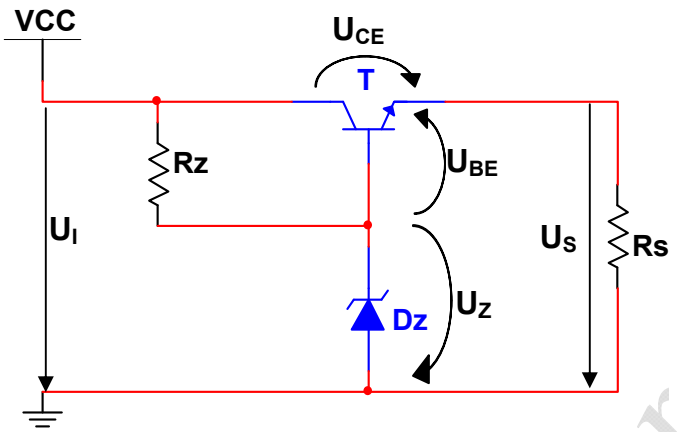
10. STABILIZATOARE DE TENSIUNE

10.1 STABILIZATOARE DE TENSIUNE CU TRANZISTOARE BIPOLARE

Stabilizatorul de tensiune cu tranzistor compară în permanență valoare tensiunii de ieşire (stabilizate) cu tensiunea de referință (a unei diode Zener). Această comparație are ca rezultat obținerea unei tensiuni numite tensiune de eroare care comandă modificarea valorii rezistenței echivalente a tranzistorului care se mai numeşte şi element regulator. Tranzistorul preia variațiile de tensiune sau curent ale sarcinii, menținând tensiunea şi curentul de ieşire constante. Dacă semnalul de eroare este prea mic pentru comanda tranzistorului în montaj se intercalează încă un tranzistor sau un amplificator operațional care poartă numele de amplificator de eroare. În funcție de modul de conectare în circuit a tranzistorului sunt două tipuri de stabilizatoare de tensiune: **serie** şi **paralel.**

a. STABILIZATOR DE TENSIUNE CU ELEMENT DE REGLARE SERIE



T- element regulator serie (preia variațiile de tensiune şi curent ale sarcinii)

D_Z – element de referință (asigură o tensiune de referință constantă)

R_Z – rezistență de polarizare a diodei Zener

R_S – rezistență de sarcină

Figura 10.1.1 Stabilizator de tensiune cu element de reglare serie

Relațiile între tensiunile din schema de mai sus:

$$(1)U_I = U_{CE} + U_S \quad (2)U_S = U_Z - U_{BE} \Longrightarrow (3)U_Z = U_S + U_{BE}$$

Valoarea tensiunii de ieşire este în funcție de tensiunea diodei Zener **$U_S = U_Z - 0{,}7$ V**

Funcționarea stabilizatorului la modificarea tensiunii de intrare

Orice modificare a tensiunii de intrare are tendința de a duce la modificarea tensiunii de ieşire, modificare sesizată de tranzistorul T , care este elementul regulator.

În funcție de tensiunea bază-emitor U_{BE} , se modifică rezistența joncțiunii colector-emitor fapt care duce la căderea pe această joncțiune a unei tensiuni mai mari sau mai mici.

Când **U_I creşte** ⇒ **U_S tinde să crească.** Din formula (**3**) dacă **U_S creşte şi U_Z este constantă** ⇒ **U_{BE} scade** iar tranzistorul T tinde să se blocheze şi **creşte U_{CE}**

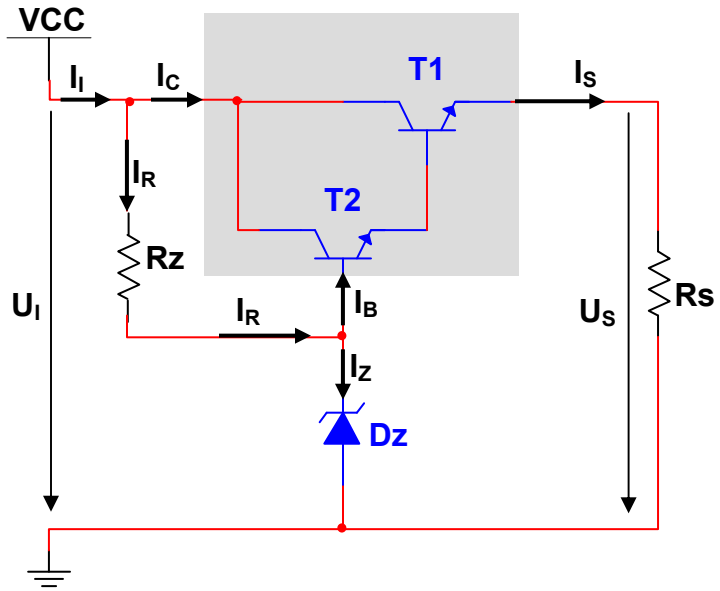
Deci creşterea de tensiune este preluată de tranzistor şi tensiunea **U_S** rămâne **constantă**.

