



Universitatea Politehnică București

Bazele Electrotehnicii

-TEMA 1-

Puișor Oana Daniela
p.oanadaniela@gmail.com
grupa 311 CD

Abstract Acest document conține rezolvarea primei teme la disciplina Bazele electrotehnicii, ceea ce presupune generarea unui circuit, împreună cu grafurile sale de curent și tensiune. Tot aici apare și o simulare a respectivului circuit în LTspice.

2 Aprilie 2017

Cuprins

0.1	Cerința 1 : Generarea circuitului	3
0.1.1	Cerința 1.a : Grafuri de tensiune și curent	3
0.1.2	Cerința 1.b : Elementele circuitului	6
0.1.3	Cerința 1.c : Bilanțul de puteri	8
0.2	Cerința 2 : Metoda nodală	9
0.2.1	Cerința 2.a : Sistemul de ecuații al metodei nodale	9
0.2.2	Cerința 2.b : Dimensiunea matricelor sistemului de ecuații	10
0.2.3	Rezolvarea sistemului în Octave	12
0.3	Simulatorul Spice	14
0.3.1	Cerința 4.b :	14
0.3.2	Cerința 4.c : Simularea circuitului	14
0.4	Redactarea în L ^A T _E X. Folosirea lui în redactarea temei	18

0.1 Cerința 1 : Generarea circuitului

Pentru generarea circuitului am ales mai întâi o pereche de grafuri orientate G_i și G_u . Am ales valorile arbitrare, în cazul curenților, mai întâi pe cordele coarborelui, iar în funcție de ele am calculat intensitățile pe arbore.

0.1.1 Cerința 1.a : Grafuri de tensiune și curent

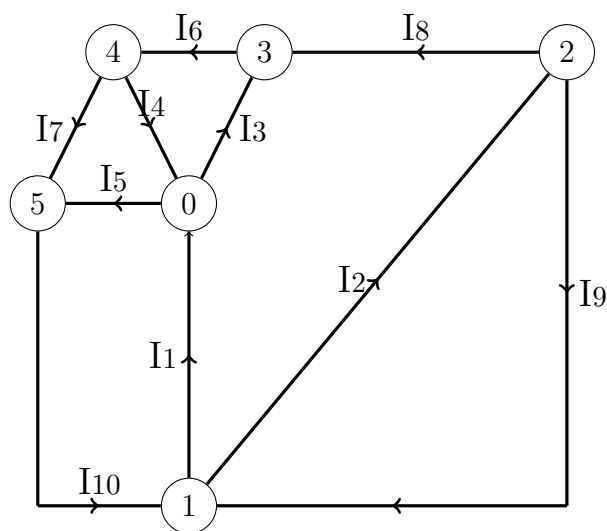


Figura 1 : Graful de curent G_i

Intensități ale coarborelui:

$$I_6 = -1 \text{ A}; I_7 = 3 \text{ A}; I_8 = 6 \text{ A}; I_9 = -5 \text{ A}; I_{10} = 4 \text{ A};$$

Aplicând prima lege a lui Kirchhoff am obținut:

NOD 0 :

$$I1 + I4 = I3 + I5 \quad (1)$$

NOD 1 :

$$I10 + I9 = I1 + I2 \quad (2)$$

NOD 2 :

$$I2 = I8 + I9 \quad (3)$$

NOD 3 :

$$I3 + I8 = I6 \quad (4)$$

NOD 4 :

$$I6 = I7 + I4 \quad (5)$$

NOD 5 :

$$I5 + I7 = I10 \quad (6)$$

În final am obținut intensitățile din arbore : $I1 = -2 \text{ A}; I2 = 1 \text{ A}; I3 = -7 \text{ A}; I4 = -4 \text{ A}; I5 = 1 \text{ A}$

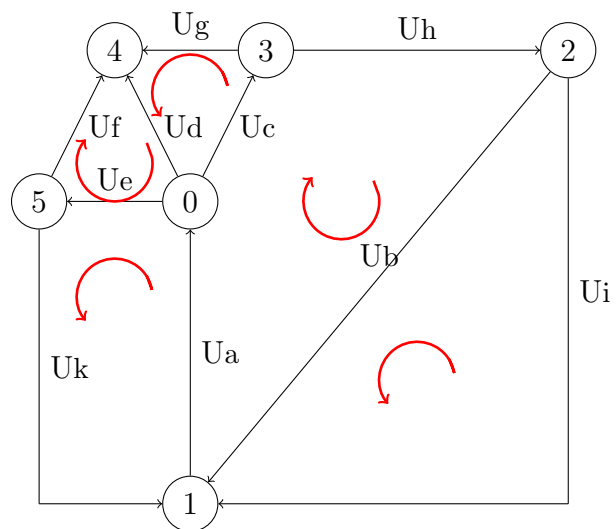


Figura 2 : Graful de tensiune Gu

În cazul grafului de tensiuni, am ales tensiuni arbitrare pe arbore :

$$U_a = 5V; U_b = -3V; U_c = 2V; U_d = -1V; U_e = 4V;$$

(7)

