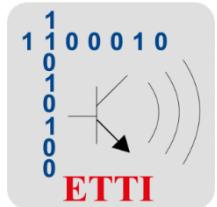




**Universitatea POLITEHNICA din Bucureşti**

Facultatea de electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației



## **Proiect 1 - Dispozitive și circuite electronice**

### **Stabilizator liniar de tensiune**

Student : ȘTERGĂREL Elisabeta-Elena

Grupa : 433C

Profesori coordonatori

Ş. I. Dr. Ing. Miron Jean Cristea

Dr. Ing. Niculina Drăghici

An universitar 2024 – 2025

# **1. Date inițiale de proiectare**

## **1.1. Tema proiectului**

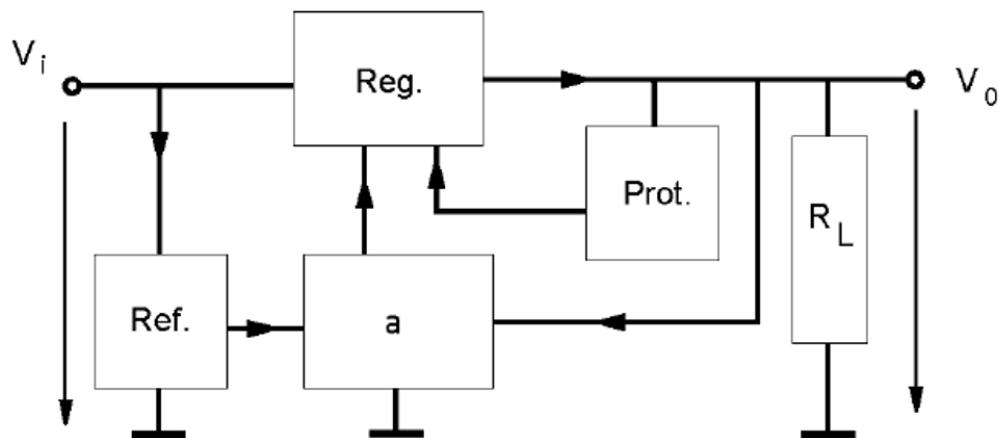
Se proiectează un stabilizator de tensiune cu element de reglaj serie cu următoarele caracteristici:

**N=21**

- Tensiune de ieșire reglabilă în intervalul: 7-10.5V;
- Element de reglaj serie;
- Sarcina la ieșire:  $1050\Omega$ ;
- Deriva termică a tensiunii de ieșire  $< 2mV/^{\circ}C$  ;
- Protecție la suprasarcină prin limitarea curentului maxim la 0.4A;
- Tensiune de intrare în intervalul: 14-15.75V;
- Domeniul temperaturilor de funcționare:  $0^{\circ}-70^{\circ}C$ ;
- Amplificarea în tensiune minima (în bucla deschisă) a amplificatorului de eroare: minim 200;

## 1.2. Schema bloc a montajului electric

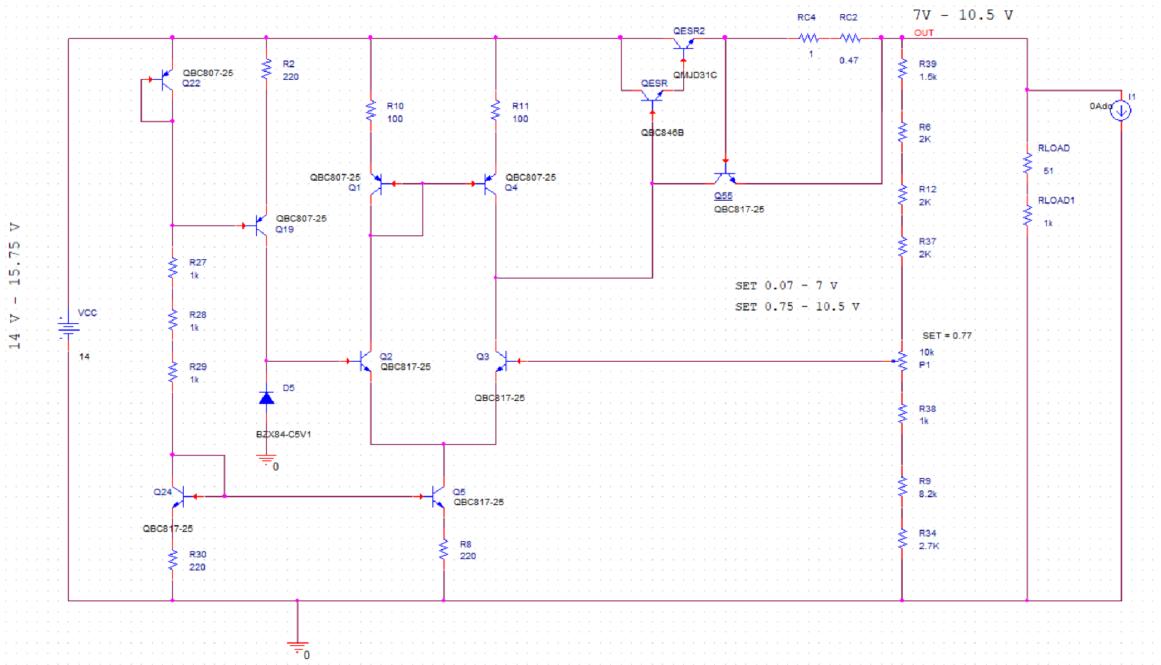
Se utilizează o schemă de stabilizator cu element regulator serie (Reg) comandat de un amplificator de eroare (a) care compară tensiunea dată de referință de tensiune (Ref) cu tensiunea preluată de la ieșire prin rețeaua de reacție. La acesta se adaugă un circuit de protecție la suprasarcină (Prot)



**Fig.11.1.** Schema bloc a unui stabilizator de tensiune. Ref. = referință de tensiune, Reg. = regulator serie, a = amplificator de eroare,  $R_L$  = rezistență (impedanță) de sarcină, Prot. = circuit de protecție.

La intrarea neînversoare a amplificatorului de eroare se aplică tensiunea de referință (REF), iar la cea inversoare, o fracțiune din tensiunea de ieșire, prin reacția negativă. Amplificatorul de eroare comandă regulatorul serie (ERS), comparând tensiunea de referință cu cea preluată de la ieșire prin rețeaua de reacție. Sistemul include și un circuit de protecție la suprasarcină (Prot).

### 1.3. Schema electrică a montajului



Componerea circuitului din următoarele blocuri:

Referință de tensiune: D5;

Amplificator de eroare (AO): Q2, Q3, oglinda de curent Q24, Q5, oglinda de curent Q1, Q4, R10, R11

Element regulator serie (ERS): QESR, QESR2, într-o configurație Darlington

Rețeaua de reacție negativă: R39, R6, R12, R37, P1, R38, R9, R34

**Protectia la suprasarcina: Q55 împreună cu Rc4 și Rc2**

Impedanță de sarcină: RLOAD, RLOAD1

## 2. Conținut tehnic al proiectului

### 2.1. Descrierea funcționării schemei de proiectare

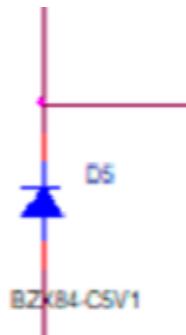
Stabilizatorul de tensiune menține o tensiune constantă la ieșire, chiar dacă tensiunea de intrare, curentul sau temperatura variază.

Stabilizatoarele simple folosesc diode Zener, însă cele parametrice au performanțe scăzute: tensiunea de ieșire nu poate fi reglată, variază cu sarcina, iar curentul maxim este mic.

Pentru a îmbunătăți aceste limite, s-a utilizat un stabilizator cu reacție, care folosește un stabilizator parametric ca referință de tensiune. Acesta lucrează pe o sarcină constantă, permitând o comandă în tensiune mai precisă.

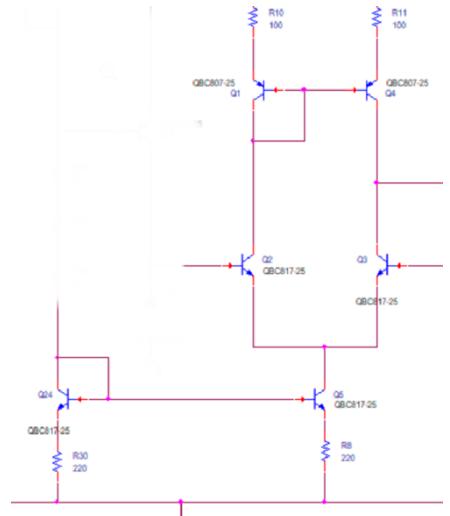
#### 1. Referință de tensiune

- este asigurată de dioda Zener D5, care generează o tensiune stabilă necesară pentru compararea cu semnalul preluat de la ieșire. Această tensiune de referință este esențială pentru menținerea unei ieșiri stable și precise.



