



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale
2007-2013



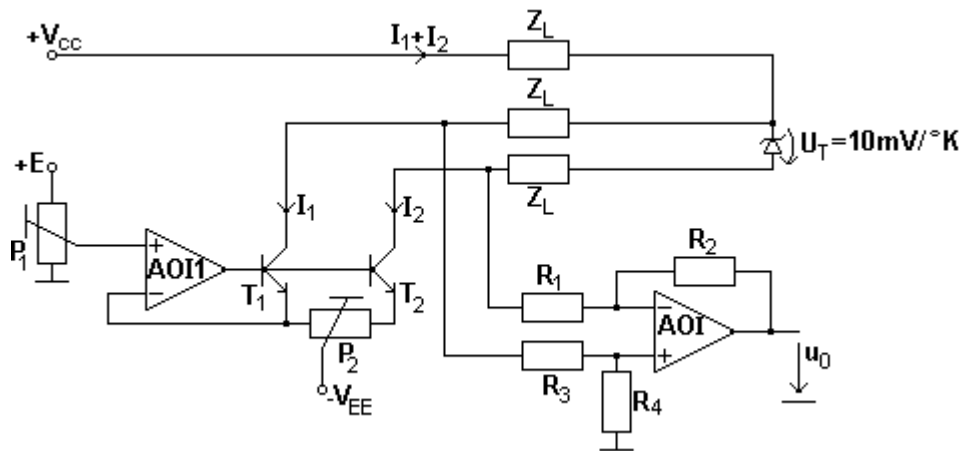
Platformă de e-learning și curriculum e-content pentru învățământul superior tehnic

Elemente de Electronică Analogică

50. Circuite neliniare cu AO

Măsurarea la distanță a unui potențial determinat de un sensor de temperatura (eliminarea influenței cablurilor asupra măsurătorilor). Senzorul utilizat: LM335

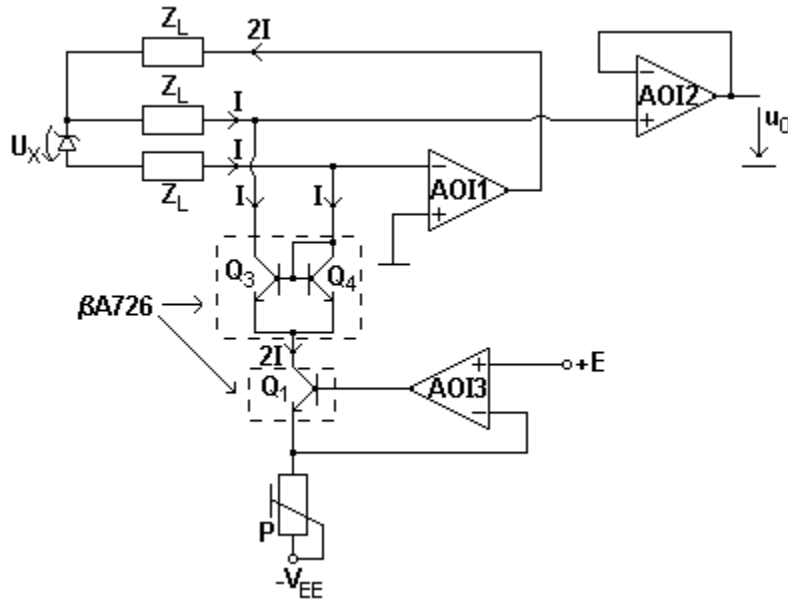
Varianta I :



$$\text{Reglare } \begin{cases} P_1 \rightarrow I_1 \in (1 \dots 5) \text{mA} \\ P_2 \rightarrow I_1 = I_2 \end{cases} ; \quad R_1 = R_2 = R_3 = R_4 \quad \Rightarrow \quad u_0 = U_x \cdot$$

Varianta II :

Elementul de măsură este plasat pe reacția amplificatorului. Se utilizează o oglindă de curent realizată în structura integrată (β A726 - circuitul are în structură sa un bloc electronic care reglează temperatura capsulei integratului).



