

Lucrarea nr. 5

STABILIZATOARE DE TENSIUNE

1. Scopurile lucrării:

- studiul dependenței dintre tensiunea stabilizată și cea de intrare sau curentul de sarcină pentru stabilizatoare serie și derivație;
- determinarea valorii minime a tensiunii de intrare și a valorii limita a curentului de sarcină.

2. Considerații teoretice

2.1 Stabilizatorul parametric

În fig.1 se prezintă schema stabilizatorului parametric, realizat cu o diodă Zener. Stabilizatorul este de tip derivație deoarece elementul regulator (dioda Zener D_1) este conectat în paralel (derivație) cu ieșirea stabilizatorului. Stabilizatorul se numește parametric deoarece parametrii acestuia (rezistența de ieșire, coeficientul de stabilizare și coeficientul de temperatură) depind direct de parametrii diodei Zener:

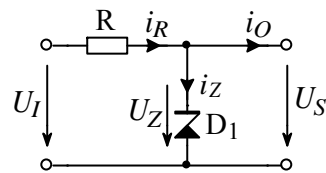


Fig. 1

Tensiunea de ieșire este egală cu tensiunea pe dioda Zener. Modificarea tensiunii de intrare și a curentului de ieșire conduce la modificarea curentului prin dioda Zener iar dacă curentul prin dioda Zener se pastrează în limitele admisibile, tensiunea pe dioda Zener (și implicit tensiunea de ieșire) are o valoare apximativ constantă:

$$U_s = U_z \quad (1)$$

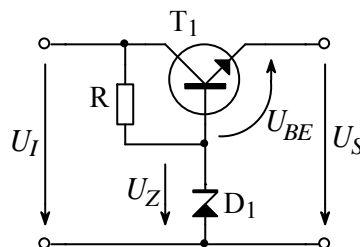


Fig. 2

2.2 Stabilizatoarele serie cu reacție

Sunt acele circuite stabilizatoare la care elementul regulator al tensiunii stabilizate (tranzistorul bipolar) este conectat în serie între intrarea și ieșirea circuitului iar efectul

de stabilizare a tensiunii de ieșire este realizat printr-o reacție negativă. Procedul constă în compararea tensiunii de ieșire (sau a unui eșantion din aceasta) cu o tensiune dată de o sursă de referință. Diferența dintre acestea, numită și tensiune de eroare, este amplificată, în cazul stabilizatoarelor care sunt echipate cu amplificator de eroare și aplicată elementului regulator serie (numit și element de control).

În fig.2 se prezintă schema unui stabilizator cu reacție fără amplificator de eroare. Tranzistorul T_1 are funcția de regulator al tensiunii stabilizate. Același tranzistor compară pe joncțiunea sa bază-emitor tensiunea de referință U_Z cu tensiunea de ieșire U_S . Tensiunea bază-emitor este:

$$U_{BE} = U_Z - U_S \quad (2)$$

de unde rezultă tensiunea de ieșire:

$$U_S = U_Z - U_{BE} \quad (3)$$

În fig.3 se prezintă schema unui stabilizator cu reacție care are amplificatorul de eroare este realizat cu un amplificator operațional (AO).

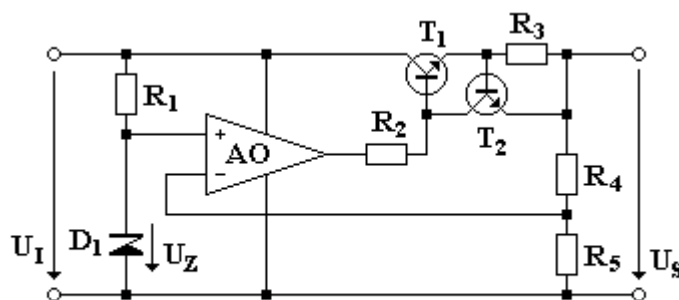


fig. 3

Din punct de vedere al teoriei amplificatoarelor operaționale acest stabilizator se comportă ca un *circuit neinversor*, tensiunea de ieșire este proporțională cu cea de referință U_Z și depinde de valoarea rezistențelor R_4 și R_5 conform relației:

$$U_S = \left(1 + \frac{R_4}{R_5}\right) U_Z \quad (4)$$

Tensiunea de referință U_Z , se obține cu ajutorul stabilizatorului parametric D_1 , R_1 și se aplică pe intrarea neinversoare a AO (intrarea notată cu "+"). Semnalul de ieșire este eșantionat cu ajutorul divizorului rezistiv R_4 , R_5 și o fracțiune din această tensiune se aplică pe intrarea inversoare a AO (intrarea notată cu "-"), pentru a se îndeplini condiția de reacție negativă. Tranzistorul T_1 este elementul regulator iar T_2 și R_3 alcătuiesc **circuitul de protecție** a stabilizatorului la suprasarcină (sau la scurtcircuit la ieșire). Rezistența R_2 limitează curentul de bază al tranzistorului T_1 (poate lipsi).