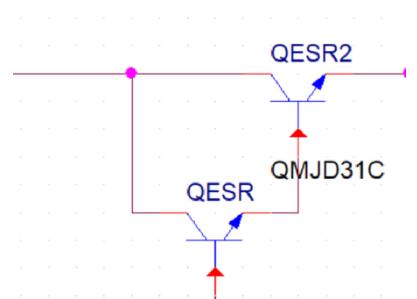
## 2. Amplificator de eroare

- este compus din tranzistorii Q2 și Q3, oglinzi de curent formate din Q24 și Q5, respectiv Q1 și Q4, împreună cu rezistențele R10 și R11. Rolul acestui amplificator este de a compara tensiunea de referință generată de D5 cu o fracțiune din tensiunea de ieșire preluată prin rețeaua de reacție. Diferența dintre cele două semnale generează un semnal de eroare utilizat pentru a controla regulatorul serie.



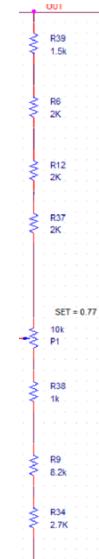
## 3. Elementul de reglaj serie

- este alcătuit din tranzistorii QESR1 și QESR2, care formează o configurație Darlington. Acest bloc reglează tensiunea de ieșire prin ajustarea curentului care trece prin sarcină, în funcție de semnalul primit de la amplificatorul de eroare. Configurația Darlington oferă un câștig mare de curent, esențial pentru gestionarea unei sarcini variabile.



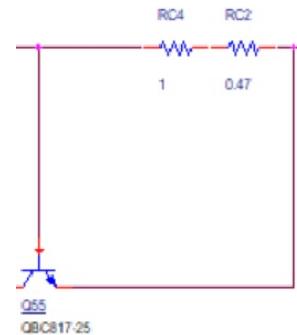
#### 4. Rețeaua de reacție negativă

- este formată din rezistoarele R39, R6, R12, R37, P1, R38, R9 și R34. Aceasta preia o fracțiune din tensiunea de ieșire și o transmite către amplificatorul de eroare. Rolul rețelei este de a stabiliza și regla tensiunea de ieșire, asigurând o funcționare corectă a circuitului.



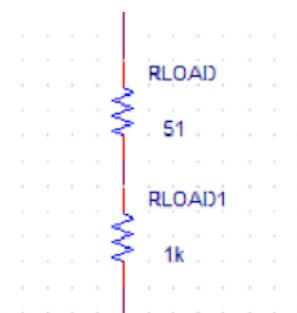
#### 5. Circuitul de protecție

- este realizată de tranzistorul Q55 împreună cu rezistențele Rc4 și Rc2. Acest bloc monitorizează curentul de ieșire și, în cazul unei suprasarcini, intervine pentru a limita tensiunea de ieșire, protejând astfel componentele circuitului și sarcina.



#### 6. Impedanța de sarcină

- este reprezentată de RLOAD și RLOAD1. Aceste componente modelează sarcina conectată la ieșire și sunt utilizate pentru a consuma energia reglată de circuit, simulând comportamentul unei sarcini reale.

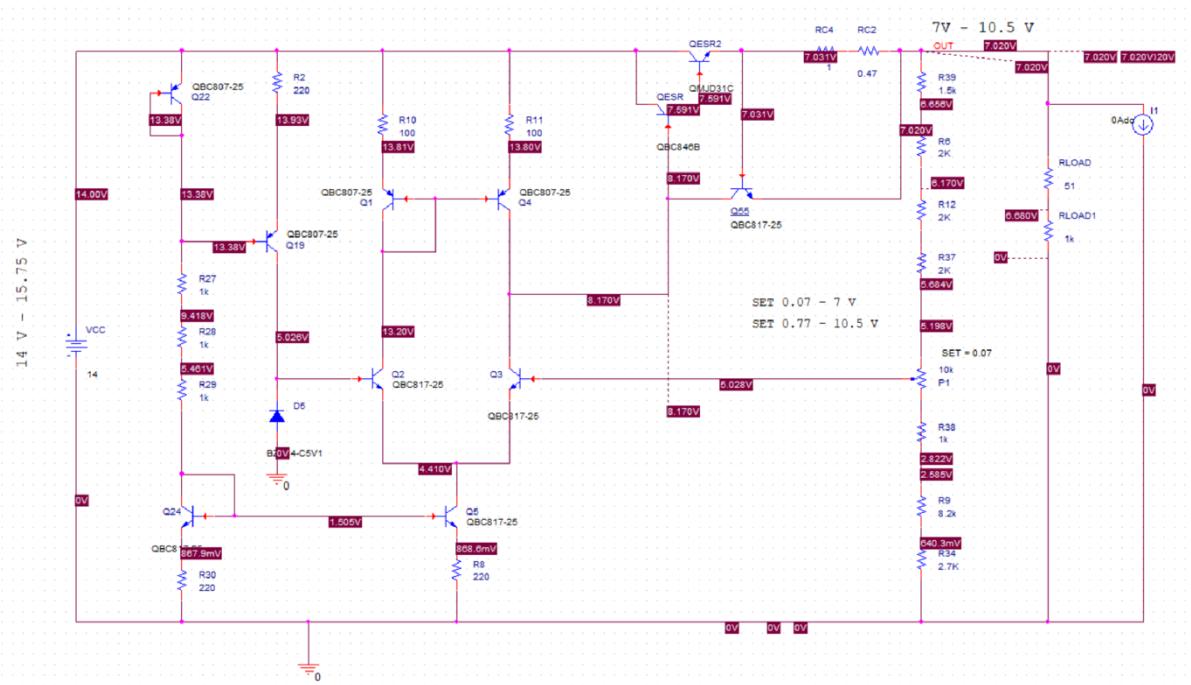


### **3. Punctul static de funcționare: tensiune, curent, putere**

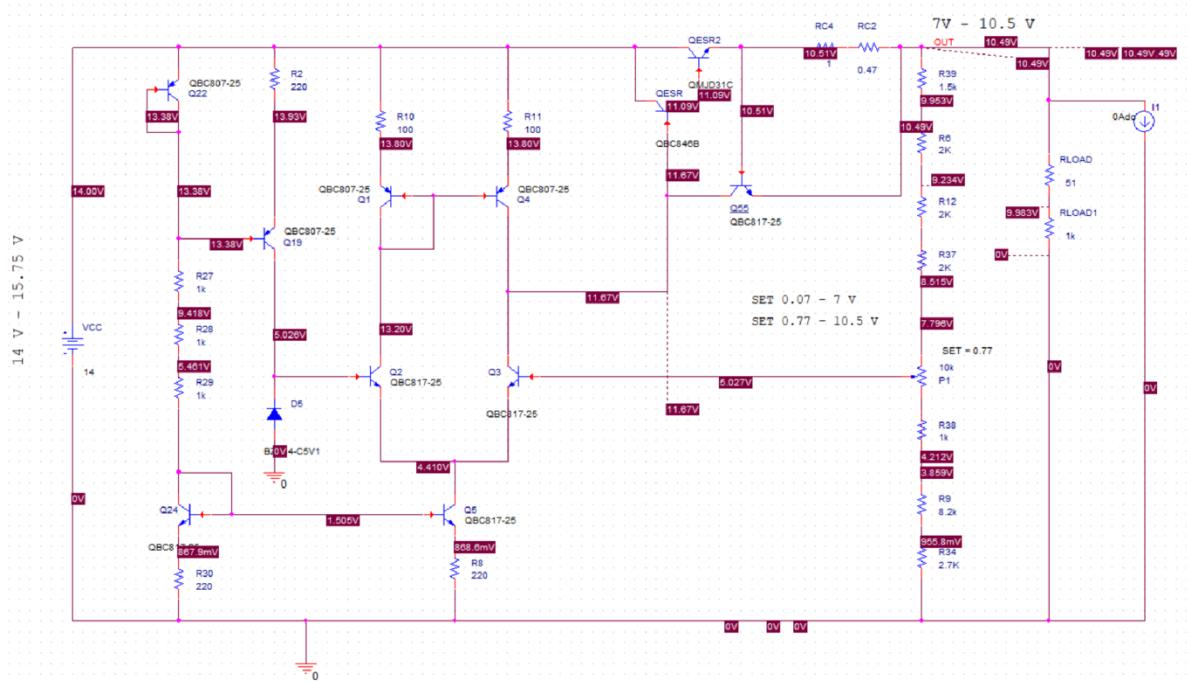
$V_{in}$ [V]	SET	$V_{out}$ [V]
14	0.07	7
14	0.77	10.5
15.75	0.07	7
15.75	0.77	10.5