Amplificatoare logaritmice si antilogaritmice hibride

Folosirea tranzistoarelor ca elemente neliniare in bucla de reactie a amplificatoarelor pentru realizarea functiilor de transfer logaritmica si antilogaritmica aduce avantaje in ceea ce priveste calitatea compensarii cu temperatura si a dinamicii semnalului de intrare. Desi diodele pot fi utilizate in scheme de tipul celor prezentate, datorita posibilitatilor sporite de comanda a altor elemente neliniare (tranzistoare), se prefera alte scheme, principiul de functionare ramanand acelasi. In general schemele hibride utilizeaza AO si arii de tranzistoare integrate. Schemele care vor fi prezentate utilizeaza circuitul integrat $\beta A726$ (arie de doua tranzistoare npn si o oglinda de curent, termostata). De remarcat ca oglinda de curent din integrat este de foarte multe ori utilizata reversarea curentului de intrare la amplificatoarele antilogaritmice (figura 11.6, 11.7).

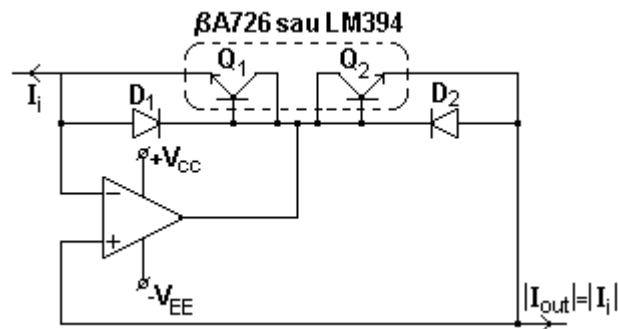


Figura 11.6

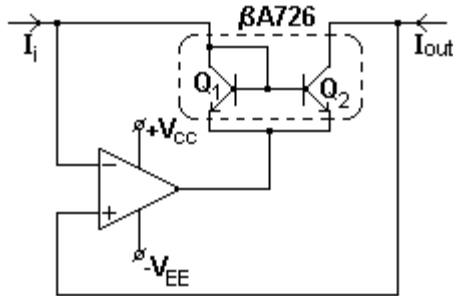


Figura 11.7

Pentru amplificatoarele logaritmice se poate utiliza cu mult succes convertorul prezentat in figura 11.8. Schema prezentata permite realizarea unei functii de transfer descrisa de relatia 11.10

$$u_e \approx \ln\left(\frac{u_i}{U_{REF}}\right) \quad (11.10)$$

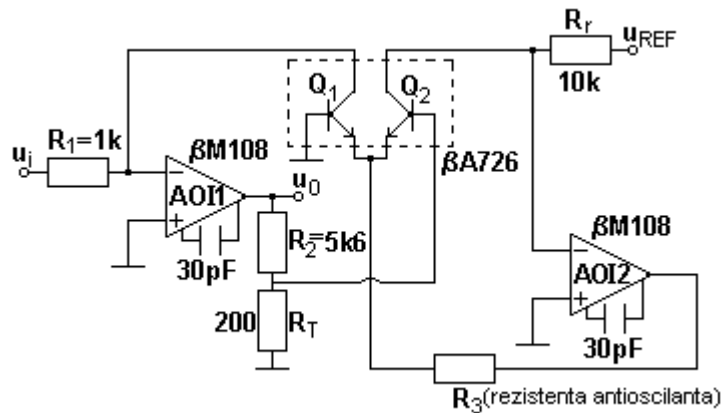


Figura 11.8

In aceasta schema tranzistorul Q_1 este elementul nelinier al amplificatorului logaritmice, iar tranzistorul Q_2 indeplineste functia de compensare. Amplificatorul operational AOI_2 este utilizat ca sursa de curent constant pentru tranzistorul Q_2 , compensarea tensiunii termice (U_T) facandu-se prin divizorul R_2R_T si nu prin variatia castigului amplificatorului AOI_2 , ca in cazul schemei implementate cu diode.

