

L8. STABILIZATOARE DE TENSIUNE CONTINUĂ

În lucrare se studiază funcționarea și caracteristicile a două configurații de circuite stabilizatoare de tensiune continuă cu element de reglare serie.

1. Considerații teoretice

Stabilizatoarele de tensiune continuă sunt circuite care asigură la ieșirea lor o tensiune

constantă în condițiile în care tensiunea de intrare (U_i) și curentul debitat în sarcină (I_0) se modifică între anumite limite. Stabilizatoarele se conectează între redresor și sarcina care necesită tensiune constantă de alimentare.

Pentru aprecierea performanțelor stabilizatoarelor sunt importanți următorii parametrii:

- factorul relative de stabilizare în tensiune:

$$F_0 = \left. \frac{\Delta U_i / U_i}{\Delta U_0 / U_0} \right|_{I_0 \text{ și } T \text{ sunt constante}} \quad (1)$$

- coeficientul de stabilizare:

$$S_0 = \left. \frac{\Delta U_i}{\Delta U_0} \right|_{I_0 \text{ și } T \text{ sunt constante}} \quad (2)$$

- rezistența de ieșire (rezistența internă):

$$R_0 = - \left. \frac{\Delta U_0}{\Delta I_0} \right|_{U_i \text{ și } T \text{ sunt constante}} \quad (3)$$

În expresiile anterioare U_i și U_0 sunt tensiunile de la intrarea, respective ieșirea circuitului, I_0 curentul debitat în sarcină de către stabilizator, iar T temperatura.

În această lucrare studiul schemelor de stabilizare se face cu

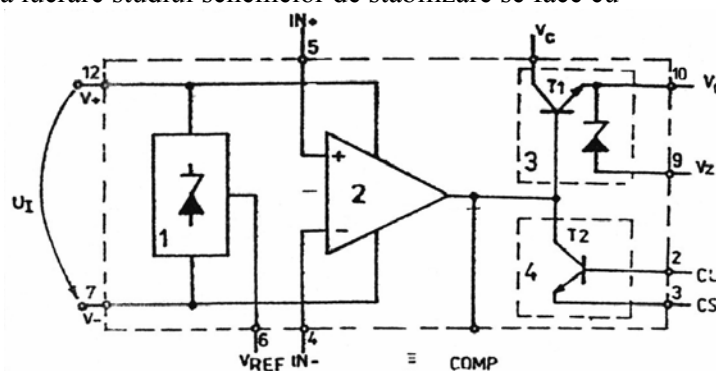


Figura 1

ajutorul unor circuite realizate cu stabilizatorul integrat BA723 a cărei schemă bloc de principiu este prezentată în figura 1 (în care sunt specificate și terminalele de acces la capsula CI). Circuitul BA723 este un stabilizator de tensiune destinat în special aplicațiilor ce necesită un stabilizator cu element de reglare serie. Se poate folosi și la realizarea surselor de tensiune pozitivă sau negativă, având regulator serie sau paralel, în comutare, flotant, etc. Circuitul referința de tensiune (blocul 1) realizează la ieșire o tensiune V_{REF} constantă (valoare tipică 7,15V) în condițiile variației tensiunii de

intrare U_i și a temperaturii T . Caracteristica tipică de transfer a circuitului, $V_{REF}(U_i)$, este prezentată în figura 2.

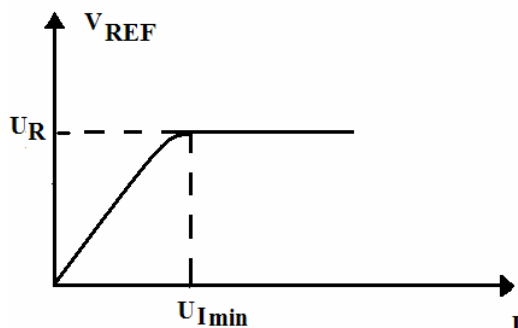


Figura 2

Amplificatorul de eroare (bloc 2 fig. 1) este un amplificator diferențial cu amplificare în buclă deschisă mare și rezistență mică la ieșire. Compensarea în frecvență a amplificatorului de eroare s-a făcut prin montarea unui condensator de 100pF (nefigurat pe desen) între ieșire (COMP) și intrarea inversoare (IN-).