## a) Tensiuni

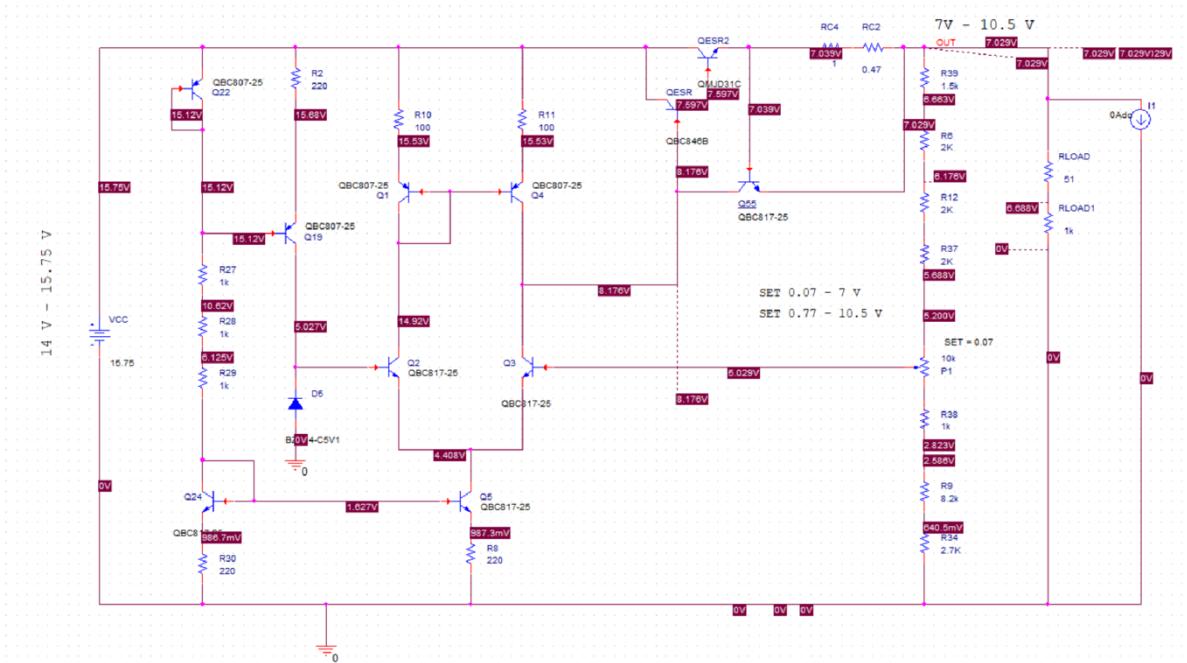
V<sub>in</sub>=14V SET=0.07 V<sub>out</sub>=7V