Urmarind schema din figura 11.8 se gaseste ca :

$$I_C = \alpha_0 I_e ; I_e = I_{eS} \exp\left(\frac{U_{BE}}{U_T} - 1\right)$$

$$u_o = \frac{R_T + R_2}{R_T} (U_{BE_2} - U_{BE_1}) = \frac{R_T + R_1}{R_T} \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{I_{C_2} \alpha_{01} I_{eS1}}{I_{C_1} \alpha_{02} I_{eS2}}\right)$$

Deoarece $I_{C2} = \frac{U_{REF}}{R_r}$ si $I_{C1} = \frac{u_i}{R_1}$, $\alpha_{01} \approx \alpha_{02}$, $I_{eS1} \approx I_{eS2}$ rezulta

$$u_o = -\frac{R_T + R_1}{R_T} \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{u_i}{U_{REF}} \frac{R_r}{R_1} \frac{I_{eS1}}{I_{eS2}} \right)$$

Raportul $\frac{I_{eS1}}{I_{eS2}}$ este cuprins in gama $0.8 \div 1.2$ si este independent de

temperatura. Principala eroare care apare in caracteristica de transfer este datorata termenului $U_{REF} \frac{R_1}{R_r}$ care poate fi compensat prin ajustarea

corespunzatoare a tensiunii U_{REF} . Se observa ca datorita utilizarii circuitului $\beta A726$ tranzistoarele Q_1 si Q_2 lucreaza la o temperatura constanta

$\left(T = T_{TERMO} \approx 77^\circ C = 350K; \frac{kT_{TERMO}}{q} = 26mV \left(\frac{350}{300} \right) \approx 30mV \right)$. In aceste conditii

caracteristica de transfer are expresia

$$u_o \approx -2 \ln u_i - 2 \quad [V]$$

Cu o schema hibrida de genul celei precizate se poate asigura o functionare corecta in domeniul a 2-3 decade a comenzii de intrare (In cazul in care comanda se realizeaza in curent acest domeniu poate fi extins la 3-4 decade). In cazul in care marimea de referinta este o marime de intrare, schema permite obtinerea unei caracteristici logaritmice a raportului a doua tensiuni.

Amplificatorul de calcul antilogaritmic in versiune hibrida este prezentat in figura 11.9

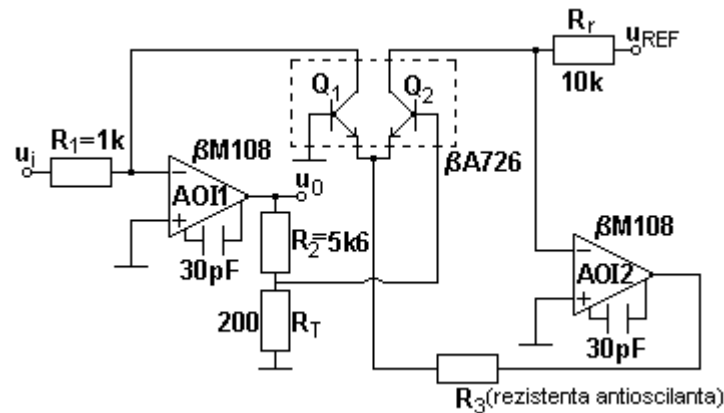


Figura 11.9

Aplicand aceasi metoda de calcul se pot deduce relatiile:

$$u_i \frac{R_T}{R_T + R_1} = U_{BE1} - U_{BE2}$$

$$u_i = \frac{R_1 + R_T}{R_T} \frac{kT}{q} \ln \frac{U_{REF}}{R_r} \frac{R_2}{U_e} \frac{I_{S2}}{I_{S1}}$$

$$u_e = U_{REF} \frac{R_2}{U_e} \frac{I_{S2}}{I_{S1}} \operatorname{antilog} \left(-u_i \frac{q}{kT} \frac{R_T}{R_T + R_1} \right)$$

Amplificatorul logaritmic si antilogaritmic integrate

In figura 11.10 este prezentata structura integratului Burr – Brown 4127. Acest integrat asigura o functionare corecta pentru 6 decade daca este comandat in curent si 4 decade daca este comandat in tensiune.

