

CIRCUITE DE PROTECȚIE LA SUPRASARCINĂ A STABILIZATOARELOR DE TENSIUNE CU TRANZISTOARE BIPOLARE

Nicolae BEJAN, Ion HÎRJEU, Rodion CHESOV, Stela PAVLIUC

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În lucrare sunt analizate metodele de protecție a elementelor de putere din componența stabilizatoarelor de tensiune liniare constituite în baza tranzistoarelor de putere. Sunt prezentate diverse metode de protecție care asigură utilizatorului caracteristici de sarcină definite.

Cuvinte cheie: stabilizator, protecție, suprasarcină, curent, tensiune.

1. Introducere

Una din problemele cheie a stabilizatoarelor de tensiune liniare o prezintă fiabilitatea la valori majore ale curentului sarcinii. Concomitent la utilizarea protecției electronice se pune problema ca după eliminarea cauzei suprasarcinii stabilizatorul să revină automat în regim de funcționare nominal. Dorința de a îndeplini aceste cerințe de multe ori duce la complicații considerabile a schemei circuitului de stabilizare și o reducere considerabilă a randamentului. În lucrare sunt analizate problemele ce permit optimizarea parametrilor stabilizatoarelor de tensiune în baza tranzistoarelor bipolare.

2. Partea de bază

Circuitul de protecție are rolul de a supraveghea mărimile de ieșire și de a acționa în momentul în care una dintre ele depășește valoarea maximă admisibilă.

După cum rezultă din circuitele cu element de reglaj serie există pericolul că prin tranzistor să circule un curent prea mare, fie în cazul în care rezistența de sarcină este prea mică, fie în cazul în care din greșeală la ieșirea stabilizatorului apare un scurtcircuit. Dacă tranzistorul de reglaj este legat în paralel, la mers în gol pot apărea tensiuni prea mari, în timp ce în caz de scurtcircuit elementul de reglaj este protejat.

Vom analiza câteva circuite tipice de protecție contra suprasarcinii pentru elementul de reglaj cuplat serie.

Circuitul de protecție va avea deci rolul de a măsura curentul care circulă prin tranzistorul de reglaj și de a bloca tranzistorul în momentul în care curentul depășește o valoare maximă. Utilizarea siguranțelor, chiar și a celor rapide, nu asigură protecția tranzistorului de putere, datorită inerției termice. Se impune deci utilizarea unor circuite electronice lipsite de inerție, care măsoară curentul prin tranzistor, acționând asupra curentului de bază.

Un circuit electronic de protecție trebuie să acționeze doar la depășirea curentului și să nu perturbe funcționarea stabilizatorului sau să-i înrăutățească performanțele.

Măsurarea curentului se poate face fie în emitorul, fie în colectorul tranzistorului de reglaj prin introducerea unei rezistențe conform celor indicate la traductorul stabilizatorului de curent. În fig.1 sunt prezentate cele două posibilități de rezolvare tehnică. Tensiunea obținută este proporțională cu intensitatea curentului:

$$U_p = \frac{R_p i_s}{R1 + R2 + P} (R2 + \alpha P), \quad (1)$$

admițând că $i_s \approx i_E - i_C$.

Evident că se poate renunța la divizorul potențiomtric, dacă nu se dorește o limitare a curentului reglabilă. Tensiunea U_p trebuie comparată cu o tensiune de referință într-un circuit electronic, care să acționeze asupra bazei tranzistorului VT_R . În general compararea celor două tensiuni se face utilizând caracteristica neliniară a unui dispozitiv electronic comandat de tensiunea U_p .