Etajul de ieșire (bloc 3 fig. 1) conține elementul de reglare serie integrat (T1), care este construit cu tranzistoare în configurație Darlington, fiind accesibile la capsulă, colectorul dubletului (V_C intrare) și ieșirea din emitor (V_O). Ieșirea V_Z poate fi folosită pentru stabilizatoare construite să funcționeze în regim flotant, sau cu element de reglare paralel. Pentru obținerea unui curent de ieșire mai mare decât cel pe care-l poate furniza circuitul BA723 (la putere maxim admisibilă pe elementul serie integrat), în exteriorul CI se pot adauga unul sau mai multe tranzistoare de putere montate pe radiator (vezi figura 5).

Cu CI BA723 se pot realiza două configurații de stabilizatoare serie, pentru tensiuni de ieșire mai mici, respective mai mari, decât tensiunea de referință.

Pentru tensiuni mai mici decât tensiunea de referință ($U_0 < V_{REF}$) circuitul se realizează ca în figura 3, iar tensiunea de ieșire rezultă ca mai jos:

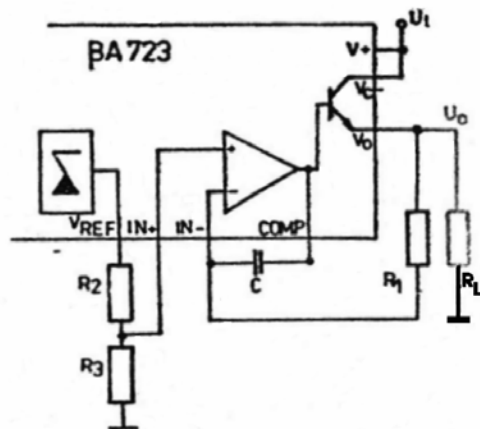


Figura 3

$$U_0 = A_0(V_{IN+} - V_{IN-}) + V_{BE}$$

$$V_{IN+} = V_{REF} \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

$$V_{IN-} = U_0$$

rezultă

$$U_0 = \frac{A_0}{1 + A_0} \cdot \frac{V_{REF} \cdot R_3}{R_2 + R_3} + \frac{V_{BE}}{1 + A_0}$$

și pentru că $A_0 \gg 1$, se scrie:

$$U_0 = V_{REF} \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3} \quad (4)$$

Pentru tensiuni mai mari decât tensiunea de referință ($U_0 > V_{REF}$) divizorul de tensiune este realizat pe intrarea inversoare (figura 4). Relația tensiunii ieșire rezultă în felul următor:

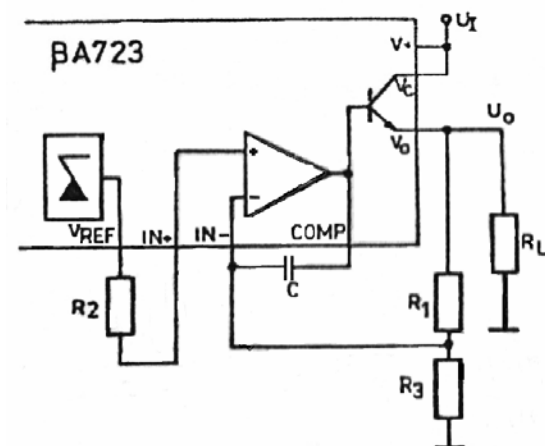


Figura 4

$$V_{IN+} = V_{REF}$$

$$V_{IN-} = U_0 \cdot \frac{R_3}{R_1 + R_3}$$

deci

$$U_0 = \frac{A_0 \cdot V_{REF}}{1 + A_0 \cdot \frac{R_3}{R_1 + R_3}} + \frac{V_{BE}}{1 + A_0 + \frac{R_3}{R_1 + R_3}}$$

și pentru că $A_0 \gg 1$

$$U_0 = V_{REF} \cdot \left(1 + \frac{R_1}{R_3} \right)$$

Circuitul de protecție (bloc 4 fig.1) are rolul de a evita distrugerea elementului de reglare serie, prin depășirea valorii maxim admisibile a curentului. Metodele de limitare studiate în lucrare au la bază limitarea, respectiv micșorarea curentului de bază a tranzistorului serie, prin deschiderea unui transistor care preia o parte din curentul de ieșire al amplificatorului de eroare (T2 din figura 1).