Când **U_I scade** ⇒ **U_S tinde să scadă.** Din formula (**3**) dacă **U_S scade şi U_Z este constantă** ⇒ **U_{BE} creşte** iar tranzistorul T tinde să se satureze şi **scade U_{CE}**

Deci scăderea de tensiune este preluată de tranzistor şi tensiunea **U_S** rămâne **constantă**.

http://eprofu.ro/electronica

În cazul în care consumatorul conectat la ieşirea stabilizatorului de tensiune serie are putere mare (prin circuit circulă curenți cu valori ridicate), tranzistorul serie se înlocuieşte cu două tranzistoare conectate în configurație Darlington (fig.10.1.2)



Tranzistorul **T1** este de putere medie sau mare (de tip **BD** sau **2N3055**) iar tranzistorul **T2** este de mică putere de tip **BC**.

Pentru curenți mari **T1** este de tipul **2N3055** şi **T2** de tipul **BD**.

Figura 10.1.2 Stabilizator de tensiune cu element de reglare serie - Darlington

Relațiile dintre curenții din schema de mai sus:

$$(4) I_I = I_C + I_R \qquad (5) I_R = I_B + I_Z \qquad (6) I_S = I_C + I_B$$

Valoarea tensiunii de ieşire este în funcție de tensiunea diodei Zener **$U_S = U_Z - 1{,}4$ V**

Funcționarea stabilizatorului

Dacă curentul de sarcină creşte peste o anumită valoare, tensiunea de sarcină are tendința să scadă. Conform formulei (**3**) dacă **U_S scade şi U_Z este constantă** ⇒ **U_{BE} creşte** iar tranzistorul T1 tinde să se satureze şi **scade U_{CE}**. Deoarece scade tensiune colector-emitor al elementului serie tensiunea de sarcină rămâne constantă (tendința de scădere a tensiunii de sarcină este preluată de elementul serie).

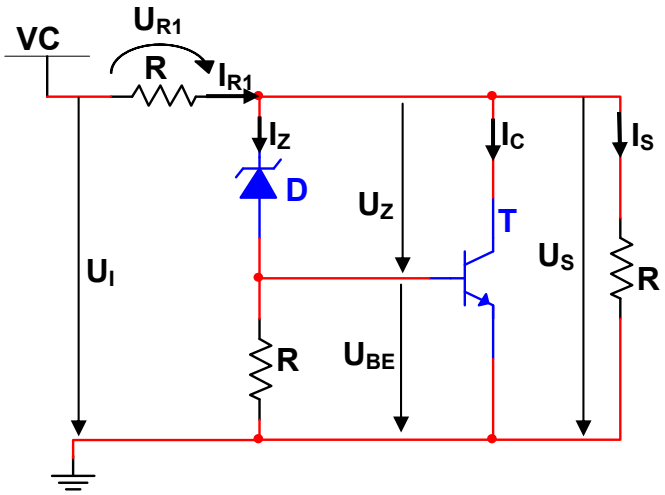
Stabilizatorul cu tranzistor față de un stabilizator simplu cu diodă Zener, are avantajul că permite o variație a curentului de sarcină de β ori mai mare decât variația de curent maxim admisibilă prin dioda Zener. (β este câştigul în curent al tranzistorului serie).

Stabilizatorul cu element serie in montaj Darlington permite o variație a curentului de sarcină de β ori, unde $\beta = \beta_{T1} \cdot \beta_{T2}$.

http://eprofu.ro/electronica

b. STABILIZATOR DE TENSIUNE CU ELEMENT DE REGLARE PARALEL

La acest tip de stabilizator elementul de control adică tranzistorul T este conectat în paralel cu sarcina (fig.10.1.3). Față de stabilizatorul serie are un randament mai mic, dar avantajul față de acesta este că elementul de control nu se distruge la apariția unui scurtcircuit sau suprasarcini şi este utilizat mai ales când curentul de sarcină prezintă variații rapide.



