- Convertor A / D – pe 8 bit
- Convertor A / D – pe 12 bit

Convertorul cu o rezoluție superioară celei a traductorului rezistiv.

Soluție

a) Convertorul pe 8 – bit asigură o indicație digitală pe :

$2^8 = 256$ diviziuni *(0,....,255)*

Pentru cursa de realizat impusă rezoluția digitală va fi :

$$rezolutia = \frac{\alpha_{\max}}{256} = \frac{180}{256} = 0.7^0 > 0.18^0$$

b) Pentru convertorul pe 12-bit indicația va fi :

$2^{12} = 4096$

Pentru cursa maximă de realizat rezoluția digitală va fi :

$$rezolutia = \frac{\alpha_{\max}}{4096} = 0.044^0 < 0.18^0$$

Se alege convertorul pe 12 – bit.

Problema 5

Un traductor are ecuația dinamică:

$$2\frac{dU}{dt} + 5 \cdot U = 4\omega$$

unde U [V] iar ω [rad/s] sunt mărimea de ieşire şi respectiv informația primară.

Se cere:

a) Să se precizeze ordinul elementului senzorial;

b) Să se determine: sensibilitatea şi respectiv constanta de timp;

c) Care este răspunsul elementului senzorial la un semnal de intrare de tip impuls unitar ?

Soluție

a) Gradul ecuației diferențiale este 1 → element dinamic de ordinul unu;

b) Aplicând transformata Laplace ecuației dinamice se obține funcția de transfer (vezi Anexa) :

$$G(s) = \frac{U(s)}{\omega(s)} = \frac{4}{2s+5} = \frac{4/5}{2/5 \cdot s + 1}$$

Sensibilitatea traductorului este:

$$S = \frac{4}{5} = 0.8\ \frac{V}{rad/s};$$

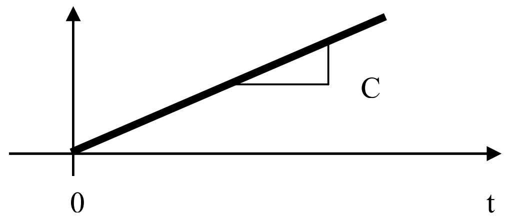
Constanta de timp are valoarea:

$$\tau = \frac{2}{5} = 0.4\ s$$

c) Vezi Anexa 2 (partcularizează cu valorile numerice)

Anexa 1

- **Funcția rampă**



Obs.: C este o constantă reală.

- Transformata Laplace a funcției rampă este:

$$\mathcal{L}\{f(t)\} = F(s) = \int_0^\infty f(t)e^{-st}dt = \int_0^\infty Cte^{-st}dt$$

Se aplică integrarea prin părți. Conform acestei metode de integrare:

$\int udv = uv - \int vdu$ iar ca integrală definită: $\int_a^b udv = uv\Big|_a^b - \int_a^b vdu$

Se notează:

$$u = Ct$$

$$du = Cdt$$

$$v = -\frac{1}{s}e^{-st}$$

$$dv = e^{-st}dt$$

Prin urmare, în calculul transformatei Laplace, se obține:

$$F(s) = \int_0^\infty Cte^{-st}dt = uv\Big|_0^\infty - \int_0^\infty vdu = -\frac{Ct}{s}e^{-st}\Big|_0^\infty - \int_0^\infty\left(-\frac{1}{s}e^{-st}C\right)dt =$$

$$= 0 + \frac{C}{s}\int_0^\infty e^{-st}dt = \frac{C}{s}\left(-\frac{1}{s}\right)e^{-st}\Big|_0^\infty = \frac{C}{s^2}$$

Transformata Laplace a funcției rampă este:

$$\mathcal{L}\{Ct\} = \frac{C}{s^2}$$

Anexa 2

6.1 Sistemul de ordinul 1

6.1.1 Caracteristici generale

Ecuaţia dinamică a sistemului este de forma:

$$a_1 \cdot \frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) = b_0 u(t) \tag{6.11}$$

Aplicând transformata Laplace şi reorganizări successive, se obţine funcţia de transfer a unui sistem de ordinul 1:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{b_0}{a_1 s + a_0} = \frac{b_0/a_0}{\frac{a_1}{a_0} s + 1} = \frac{S}{\tau \cdot s + 1} \tag{6.12}$$

unde $S = \frac{b_0}{a_0}$ (6.13)

este sensibilitatea sistemului, iar

$$\tau = \frac{a_1}{a_0}\ [s] \tag{6.14}$$

este constanta de timp a sistemului.

Mărimea de ieşire va fi:

$$Y(s) = \frac{S}{\tau \cdot s + 1} \cdot U(s)$$
$$y(t) = \mathcal{L}^{-1}\left\{ \frac{S}{\tau \cdot s + 1} \cdot U(s) \right\} \tag{6.15}$$

6.1.2 Răspunsul sistemului de ordinul 1 la mărimea de intrare „impuls unitar" (funcţia pondere a asistemului)

Transformata Laplace a mărimii de intrare considerate este U(s) =1. Relaţia (6.15) devine în acest caz:

$$y(t) = \mathcal{L}^{-1}\left\{ \frac{S}{\tau \cdot s + 1} \cdot 1 \right\} = S \cdot \mathcal{L}^{-1}\left\{ \frac{1/\tau}{s + 1/\tau} \right\} = S \cdot \frac{1}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \tag{6.16}$$

pentru care s-a utilizat tabela de funcţii inverse Laplace, din care s-a extras:

$$\mathcal{L}^{-1}\left\{ \frac{k}{s + a} \right\} = k \cdot e^{-at} \tag{6.17}$$

Formele de variaţie ale mărimilor de intrare şi ieşire sunt prezentate în fig. 6.16.