Aplicând legea a doua a lui Kirchhoff am obținut :

[1] = 0 1 2 3 :

$$U_b + U_a + U_c + U_h = 0 \quad (8)$$

[2] = 2 1 :

$$U_b - U_i = 0 \quad (9)$$

[3] = 0 1 5 :

$$U_a + U_e - U_k = 0 \quad (10)$$

[4] = 0 4 5 :

$$U_f + U_e + U_d = 0 \quad (11)$$

[5] = 0 3 4 :

$$U_c + U_g - U_d = 0 \quad (12)$$

Și am obținut :

$$U_h = -4V; U_i = -3V; U_k = 9V; U_f = -5V; U_g = -4V; \quad (13)$$

0.1.2 Cerința 1.b : Elementele circuitului

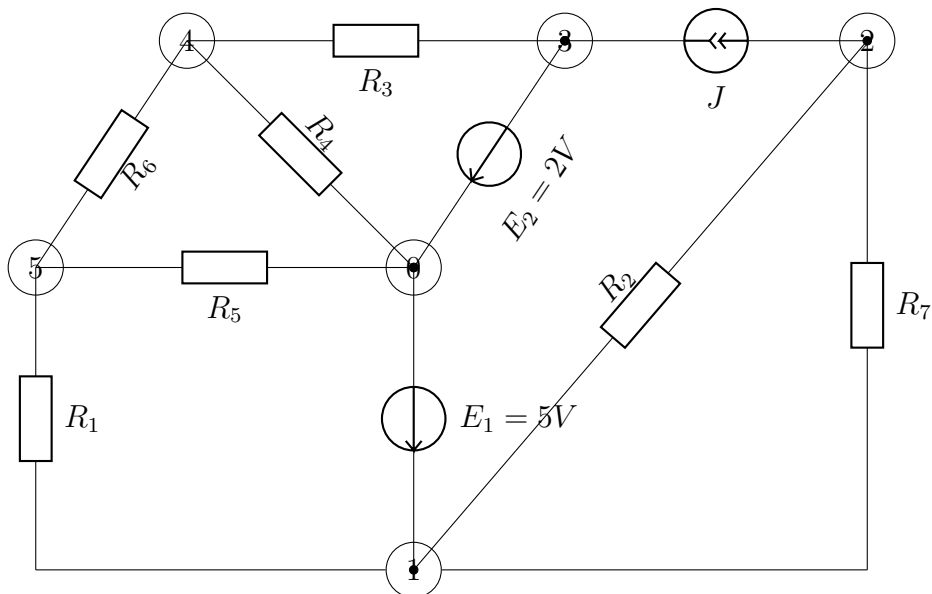


Figura 3 : Graful,cu elementele circuitului

Valorile elementelor,deduse din a doua lege a lui Kirchhoff :

$$U_a = E1 \Rightarrow E1 = 5V \quad (14)$$

$$U_c = E2 \Rightarrow E2 = 2V \quad (15)$$

$$J1 = I8 \Rightarrow J1 = 6A \quad (16)$$

$$U_k + R1I_{10} = 0 \Rightarrow R1 = -U_k \setminus I_{10} \Rightarrow R1 = -9 \setminus 4\Omega \quad (17)$$

$$U_b + R2I_2 = 0 \Rightarrow R2 = -U_b \setminus I_2 \Rightarrow R1 = 3\Omega \quad (18)$$

$$U_g - R3I_6 = 0 \Rightarrow R3 = U_g \setminus I_6 \Rightarrow R3 = 3\Omega \quad (19)$$

$$U_d + R4I_4 = 0 \Rightarrow R4 = -U_d \setminus I_4 \Rightarrow R4 = -1 \setminus 4\Omega \quad (20)$$

$$U_e - R5I_5 = 0 \Rightarrow R5 = U_e \setminus I_5 \Rightarrow R4 = 4\Omega \quad (21)$$

$$Uf + R6I7 = 0 \Rightarrow R6 = -Uf \setminus I7 \Rightarrow R6 = 5 \setminus 3\Omega \quad (22)$$

$$Ui - R7I9 = 0 \Rightarrow R7 = Ui \setminus I9 \Rightarrow R7 = 3 \setminus 5\Omega \quad (23)$$