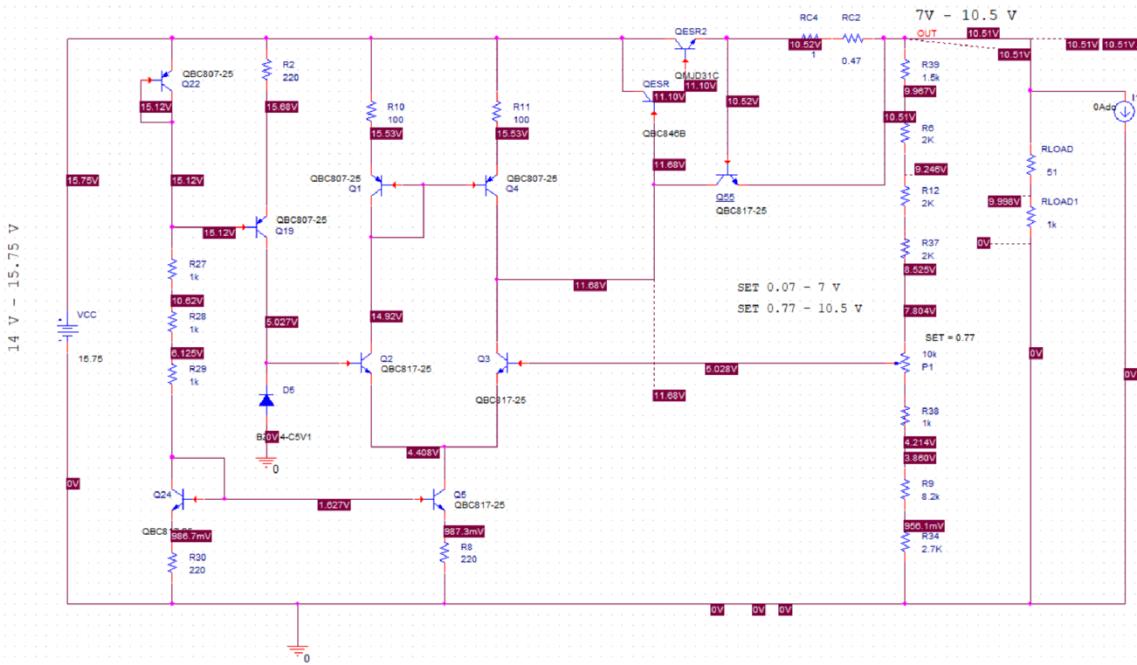
$V_{in}=14V$  SET=0.77 Vout=10.5V



$V_{in}=15.75V$  SET=0.07 Vout=7V

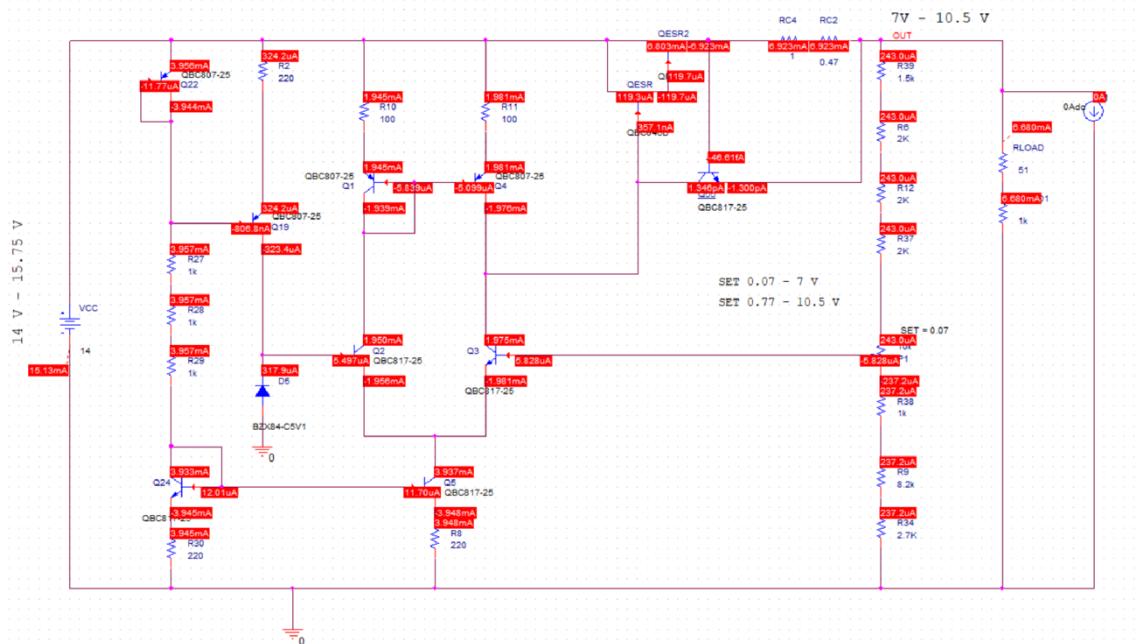


$V_{in}=15.75V$  SET=0.77  $V_{out}=10.5V$

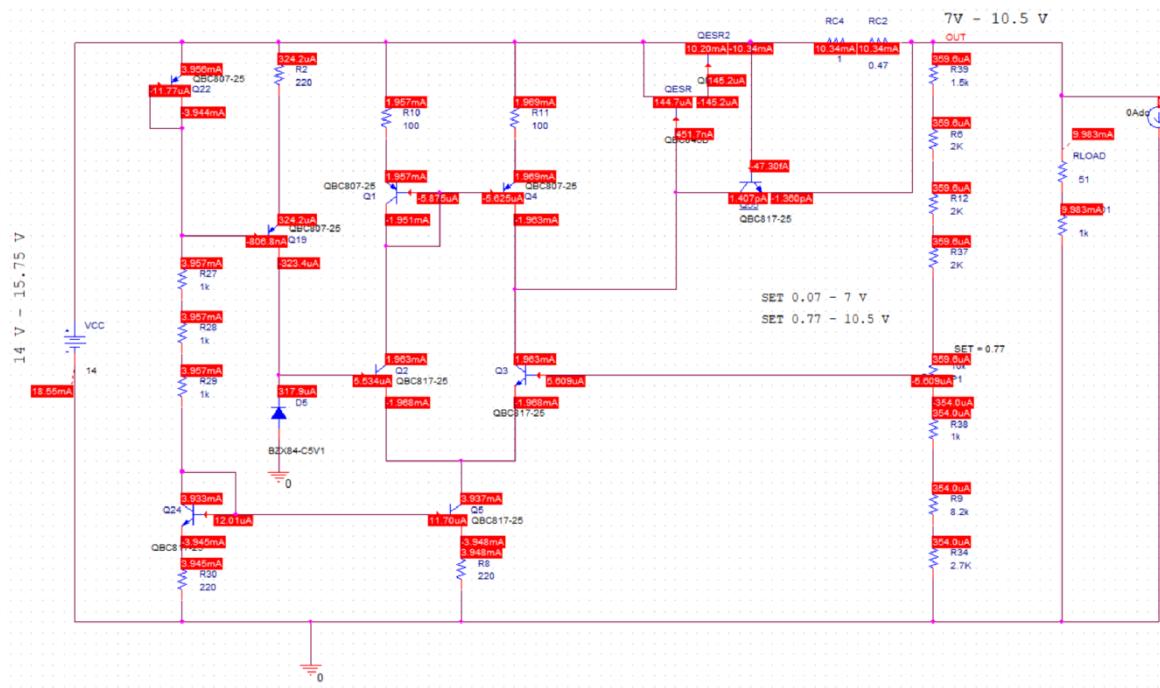


b) Curenți

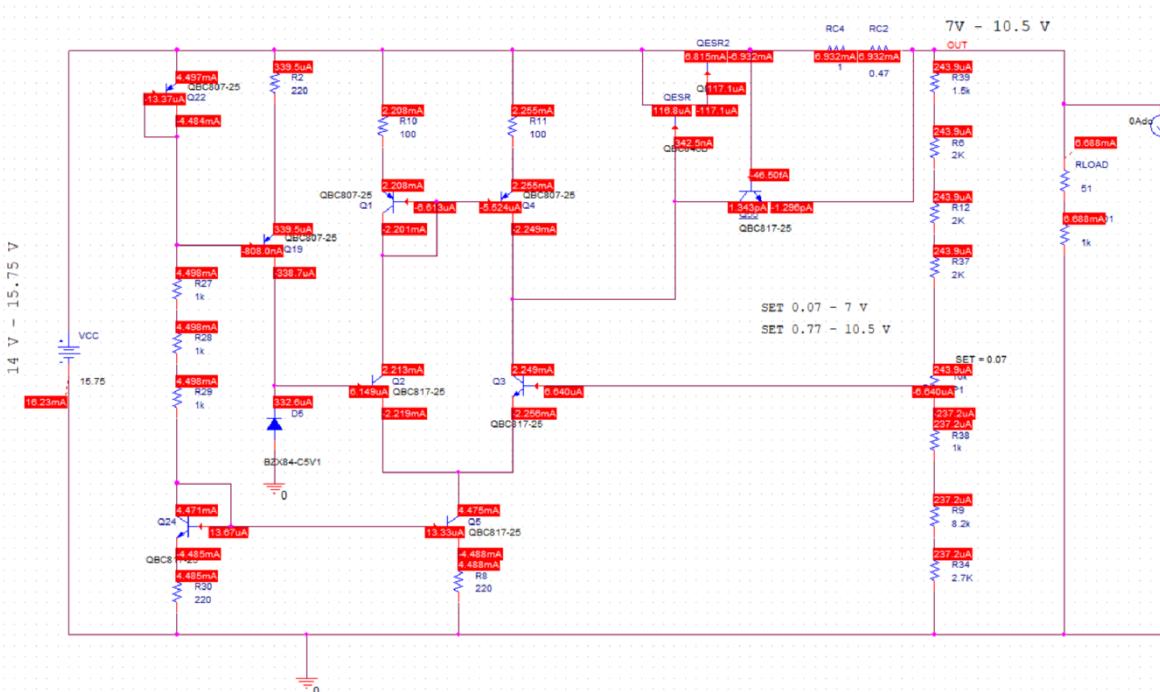
$V_{in}=14V$  SET=0.07  $V_{out}=7V$