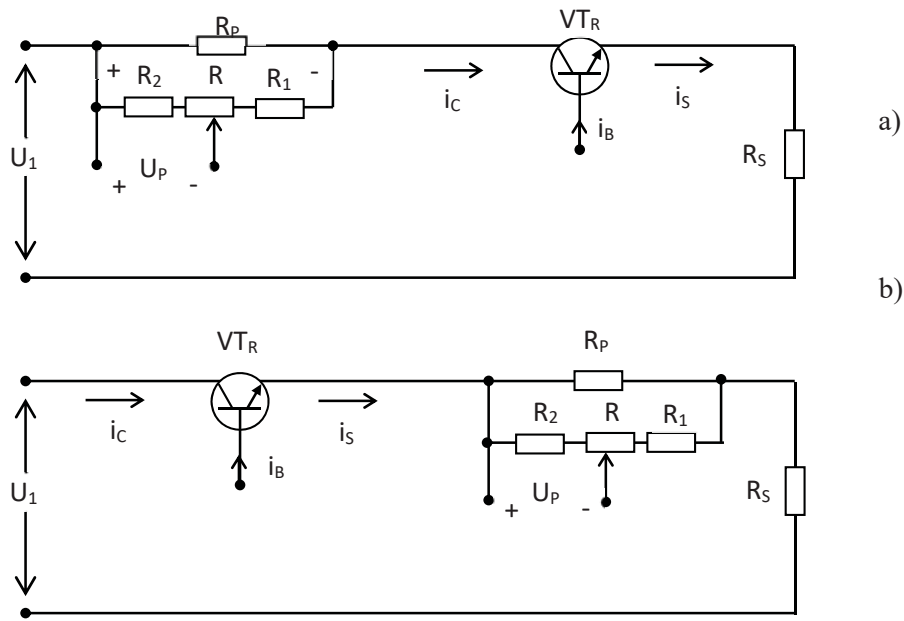
Dispozitivul electronic nu conduce atâta timp cât tensiunea U_p este mică, și deci curentul de sarcină este mic, începând să conducă în momentul în care curentul depășește limita impusă. Pentru circuitul prezentat în fig.1 există mai multe variante de rezolvări tehnice prezentate schematic în fig.2.

În variantele *a* și *b* ca element neliniar au fost utilizate fie diodele $VD1...VD3$, fie o diodă Zener $VD4$. Diodele încep să conducă micșorând curentul bazei în momentul în care

$$U_{BE} + U_p > U_Z \quad (2)$$

sau

$$U_{BE} + U_P > 3U_{AK} \quad (3)$$



Figural Modalitate de ridicare a valorii curentului: a-în colector; b-în emitor

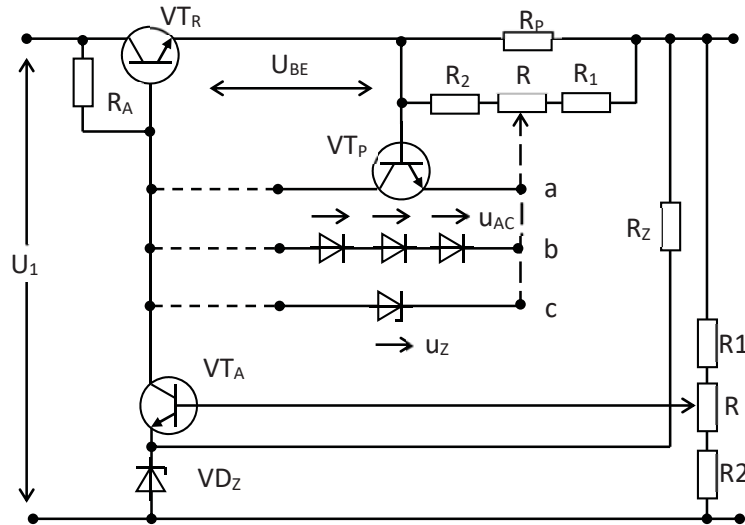


Figura 2 Ilustrarea rezolvărilor tehnice pentru stabilizatorul din fig.1

În varianta *c* tranzistorul VT_P începe să conducă când $U_P > U_{BE} \approx 0,6 V$. Un circuitul complet de protecție, utilizând un tranzistor, este prezentat în fig.3.