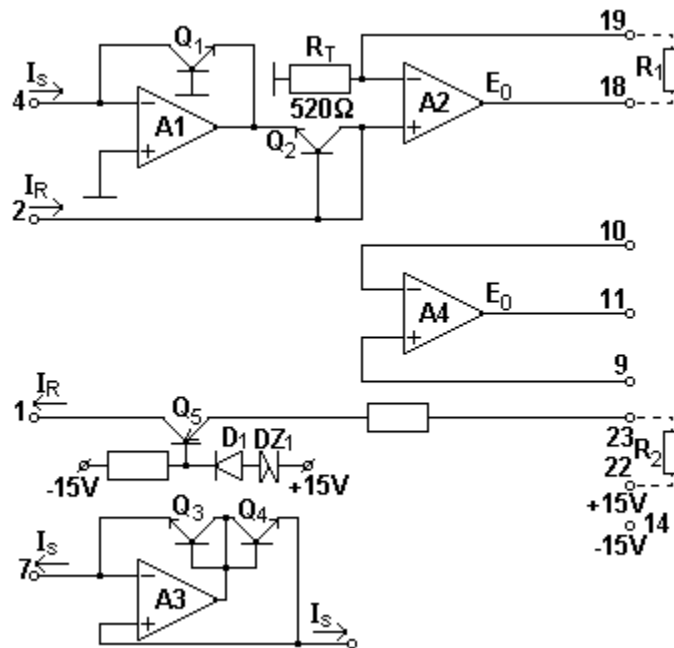


Figura 11.10 (Catalog Burr Brown)

Circuitul are in structura sa un generator de curent (Q_5 , $D1$, $DZ1$), un invertor de curent (Q_3 , Q_4 , A_3), un amplificator general (A_4) si un amplificator logaritmic compensat ($A1$, A_2 , Q_1 , Q_2). Tehnica de compensare este identica cu cea prezentata in schema din figura 11.2 (Compensarea se realizeaza prin modificarea castigului amplificatorului A_2).

Tensiunea de iesire are expresia:

$$E_o = -A \log \frac{I_s}{I_R}$$

unde $A = \frac{R_T + R_1}{R_T} (0.26mV) \frac{1}{0.434}$, $R_T \approx 520\Omega$.

In Figura 11.11 este prezentata schema interna a circuitului integrat LOG100 produs tot de firma Burr Brown.

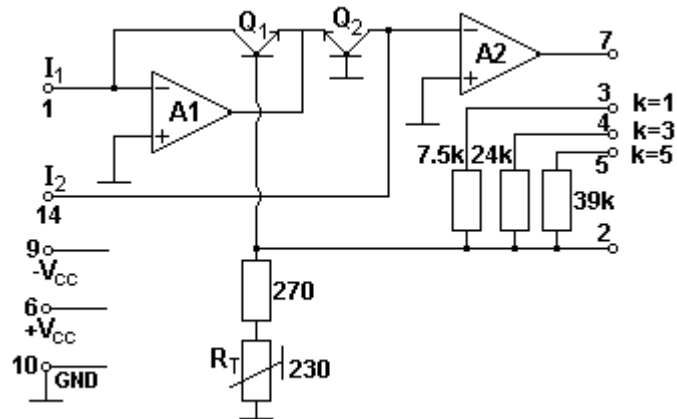


Figura 11.11 (Catalog Burr Brown)

PRINCIPIUL DE FUNCTIONARE A FOST PREZENTAT LA AMPLIFICATORUL HIBRID (FIGURA 11.8, 11.9), CIRCUITUL PERMITE REALIZARE ATAT A FUNCTIEI LOGARITM CAT SI ANTILOGARITM.