În caz de suprasarcină sau de scurtcircuit accidental al ieșirii la masă, curentul prin tranzistorul serie T_1 poate crește mult și se depășește puterea maximă admisibilă pe care T_1 o poate disipa. Pentru a preveni distrugerea acestuia se folosesc circuite care limitează curentul maxim de sarcină al stabilizatorului.

Circuitul de protecție al stabilizatorului din fig.3 funcționează în felul următor:

în mod normal tranzistorul T_2 este blocat iar când curentul de sarcină I_S depășește o anumită valoare, T_2 intră în conducție, preia o parte din curentul de bază al

tranzistorului regulator T_1 și I_S se limitează la o valoare nepericuloasă din punct de vedere al puterii disipate de T_1 .

Dacă se presupune că tensiunea de deschidere a joncțiunii bază-emitor a tranzistorului T_2 este de 0,6 V și se cunoaște valoarea rezistenței R_3 , curentul limită $I_{S\text{lim}}$ este dat de relația:

$$I_{S\text{lim}} = \frac{0,6V}{R_3} \quad (5)$$

3. Desfășurarea lucrării

Aparatura necesară

- - o sursă reglabilă de tensiune continuă;
- - două voltmetre electronice;
- - un miliampermetru (100 mA);
- modulul de laborator.

3.1 Stabilizatorul parametric

Se studiază stabilizatorul parametric, fără amplificator de eroare. Pentru aceasta se realizează circuitul din fig.4, se determină dependența dintre tensiunea stabilizată și cea de intrare, $U_S=f(U_I)$ și dependența dintre tensiunea stabilizată și curentul de sarcină, $U_S=f(I_S)$, completându-se tabelele 1 și 2.

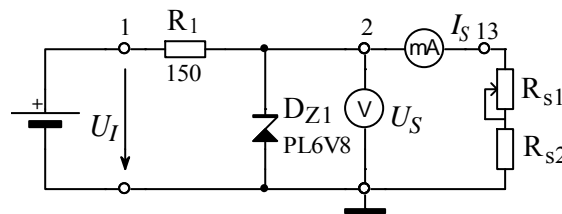


Fig. 4

$U_S=f(U_I)$, $I_S=20\text{mA}=\text{constant}$

U_I	V	6	7	8	9	10	11	12
U_S	V							

Tabelul 1

b) $U_S=f(I_S)$, $U_I=12\text{V}=\text{constant}$

I_S	mA	5	10	20	30	40	60
U_S	V						

Tabelul 2

3.2 Stabilizatorul cu reacție fără amplificator de eroare

Se studiază comportarea unui stabilizator serie cu reacție fără amplificator de eroare, realizându-se circuitul din fig.5. Se determină dependența dintre tensiunea stabilizată și

cea de intrare, $U_S=f(U_I)$ și dependența dintre tensiunea stabilizată și curentul de sarcină, $U_S=f(I_S)$, completându-se tabelele 3 și 4.

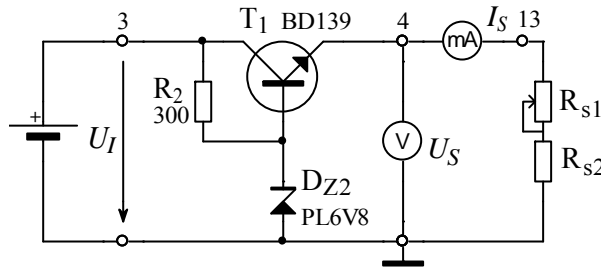


Fig. 5

a) $U_S=f(U_I)$, $I_S=20\text{mA}=\text{constant}$

U_I	V	6	7	8	9	10	11	12
U_S	V							

Tabelul 3

b) $U_S=f(I_S)$, $U_I=12\text{V}=\text{constant}$

I_S	mA	5	10	20	40	60	80	100
U_S	V							

Tabelul 4

3.3 Stabilizatorul serie cu reacție și amplificator de eroare realizat cu amplificator operațional (AO)

Se studiază stabilizatorul serie cu reacție și amplificator de eroare realizat cu AO din fig.6.