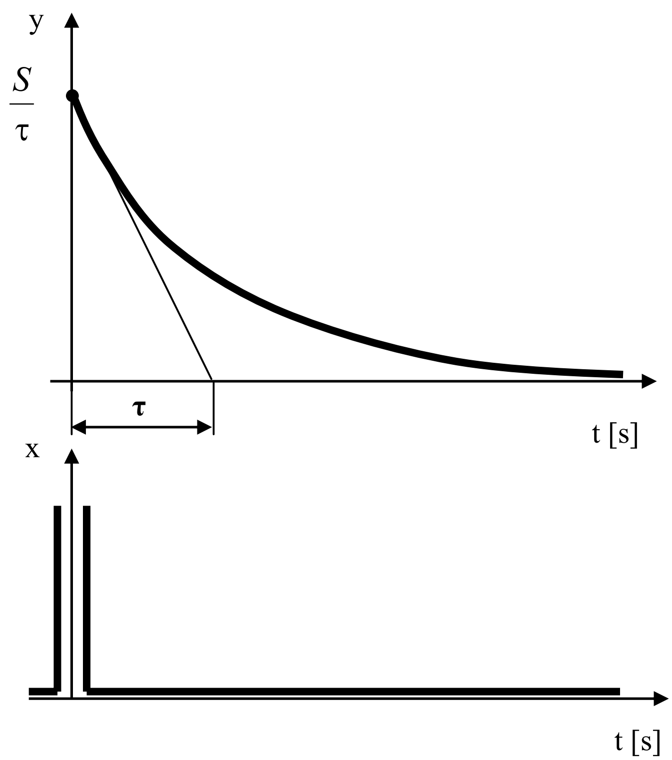


Fig. 6.16 Răspunsul sistemului de ordinul 1 la semnal de intrare de tip impuls unitar, cu evidențierea sesnsibilității S şi a constantei de timp τ

6.1.3 Răspunsul sistemului de ordinul 1 la mărimea de intrare „treaptă” (răspuns indicial)

Pentru un semnal de tip treaptă, transformata Laplace este:

$$U(s) = \frac{H}{s} \tag{6.18}$$

unde H este valoarea semnalului (H = 1 defineşte semnalul treaptă unitară).

În acest caz răspunsul sistemului se determină conform următoarelor:

$$y(t) = \mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{S}{\tau \cdot s + 1} \cdot \frac{H}{s}\right\} = S \cdot H \cdot \mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{\frac{1}{\tau}}{s(s + \frac{1}{\tau})}\right\} = S \cdot H \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \tag{6.19}$$

Răspunsul sistemului la un semnal treaptă este prezentat în fig. 6.17. Se observă că valoarea de regim stabilizat (valoarea staționară) este:

$$y_{st} = S \cdot H \tag{6.20}$$

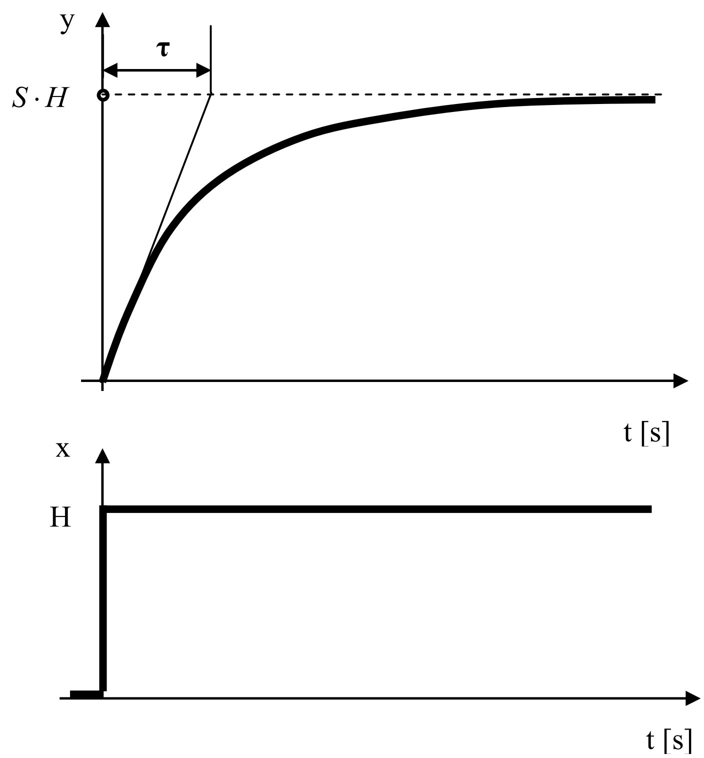


Fig. 6.17 Răspunsul sistemului de ordinul 1 la un semnal de intrare de tip treaptă, cu evidențierea valorii de regim staționar şi a constantei de timp a sistemului

Se consideră ca acceptabilă, atingerea valorii de ieşire de .95 x y_{st} în zona domeniului de câmp staționar dupa 3 constante de timp. Valoarea acceptată de .95 din cea de regim staționar depinde de aplicatie.