În cazul limitării de curent (figura 5) rezistența

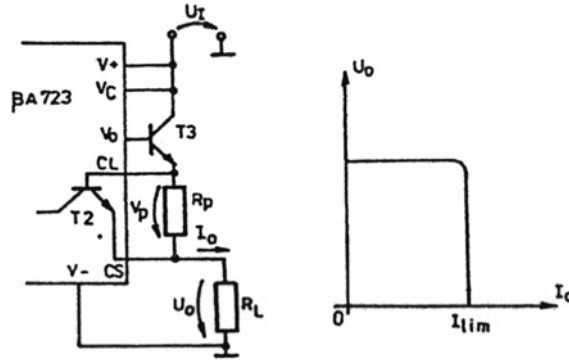


Figura 5

de protecție (R_p) limitează curentul la valoarea:

$$I_{\lim} = \frac{V_p}{R_p} = \frac{0,65V}{R_p} \quad (6)$$

pentru că tranzistorul T2 se deschide la tensiunea $V_{BE2} = V_{CL} - V_{CS} \approx 0.65V$. Acest circuit limitează curentul, dar nu protejează și elementul de reglare serie (tranzistorul T3 exterior CI), pentru că puterea disipată depinde și de tensiunea dintre intrare și ieșire ($U_i - U_o$). Pentru a realiza și protecția elementului de reglare serie (sau a CI dacă nu se folosește tranzistorul extern T3), se folosește o schemă de protecție cu întoarcere de curent (figura 6) care produce și reducerea curentului maxim de scurtcircuit (I_{SC}). Dependența $I_o = f(U_o)$ după depășirea valorii maxime a curentului ($I_{0\max}$) este dată de relația:

$$I_o = \frac{U_o R_4}{R_p R_5} + \frac{V_{BE2}(R_5 + R_4)}{R_p R_5} \quad (7)$$

din care rezultă $I_{0\max}$ înlocuind valoarea lui U_o din relația (4) sau (5) și $V_{BE2} = 0.65V$. Valoarea de scurtcircuit a curentului rezultă pentru $U_o = 0$:

$$I_{SC} = \frac{V_{BE2}(R_5 + R_4)}{R_p R_5} \quad (8)$$

În figura 6, pe domeniul de stabilizare, $U_o = ct.$, iar U_{BE2} ia astfel de valori încât T2 este blocat sau conduce un curent de colector I_{C2} care nu afectează funcționarea lui T1 și T3. În domeniul de limitare cu întoarcere $U_{BE2} \approx 0.65V$, curentul prin T2 micșorează curentul de bază a lui T1 (interior CI), respectiv a lui T3 (exterior CI), dependența $I_o(U_o)$ fiind dată de relația (7).

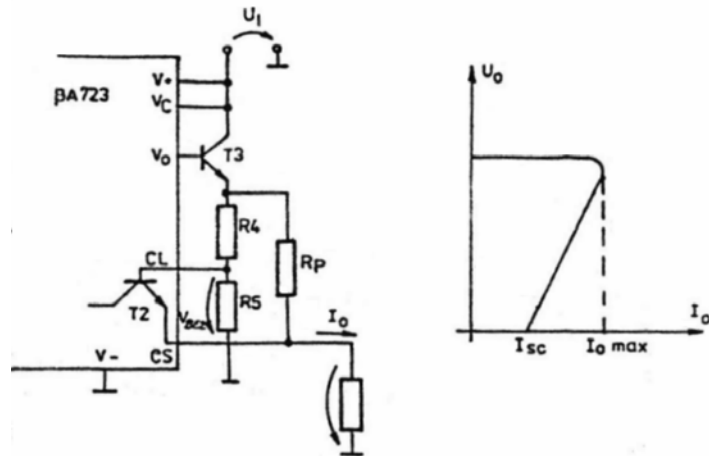


Figura 6

2. Mod de lucru

Schema montajului experimental este cea din figura 7, pe care s-au figurat și terminalele CI BA723. Rezistența de sarcină variabilă este realizată din două potențiometre înseriate ($R_L = R_{L1} + R_{L2}$).