Rezistența R_3 are rolul de a micșora curentul de bază al tranzistorului de protecție. Cu ajutorul rezistenței R_4 se poate crea o polarizare suplimentară a bazei, tensiunea U_1 fiind egală cu

$$U_1 = UR_3 / (R_3 + R_4) \quad (4)$$

În cazul unui scurtcircuit tensiunea U_1 se micșorează la valoarea:

$$U_1 = \frac{I_{SC} R_P}{R_S + R_4} R_3 \quad (5)$$

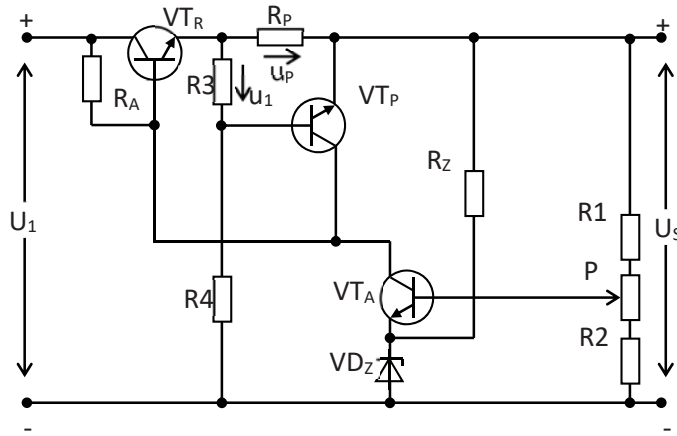


Figura 3 Circuit complet de protecție pentru stabilizator

Tranzistorul VT_P începe să conducă, dacă căderea de tensiune pe rezistența R_P atinge valoarea:

$$I_{\max.} R_P = U_{BE} + \frac{U_S R_P}{R_S + R_4} \quad (6)$$

Curentul maxim se poate calcula conform relației:

$$I_{\max.} = \frac{1}{R_P} \left(U_{BE} + \frac{U_S R_P}{R_S + R_4} \right) \quad (7)$$

În caz de scurtcircuit dispăre tensiunea U_S . Neglijând termenul al doilea din relația (7), care devine foarte mic, se obține:

$$I_{SC} = U_{BE} / R_P \quad (8)$$

În caz de scurtcircuit tranzistorul de reglaj trebuie să disipe o putere egală cu produsul dintre curentul de scurtcircuit și întreaga tensiune a sursei nestabilizate. Pentru o protecție sigură este necesar ca puterea disipată maxim admisibilă să nu fie depășită.

În fig.4 este prezentată schema unui stabilizator de tensiune cu o diodă de protecție. În momentul în care curentul depășește valoarea maximă, dioda VD_P începe să conducă, iar curentul de colector al tranzistorului VT_G micșorându-se, scade curentul de bază al tranzistorului de reglaj și deci curentul de sarcină.

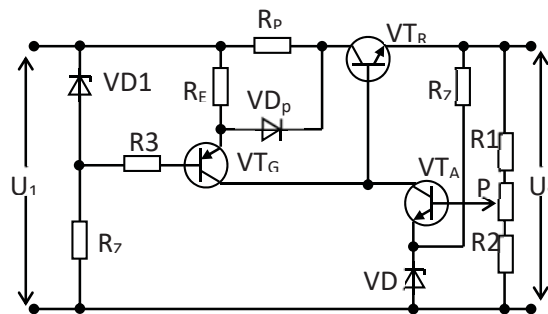


Figura 4 Stabilizator de tensiune cu o diodă de protecție

Dacă ne referim la stabilizatoarele de tensiune circuite-integrate ele posedă circuite de protecție încorporate (fig.5). Principiul de funcționare al sistemului de protecție este bazat pe blocarea tranzistorului de reglaj. În regim nominal, când tensiunea pe rezistorul R_7 (traductor de curent) este mai redusă decât pe rezistorul R_5 , baza tranzistorului VT_9 posedă potențial negativ față de emitor și VT_9 este blocat. Dacă apare scurtcircuit la ieșirea stabilizatorului, tensiunea pe R_7 crește brusc. Cum numai tensiunea pe R_7 întrece valoarea U_{R5} , potențialul bazei VT_9 devine pozitiv față de emitor. Tranzistorul VT_9 se deschide și brusc cresc valorile curenților bazei și colectorului VT_9 . Concomitent se micșorează curenții bazelor VT_3 , VT_4 .