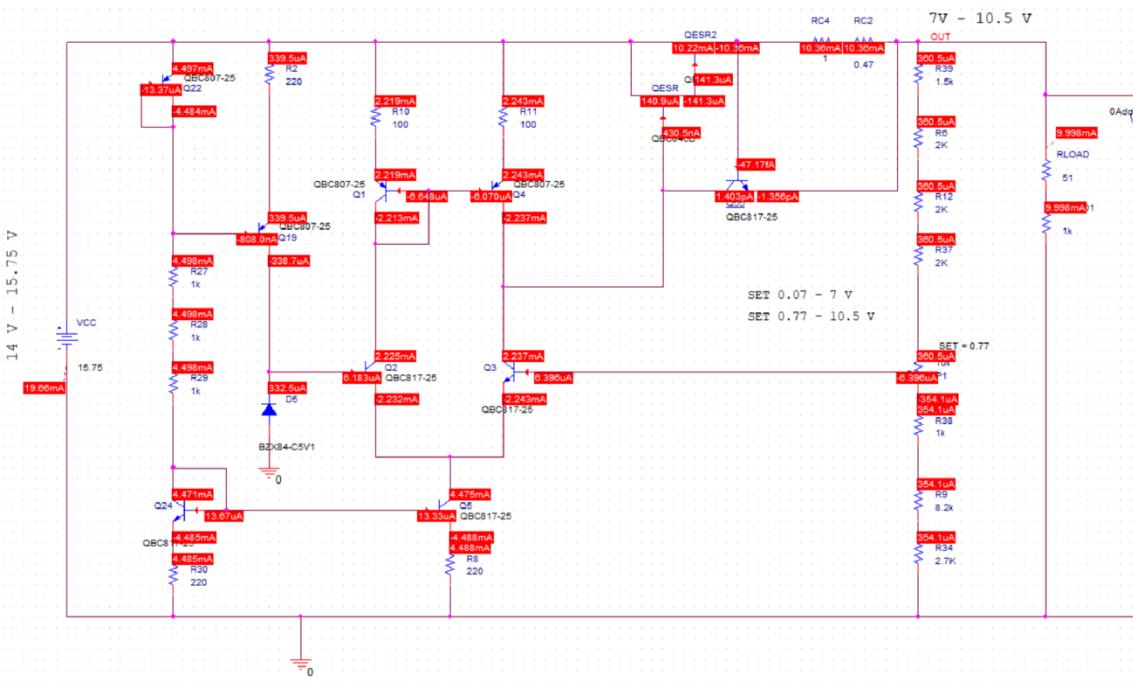
Vin=14V SET=0.77 Vout=10.5V



Vin=15.75V SET=0.07 Vout=7V

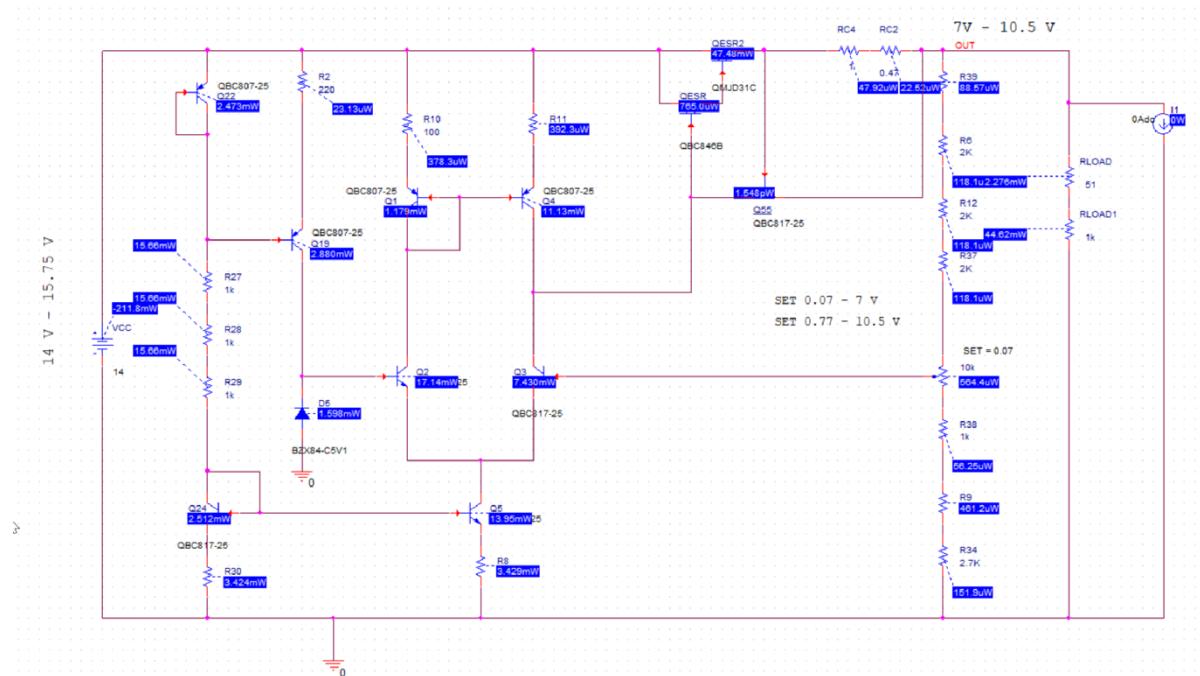


Vin=15.75V SET=0.77 Vout=10.5V

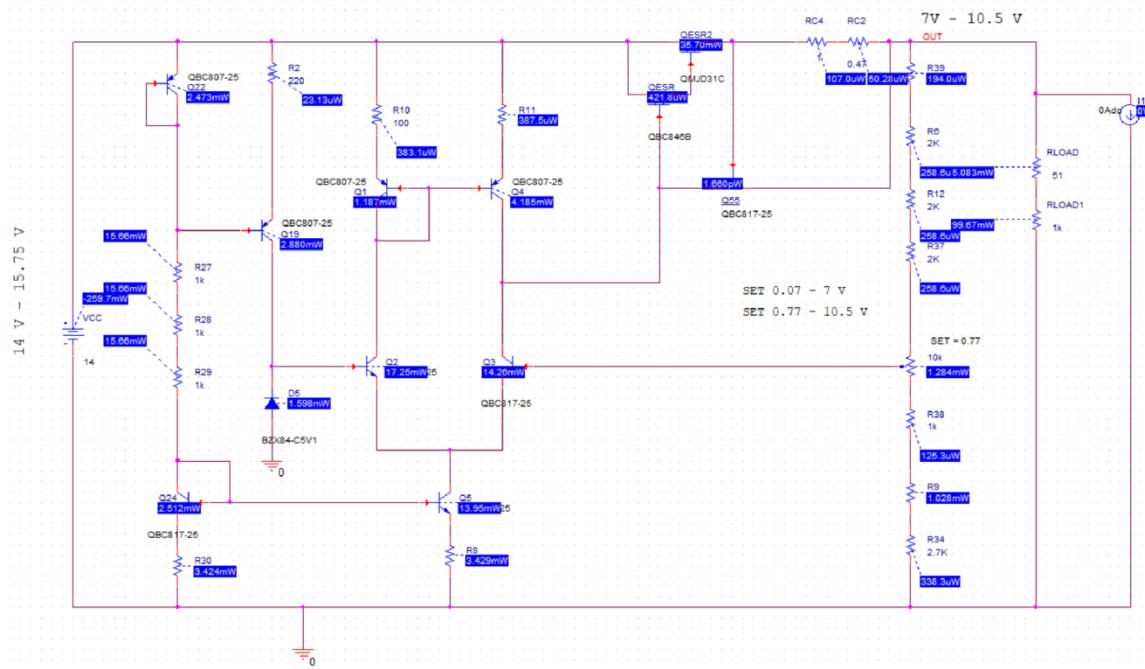


c) Puteri

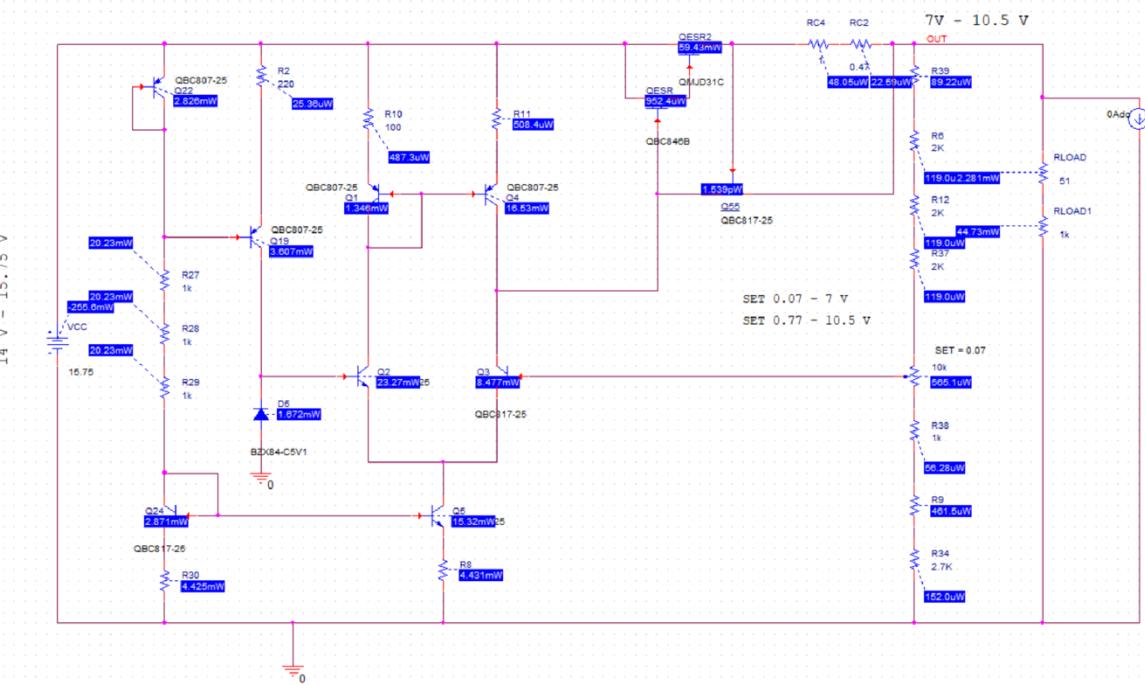
V<sub>in</sub>=14V SET=0.07 V<sub>out</sub>=7V