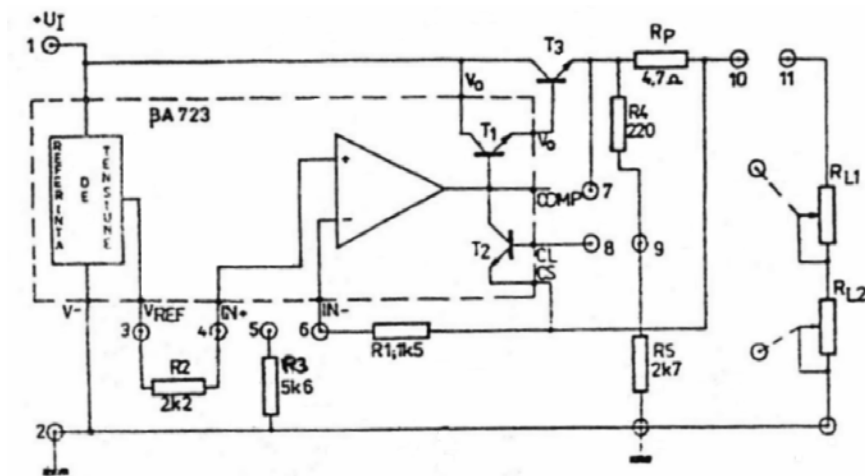


Figura 7

Aparate necesare:

- sursă de tensiune reglabilă;
- voltmetru electronic;
- miliampermetru;

Determinări experimentale:

Caracteristica de transfer a circuitului referință de tensiune

1. Se conectează o sursă reglabilă de tensiune (U_I) între bornele 1 și 2 completându-se tabelul 1, tensiunea V_{REF} fiind citită la borna 3 față de masă.

Tabelul 1

$U_I(V)$	0	2	4	6	7	8	9	10	12	15	20
$V_{REF}(V)$											

Studiul stabilizatorului cu $U_0 < V_{REF}$ și limitarea de curent la o valoare fixă:

2. Se realizează circuitul prin scurtcircuitarea bornelor 4 cu 5 și 7 cu 8, se fixează $U_I = 10V$ și se ridică caracteristica de ieșire $U_0 = f(I_0)$ modificând valoarea rezistenței de sarcină R_L . Se completează tabelul 2.

Tabelul 2

$I_0(mA)$	0										$I_{lim} =$
$V_0(V)$											

Studiul stabilizatorului cu $U_0 > V_{REF}$ și limitarea prin întoarcere a curentului de ieșire:

3. Se realizează circuitul prin scurtcircuitarea bornelor 5 cu 6 și 8 cu 9. Se fixează tensiunea la intrare $U_I = 20V$ și se ridică caracteristica $U_0 = f(I_0)$ conform tabelului 3.

Tabelul 3

$I_0(mA)$	0										
$V_0(V)$											

$V_{max} =$; $I_{lim} =$;

Prelucrarea datelor experimentale și concluzii:

1. Cu ajutorul datelor din tabelul 1 se trasează caracteristica de transfer a circuitului referință de tensiune, $V_{REF}(U_I)$; se determină grafic valoarea minimă necesară a tensiunii de alimentare U_I .
2. Se compară valorile tensiunilor stabilizate de cele două circuite experimentale cu valorile calculate cu ajutorul relațiilor (4) și (5).
3. Pentru circuitul stabilizator cu $U_0 < V_{REF}$:
 - se ridică pe același grafic caracteristicile $U_0(I_0)$, conform datelor din tabelul 2 (caracteristica experimentală), și conform relațiilor (4) și (6) (caracteristica teoretică).
 - se determină rezistența de ieșire a stabilizatorului conform relației (3), considerând două puncte suficient de depărtate în zona de stabilizare a caracteristicii experimentale de ieșire.
4. Se repetă operațiile de la punctul 3, pt stabilizatorul cu $U_0 > V_{REF}$, relațiile folosite la caracteristica teoretică fiind (5) și (7).