Tranzistoarele VT_3 și VT_4 se blochează și curentul sarcinii este limitat.

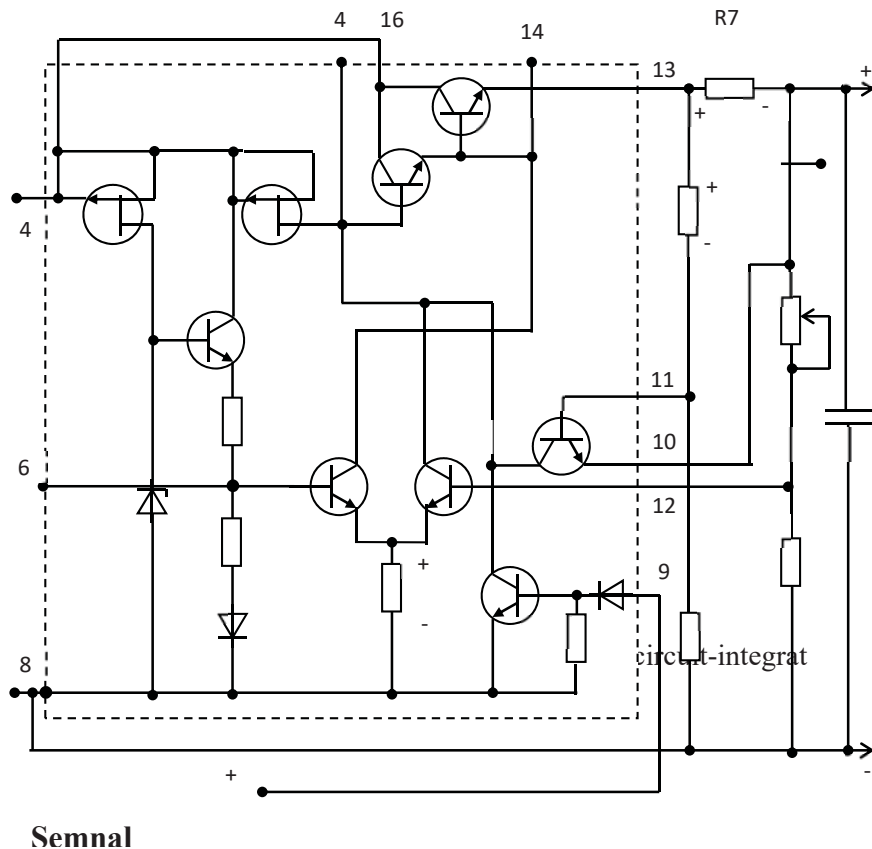


Figura 5 Circuitul stabilizatorului de tensiune circuit-integrat

Analiza circuitului indică că valoarea curentului sarcinii, pentru care schema de protecție intră în funcțiune, este dirijată de nominala rezistorului R7. Cu cât este mai redusă valoarea R7, cu atât mai majoră este valoarea curentului sarcinii pentru care intră în funcțiune sistemul de protecție al schemei.

3. Concluzii

Stabilizatoarele de tensiune liniare prezintă o clasă de aparate utilizate pe larg în electronică fiind fapt că posedă parametri foarte la compartimentul coeficient de stabilizare. Concomitent la implementarea practică a rezolvărilor tehnice pentru ele este necesar de a acorda o atenție deosebită circuitelor de protecție la suprasarcină.

Bibliografie

1. D. Petreuş. Electronica surselor de alimentare. Cluj-Napoca: Editura MEDIAMIRA, 2012.
2. Щедрин, Н.Н. Энергоснабжение телекоммуникационных систем: Учебное пособие для СПО. – Москва : УМЦ Федерального агентства связи, 2012.
3. <http://www.diagram.com.ua/list/power>