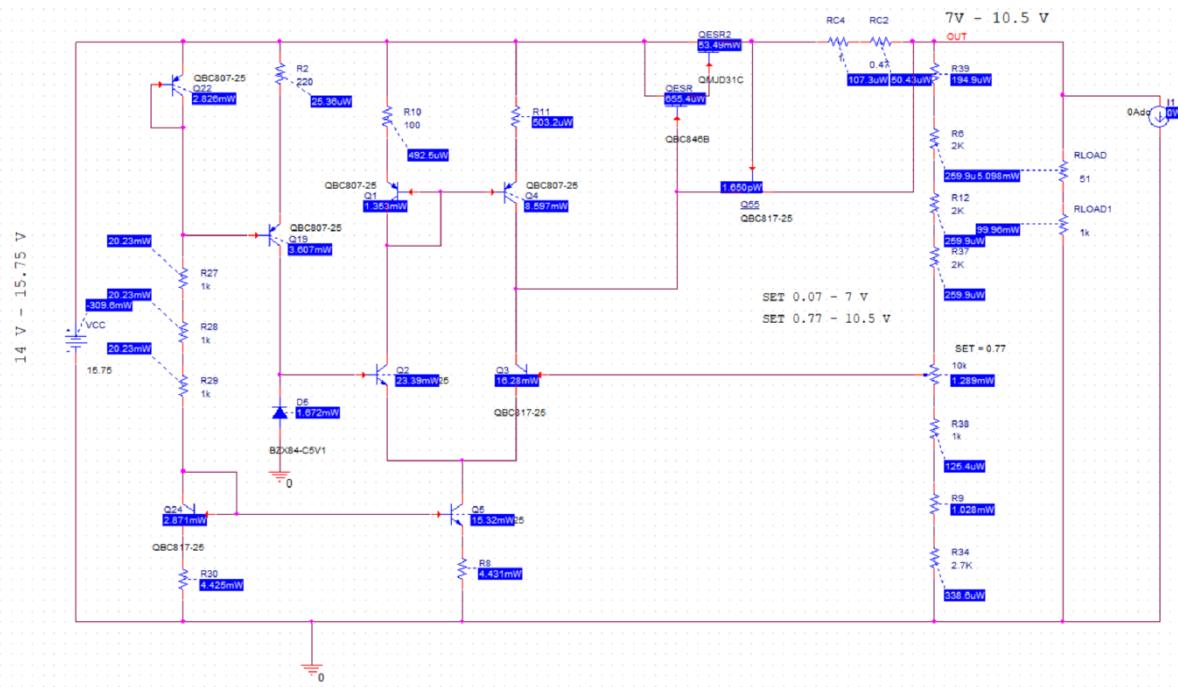
Vin=14V SET=0.77 Vout=10.5V



Vin=15.75V SET=0.07 Vout=7V



Vin=15.75V SET=0.77 Vout=10.5V



$$V_{CC} = 14 \text{ V}$$

$$V_{BE} = 0,6 \text{ V}$$

$$J_{24} = \frac{V_{CC} - 0 - V_{BE22} - V_{BE24}}{R_{27} + R_{28} + R_{29} + R_{30}} = \frac{12,8}{3,22} = 3,97 \text{ mA}$$

$$J_{24} = J_5 = 3,97 \text{ mA}$$

$$V_{B5} = 5,02 \text{ V}$$

$$J_{R_2} = \frac{V_{BE22} - V_{EB19}}{R_2} \approx \frac{0,1}{0,22} = 0,5 \text{ mA}$$

$$J_2 = J_3 = \frac{J_5}{2} = 1,98 \text{ mA}$$

$$V_{R10} = V_{R11} = 1,98 \cdot R_{10} = 1,98 \cdot 0,1 = 0,19 \text{ V}$$

$$V_{CE1} = V_{BE1} = 0,6 \text{ V}$$

$$V_{out} = 10,5 \text{ V}$$

$$V_{C4} = V_{out} + 2 V_{BE} = 10,5 + 1,2 = 11,7 \text{ V}$$

$$V_{CE4} = V_{CC} - V_{R11} - V_{C4} = 14 - 0,19 - 11,7 = 2,11 \text{ V}$$

$$J_{C4} = 1,98 \text{ mA}$$

$$\begin{aligned} V_{CE3} &= V_{C3} - V_{E3} = V_{C3} - (V_{B5} - V_{BE2}) = 10,5 - (5,02 - 0,6) = \\ &= 6,08 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{CE2} &= V_{C2} - (5,02 - V_{BE}) = V_{CC} - V_{R10} - V_{BE1} - 4,42 = \\ &= 14 - 0,19 - 0,6 - 4,42 = \\ &= 8,79 \text{ V} \end{aligned}$$

$$J_2 = 1,98 \text{ mA}$$

$$J_{LOAD} = \frac{V_{out}}{R_{LOAD}} = \frac{10,5}{1,51} = 6,95 \text{ mA}$$

$$\begin{aligned} J_{Reactive} &= \frac{V_{out}}{R_{39} + R_6 + R_{12} + R_{37} + R_{38} + R_9 + R_{34}} \\ &= \frac{10,5}{19,4} = 0,54 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$V_{CE24} = 0,6 \text{ V}$$

$$J_{24} = 3,97 \text{ mA}$$

$$V_{CE5} = 5,02 - 1,2 = 3,82$$

$$J_5 = 3,97 \text{ mA}$$

$$V_{CE1g} = V_{CC} - V_{R2} - V_{D5} = 14 - 0,1 - 5,02 = 8,88 \text{ V}$$

$$D_5: \begin{cases} V_{D5} = 5,02 \text{ V} \\ J_{D5} = 0,5 \text{ mA} \end{cases} \text{ stable} \quad Q_1: \begin{cases} J_{C1} = 1,94 \text{ mA} \\ V_{EB1} = 0,6 \text{ V RAN} \\ V_{CE1} = 0,6 \text{ V} \end{cases}$$

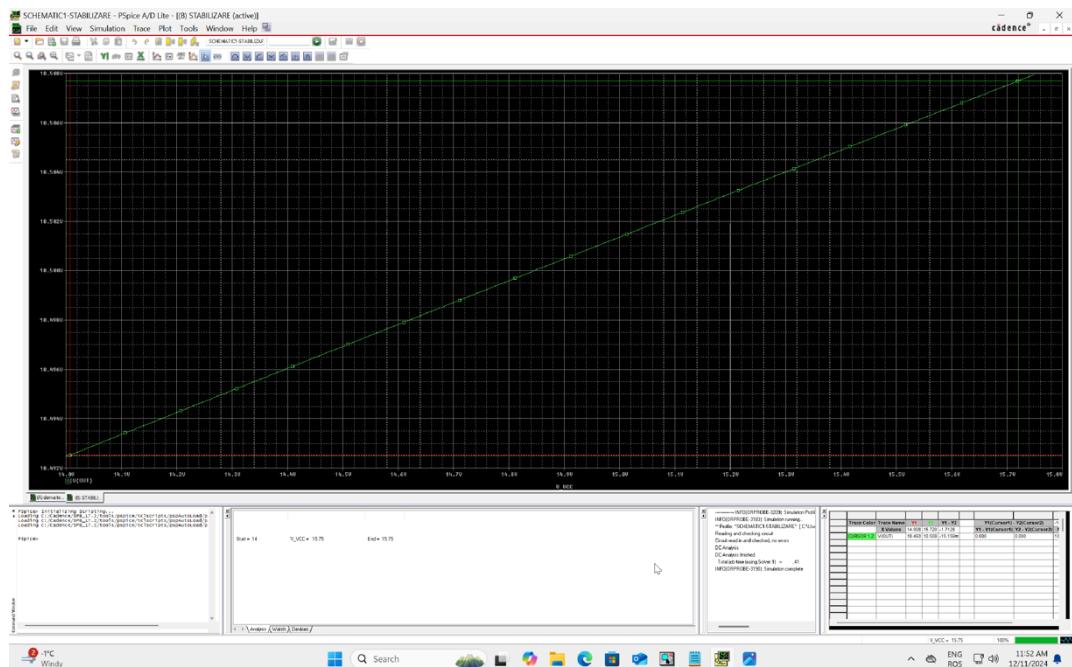
$$Q_{24}: \begin{cases} J_{C24} = 3,97 \text{ mA} \\ V_{BE24} = 0,6 \text{ V RAN} \\ V_{CE24} = 0,6 \text{ V} \end{cases} \quad Q_4: \begin{cases} J_{C4} = 1,94 \text{ mA} \\ V_{EB4} = 0,6 \text{ V RAN} \\ V_{CE4} = 2,11 \text{ V} \end{cases}$$

$$Q_5: \begin{cases} J_{C5} = 3,97 \text{ mA} \\ V_{BE5} = 0,6 \text{ V RAN} \\ V_{CE5} = 3,82 \text{ V} \end{cases} \quad Q_2: \begin{cases} J_{C2} = 1,94 \text{ mA} \\ V_{BE2} = 0,6 \text{ V RAN} \\ V_{CE2} = 8,29 \text{ V} \end{cases}$$