R1 – rezistență de **balast**
(preia variațiile tensiunii de intrare)
T - element regulator paralel
(comandă creşterea sau scăderea tensiunii pe **R1**)

Figura 10.1.3 Stabilizator de tensiune cu element de reglare paralel

Relațiile între tensiunile şi curenții din schema de mai sus:

$$(7)U_I = U_{R1} + U_{CE} \quad (8)U_S = U_{CE} = U_Z + U_{BE} \quad (9)I_I = I_{R1} = I_Z + I_C + I_S$$

Valoarea tensiunii de ieşire este în funcție de tensiunea diodei Zener **$U_S = U_Z + 0{,}7V$**

Funcționarea stabilizatorului.

Rezistența R_1 numită şi rezistență de balast preia creşterea sau scăderea tensiunii de intrare şi menține tensiunea de ieşire constantă. Creşterea sau scăderea tensiunii pe rezistența de balast este comandată de tranzistorul T astfel:

- **dacă tensiunea de intrare creşte** are tendința să crească şi tensiunea de ieşire. Acest fapt determină conform formulei (8) creşterea tensiunii bază - emitor U_{BE} (deoarece U_Z este constantă). Dacă U_{BE} creşte atunci scade tensiunea U_{CE} fapt care duce la **creşterea tensiunii pe R_1** iar tensiunea de ieşire U_S rămâne constantă.
- **dacă tensiunea de intrare scade** are tendința să scadă şi tensiunea de ieşire. Acest fapt determină scăderea tensiunii bază-emitor U_{BE} (deoarece U_Z este constantă). Dacă U_{BE} scade atunci creşte tensiunea U_{CE} fapt care duce la **scăderea tensiunii pe R_1** iar tensiunea de ieşire U_S rămâne constantă.

Rezistența de balast R_1 preia variațiile de tensiune , limitează curentul prin tranzistor deci îl protejează în cazul apariției unui curent de scurtcircuit sau suprasarcină.

Acest tip de stabilizator are randamentul scăzut datorită consumului rezistenței de balast şi a tranzistorului T.

http://eprofu.ro/electronica

c. Realizarea unui stabilizator de tensiune serie cu simulatorul CIRCUITMAKER

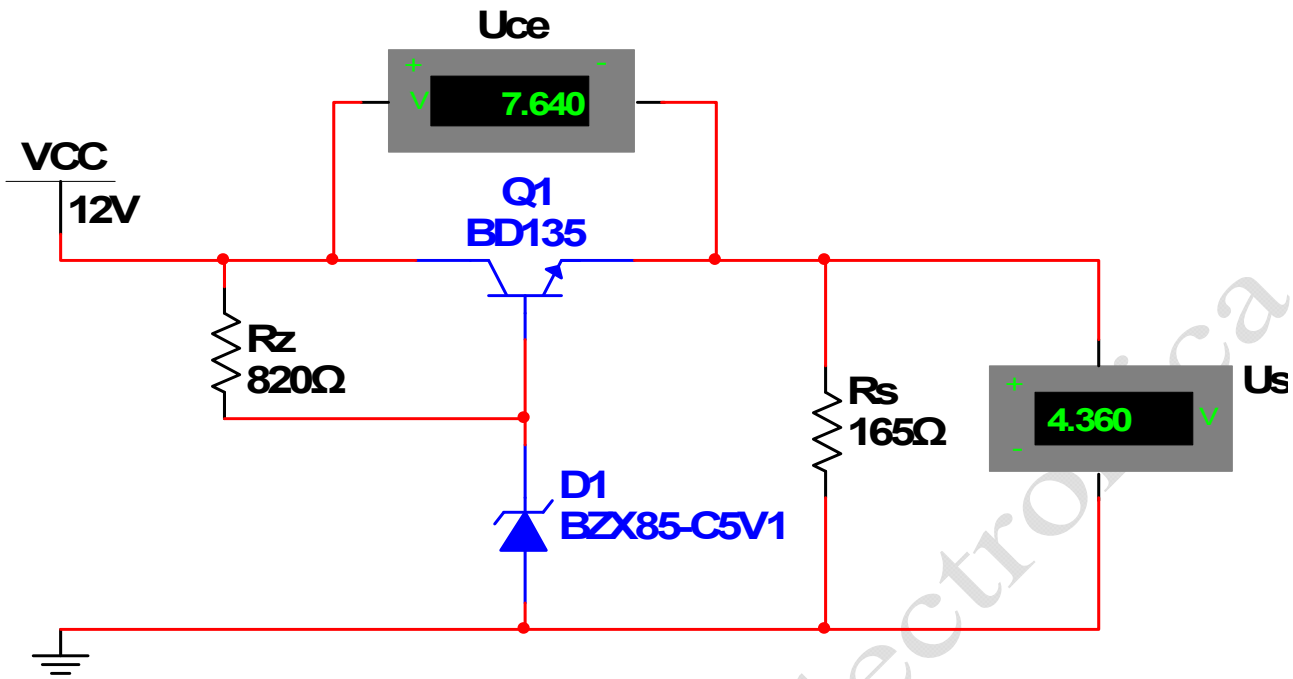
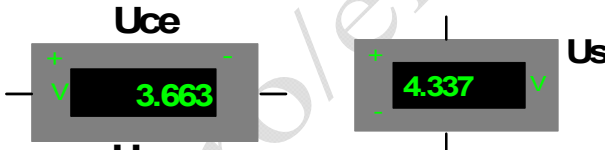
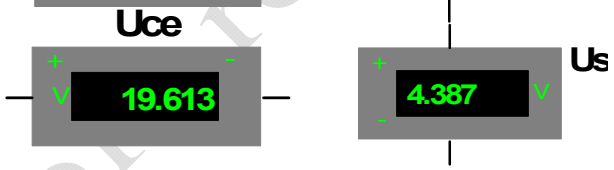