a) Se determină **valoarea minimă a tensiunii de intrare**, $U_{I\text{min}}$ pentru care circuitul se mai comportă ca un stabilizator. In acest scop tensiunea de intrare se modifică din volt în volt începând de la 6V, valoarea căutată, $U_{I\text{min}}$ fiind cea valoare a tensiunii de intrare de la care începând tensiunea de ieșire nu se mai modifică semnificativ. Curentul de sarcină se menține constant la 20 mA.

b) Se urmărește **comportarea circuitului de limitare a curentului de sarcină**. In acest scop, se menține tensiunea de intrare constantă la valoarea $U_I=12\text{V}=\text{const.}$, se modifică valoarea curentului de sarcină I_S , se măsoară tensiunea stabilizată U_S și căderea de tensiune pe rezistența R_{12} , U_{R12} , completându-se tabelul 5.

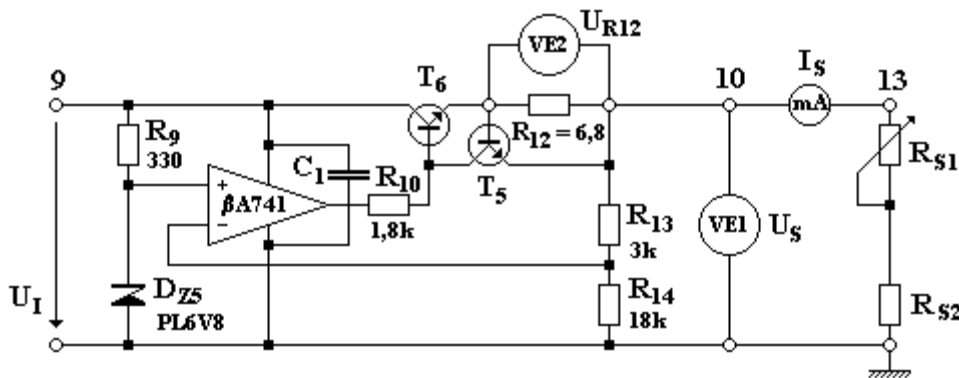


fig. 6

I_S	mA	10	20	40	60	80	95
U_S	V						
U_{R12}	V						

Tabelul 5

3.4 Stabilizatorul realizat cu circuitul specializat $\beta A 723$

Se studiază comportarea stabilizatorului realizat cu circuitul integrat $\beta A 723$. Tensiunea de intrare de la sursa reglabilă se aplică între borna 11 și masă iar tensiunea de ieșire se măsoară între borna 12 și masă. Intre bornele 12 și 13 se conectează un miliampermetru.

a) Se determină **valoarea minimă a tensiunii de intrare**, U_{Imin} pentru care circuitul se mai comportă ca un stabilizator. In acest scop tensiunea de intrare se modifică din volt în volt începând de la 9V, valoarea căutată, U_{Imin} fiind acea valoare a tensiunii de intrare de la care începând tensiunea de ieșire nu se mai modifică semnificativ. Curentul de sarcină se menține constant la 20 mA. Rezultatul se trece în tabelul 6.

b) Știind că $R_{17} = 1,5k\Omega$, $R_{18} = 4,7k\Omega$ și că tensiunea de referință internă a stabilizatorului integrat $\beta A 723$ are valoarea tipică $U_Z = 7,5V$, să se determine pe baza relației (4) valoarea tensiunii stabilizate U_S . În acest scop în relația (4), R_4 se înlocuiește cu R_{17} iar R_5 cu R_{18} . Rezultatul se trece în tabelul 6.

U_{Imin} [V]	U_S (calculat cu rel. 4) [V]	U_S (măsurat) [V]

Tabelul 6

4. Cerințe

- Pentru stabilizatorul parametric și stabilizatorul serie fără amplificator de eroare se reprezintă **grafic**, pe diagrame separate, $U_S=f(U_I)$ și $U_S=f(I_S)$.
- Pentru stabilizatorul serie cu amplificator de eroare realizat cu AO se **notează** U_{Imin} , se reprezintă **grafic** $U_{R12}=f(I_S)$ și se **determină** I_{Slim} .
- Pentru stabilizatorul realizat cu circuitul integrat $\beta A 723$ se **notează** U_{Imin} , se **calculează valoarea tensiunii de ieșire** și se compară cu valoarea măsurată. Să se explice cauza eventualelor diferențe.