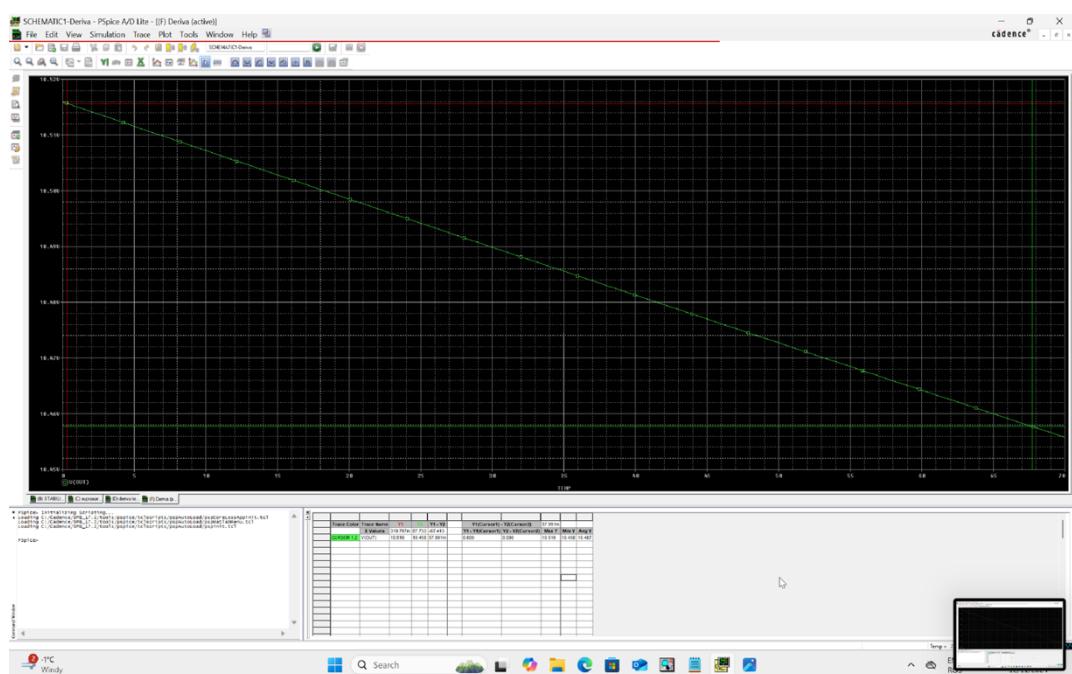
$$Q_{22}: \begin{cases} J_{C22} = 3,97 \text{ mA} \\ V_{EB22} = 0,6 \text{ V RAN} \\ V_{CE22} = 0,6 \text{ V} \end{cases} \quad Q_3: \begin{cases} J_{C3} = 1,94 \text{ mA} \\ V_{BE3} = 0,6 \text{ V RAN} \\ V_{CE3} = 6,08 \text{ V} \end{cases} \quad Q_{1g}: \begin{cases} J_{C1g} = 0,5 \text{ mA} \\ V_{BE1g} = 0,6 \text{ V RAN} \\ V_{CE1g} = 8,88 \text{ V} \end{cases}$$

## 4. Simularea montajului electric

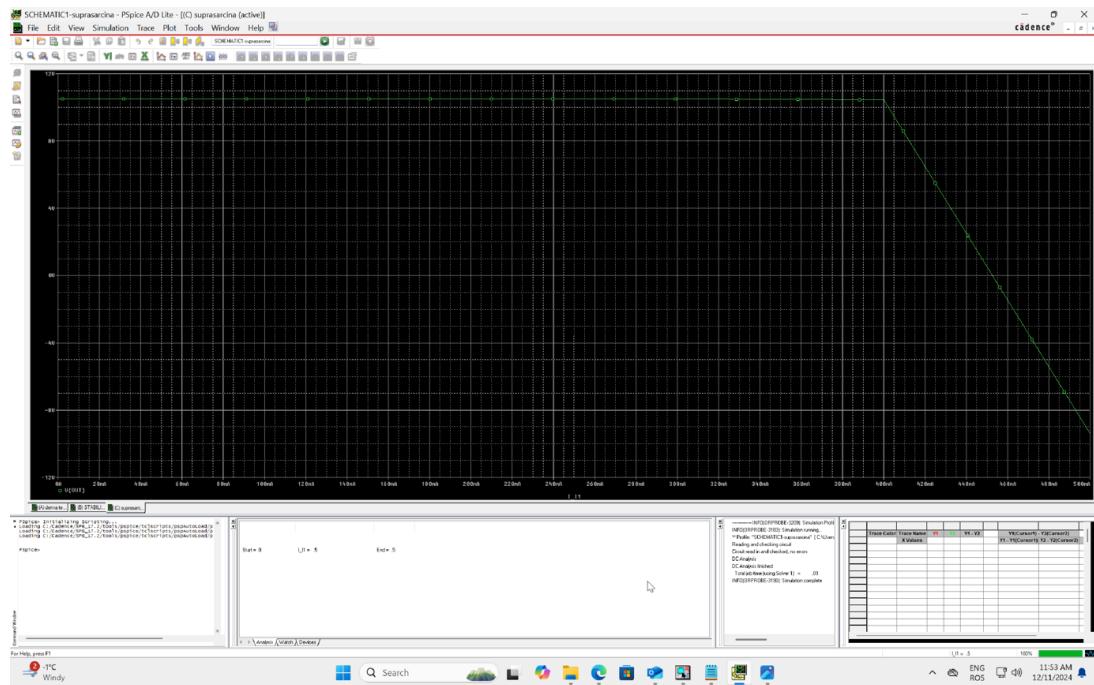
### 4.1. Variatia tensiunii de iesire in functie de varatia tensiunii de intrare/ factorul de stabilizare