Figura 10.1.4 Schemă practică de stabilizator de tensiune serie

Pentru V_{CC} = 8 V se obține:



Pentru V_{CC} = 24 V se obține:



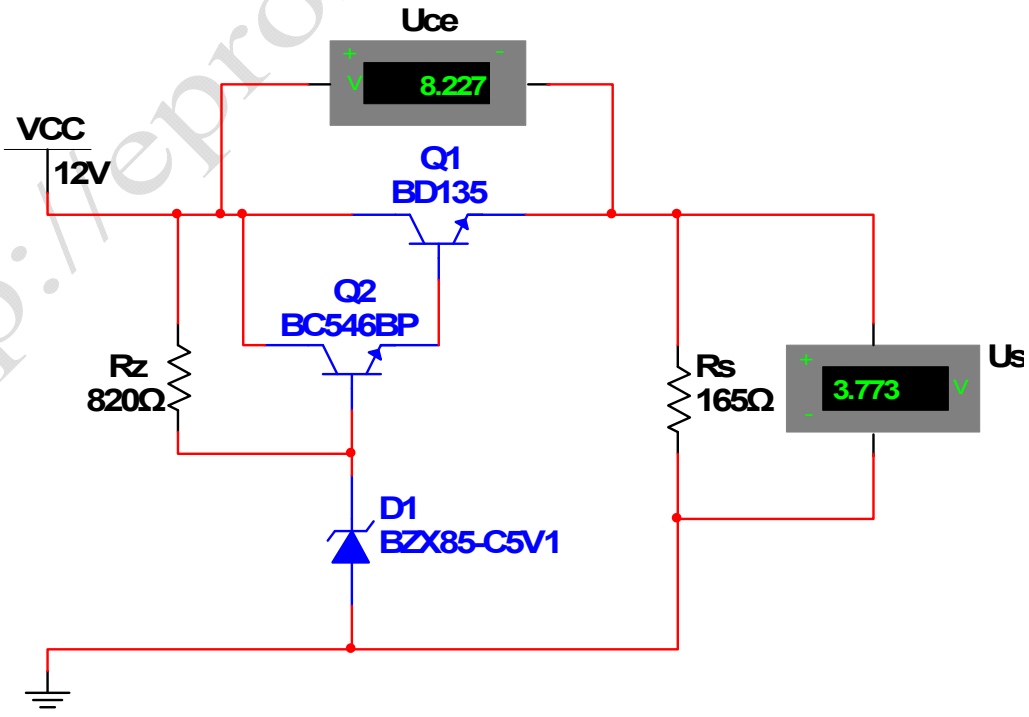


Figura 10.1.5 Schemă practică de stabilizator de tensiune serie – DARLINGTON

http://eprofu.ro/electronica

d. Realizarea unui stabilizator de tensiune paralel cu simulatorul CIRCUITMAKER