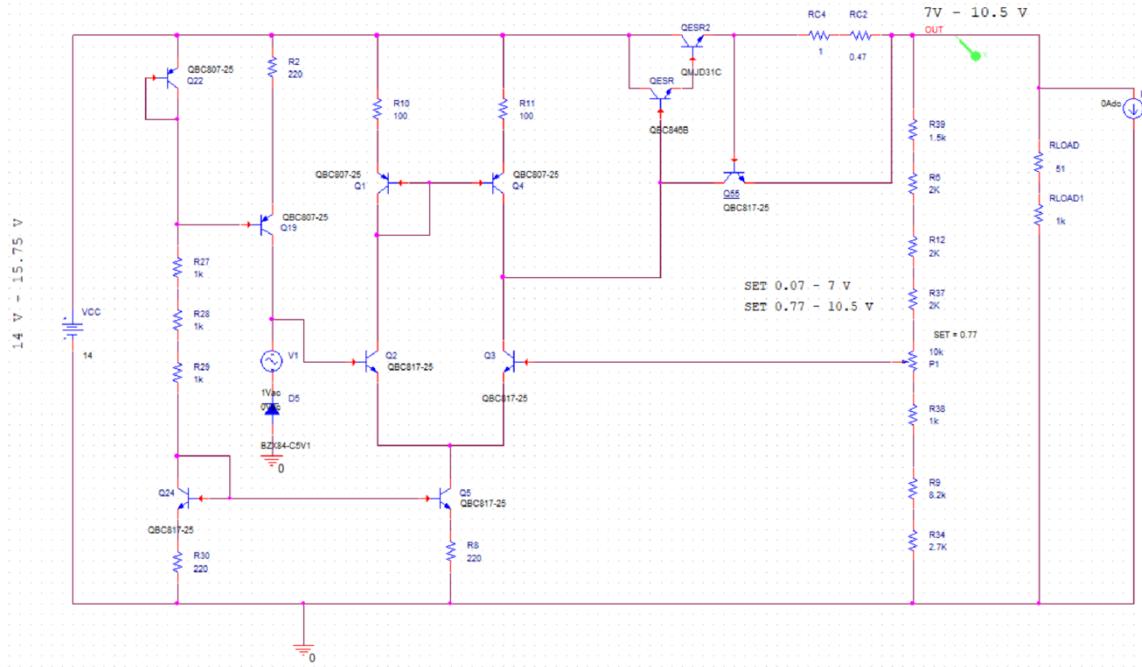
### 4.2. Deriva termica

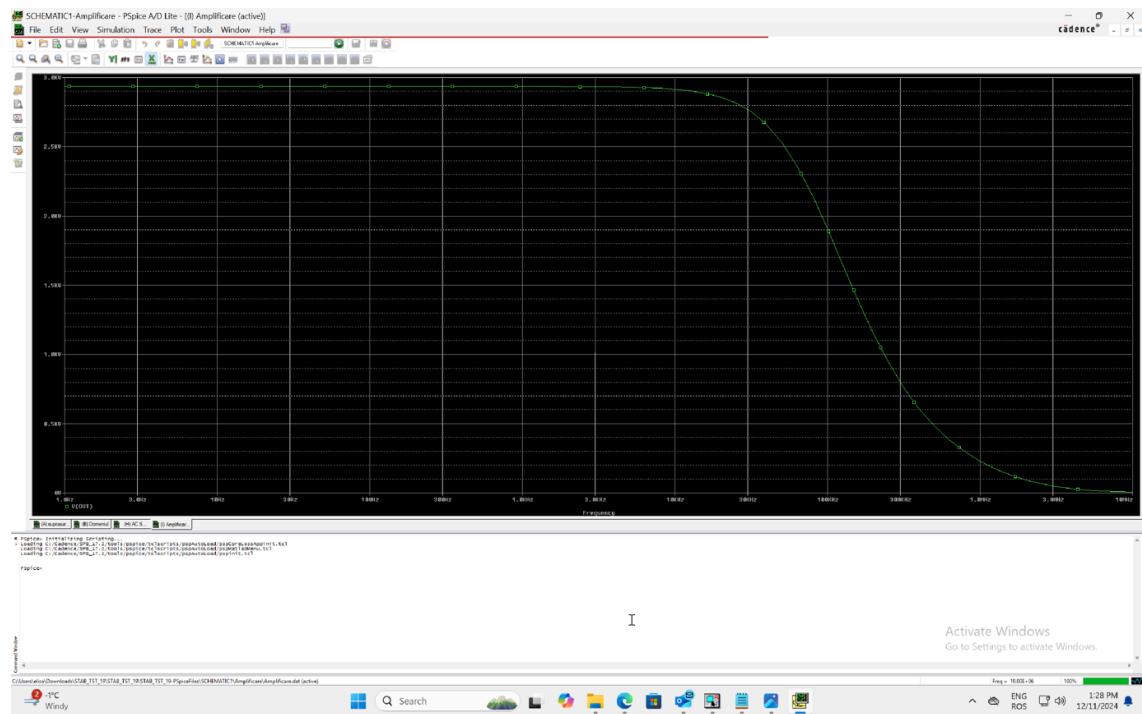


### 4.3. Protectia la suprasarcina

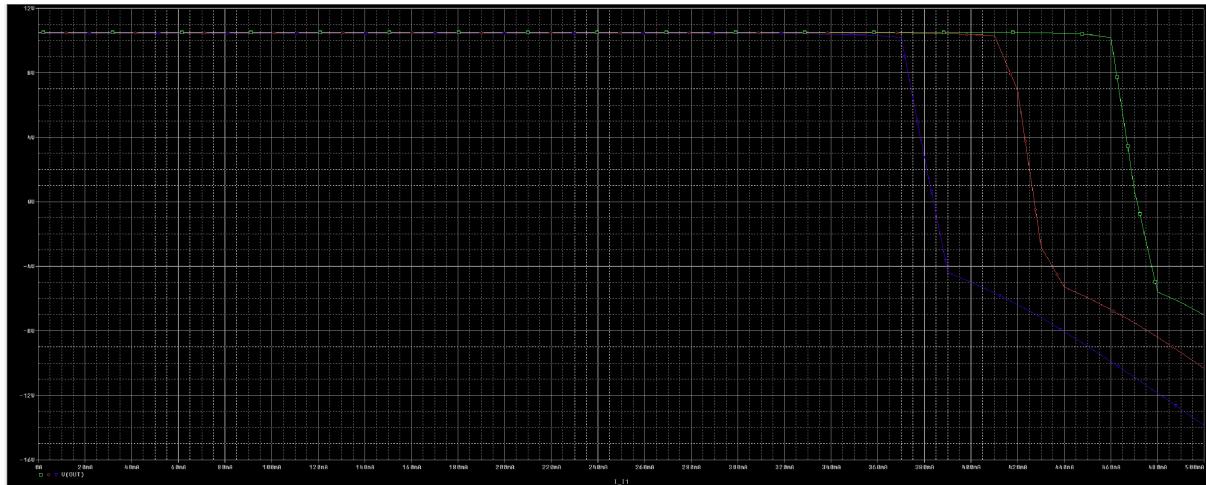


### 4.4. Amplificarea in bucla deschisa





## 4.5. Domeniul temperaturilor de functionare



## 5. Lista de piese (BOM)

Nr. Crt.	Nume	Catalog	Cod distrib	Nume prod	Prod	Clasă	Qty fix	Qty final	Qty min	Descriere	Distribuitor	Pret (fara TVA) referinta/buc. TME România
1	0,47	<a href="#">(LINK)</a>	SMD080 5-0R47	0805S8J0 47KT5E	ROYAL OHM	rezistor	1	100	100	Rezistor SMD, chip, 0805, 0.47Ω, ±5%, 0.125W	TME România	0,2907
2	1	<a href="#">(LINK)</a>	SMD080 5-1R-5%	0805S8J0 10JT5E	ROYAL OHM	rezistor	1	100	100	Rezistor SMD, chip, 0805, 1Ω, ±5%, 0.125W	TME România	0,07
3	51	<a href="#">(LINK)</a>	SMD080 5-51R-5%	0805S8J0 510T5E	ROYAL OHM	rezistor	1	100	100	Rezistor SMD, chip, 0805, 51Ω, ±5%, 0.125W	TME România	0,1525
4	100	<a href="#">(LINK)</a>	SMD080 5-100R-5%	0805S8J0 101T5E	ROYAL OHM	rezistor	2	100	100	Rezistor SMD, chip, 0805, 100Ω, ±5%, 0.125W	TME România	0,0549
5	220	<a href="#">(LINK)</a>	SMD080 5-220R-5%	0805S8J0 221T5E	ROYAL OHM	rezistor	3	100	100	Rezistor SMD, chip, 0805, 220Ω, ±5%, 0.125W	TME România	0,0748
6	1k	<a href="#">(LINK)</a>	SMD080 5-1K-5%	0805S8J0 102T5E	ROYAL OHM	rezistor	5	100	100	Rezistor SMD, chip, 0805, 1kΩ, ±5%, 0.125W	TME România	0,061
7	1.5k	<a href="#">(LINK)</a>	SMD080 5-1K5-5%	WF08P152 JTL	WALSIN	rezistor	1	100	100	Rezistor SMD, chip, 0805, 1.5kΩ, ±5%, 0.125W	TME România	0,074
8	2k	<a href="#">(LINK)</a>	SMD080 5-2K-5%	0805S8J0 202T5E	ROYAL OHM	rezistor	3	100	100	Rezistor SMD, chip, 0805, 2kΩ, ±5%, 0.125W	TME România	0,07
9	2.7k	<a href="#">(LINK)</a>	SMD080 5-2K7-5%	0805S8F2 701T5E	ROYAL OHM	rezistor	1	100	100	Rezistor SMD, chip, 0805, 2.7kΩ, ±5%, 0.125W	TME România	0,07
10	8.2k	<a href="#">(LINK)</a>	SMD080 5-8K2-5%	0805S8J0 822T5E	ROYAL OHM	rezistor	1	100	100	Rezistor SMD, chip, 0805, 8.2kΩ, ±5%, 0.125W	TME România	0,07
11	10k	<a href="#">(LINK)</a>	3314G-1-103E	3314G-1-103E	BOURN S	potențiometru	1	1	1	Potențiometru liniar, simplă tură, SMD, 10kΩ, ±20%, 100ppm/°C, 0.25W	TME România	7,65
TOTAL - Componente pasive (rezistoare de valori fixe și reglabile)									FARA TVA =	#REF!	8,6379	
12	5.1V	<a href="#">(LINK)</a>	BZX84C 5V1	BZX84-C5V1	NEXPERIA	diodă Zener	1	1	1	Diodă Zener, SMD, SOT23, 5,1V, ±5%, 0.3W	TME România	0,5112

		NPN	<a href="#">(LINK)</a>	BC846B	BC846B	DIOTEC	tranzist or bipolar	1	1	1	Tranzistor bipolar NPN, SMD, SOT23, 65V, 100mA	TME România	0,6633
13		NPN	<a href="#">(LINK)</a>	BC817- 25-DIO	BC817-25- DIO	NXP	tranzist or bipolar	5	5	1	Tranzistor bipolar NPN, SMD, SOT23, 45V, 800mA	TME România	0,4248
14		PNP	<a href="#">(LINK)</a>	BC807- 25-DIO	BC807-25- DIO	NXP	tranzist or bipolar	4	25	25	Tranzistor bipolar PNP, SMD, SOT23, 45V, 800mA	TME România	0,1729
15		NPN	<a href="#">(LINK)</a>	MJD31C G	MJD31CG	ON Semicon- ductor	tranzist or bipolar	1	3	3	Tranzistor bipolar NPN, SMD, DPACK, 100V, 3A, 15W	TME România	3,478
16	TOTAL - Componente semiconductoare (tranzistoare bipolare și cu efect de câmp, diode, LED, etc.)											FARA TVA = <b>#REF!</b>	5,2502

## **6. Bibliografie**

- [www.cetti.ro](http://www.cetti.ro)
- CODREANU N., PANTAZICĂ M., IONESCU C., MARCU A., Tehnici CAD de realizarea modulelor electronice, Bucureşti, Editura CAVALLIOTI, 2017
- BREZEANU GH., DRĂGHICI F., DILIMOTĂ GH., MITU F., Circuite electronice fundamentale, Bucureşti, Editura ROSETTI EDUCATIONAL, 2009
- „Dispozitive si circuite electronice” – A. Rusu, M. Profirescu, s.a, Editura Didactica si Pedagogica Bucuresti, 1982
- „Regulated Linear Power Supply Construction” – David Metz