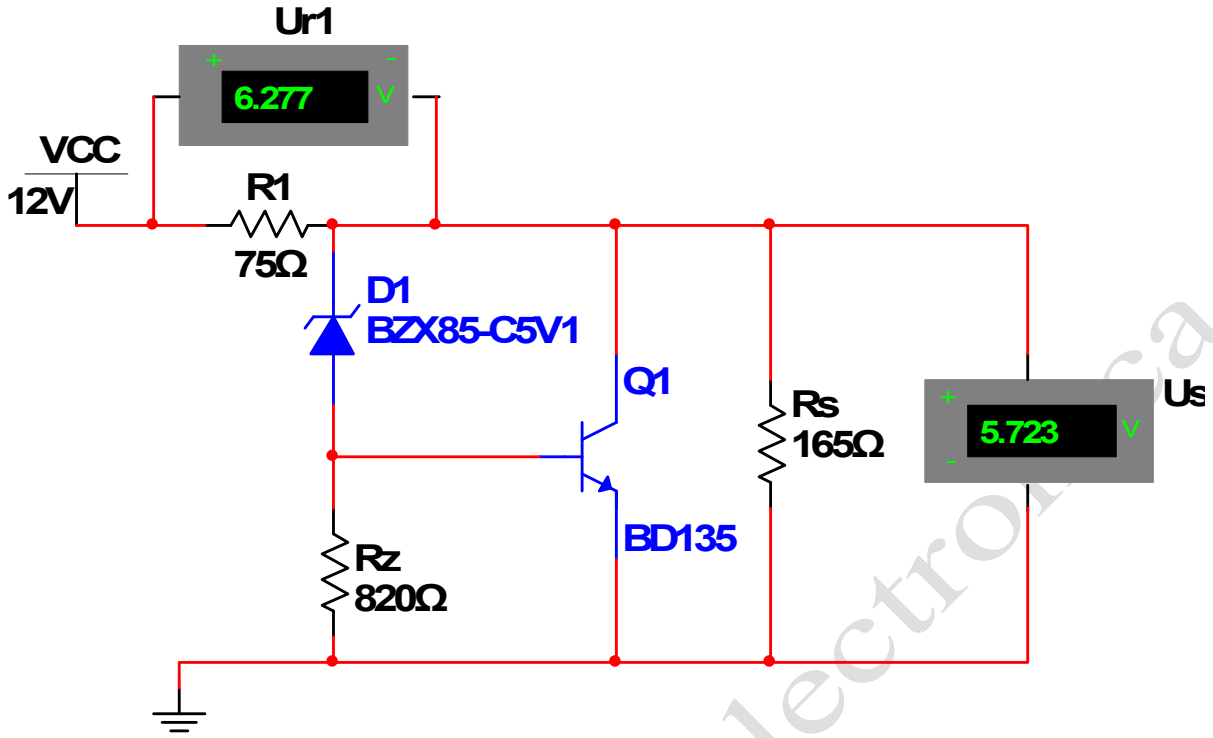
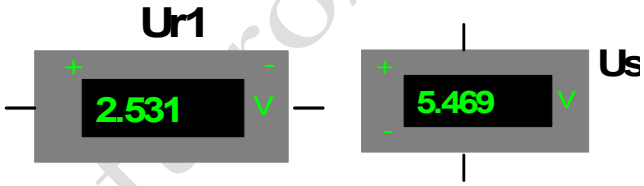
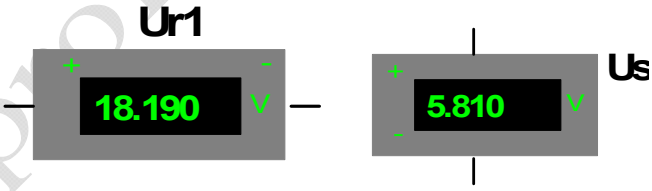


Figura 10.1.6 Schemă practică de stabilizator de tensiune paralel

Pentru V_{CC} = 8 V se obține:



Pentru V_{CC} = 24 V se obține:



http://eprofu.ro/electronica