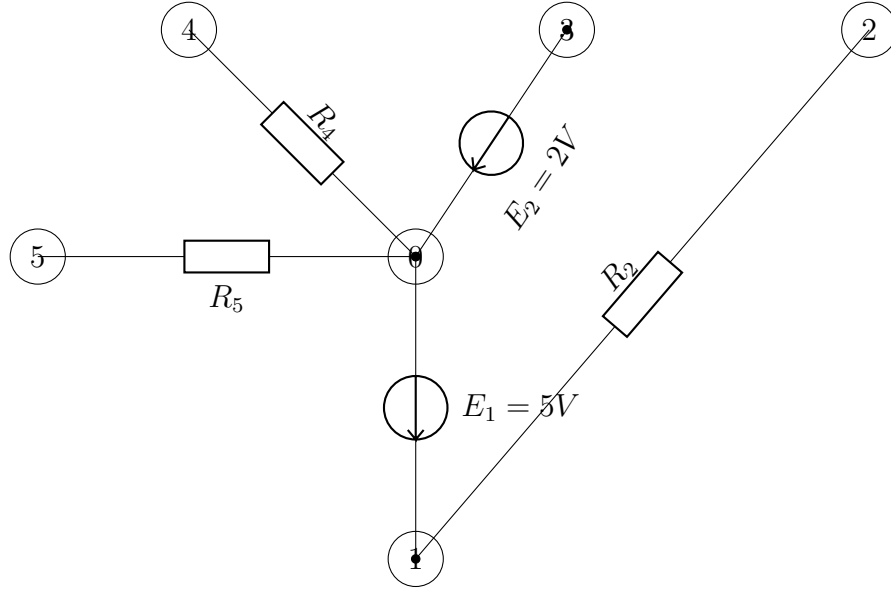
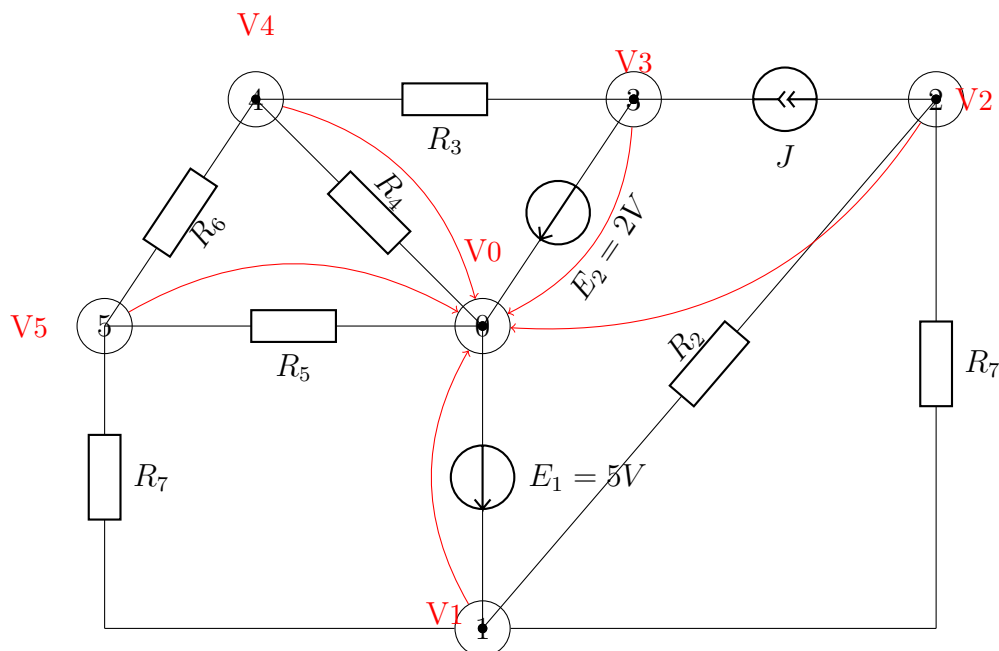


Figura 4 : Arbore normal

0.1.3 Cerința 1.c : Bilanțul de puteri

Putere consumatoare	Putere generatoare
$I_4 \cdot U_d = -4 \cdot -1 = 4W$	$I_1 \cdot U_a = -2 \cdot 5 = -10W$
$I_7 \cdot U_f = 3 \cdot -5 = -15W$	$I_5 \cdot U_e = 1 \cdot 4 = 4W$
$I_{10} \cdot U_k = 4 \cdot 9 = 36W$	$I_6 \cdot U_g = -1 \cdot -3 = 3W$
$I_2 \cdot U_b = 1 \cdot -3 = -3W$	$I_3 \cdot U_c = -7 \cdot 2 = -14W$
$I_8 \cdot U_h = 6 \cdot -4 = -24W$	$I_9 \cdot U_i = -5 \cdot -3 = 15W$
$4W + (-15)W + 36W + (-3)W + (-24)W$	$(-10)W + 4W + 3W + (-14)W + 15W$
-2 W	-2 W

0.2 Cerința 2 : Metoda nodală



Circuitul conține 6 noduri și 10 laturi. Nodul de referință va fi primul, deoarece în el se intersectează cele mai multe laturi. Prin urmare el va avea potențialul 0V:

$$V_0 = 0V;$$

0.2.1 Cerința 2.a : Sistemul de ecuații al metodei nodale

Ținând cont de regulile metodei nodale am obținut sistemul :

$$\begin{cases} G_{11}V_1 + G_{12}V_2 + G_{13}V_3 + G_{14}V_4 + G_{15}V_5 = -I_1 \\ G_{21}V_1 + G_{22}V_2 + G_{23}V_3 + G_{24}V_4 + G_{25}V_5 = -J \\ G_{31}V_1 + G_{32}V_2 + G_{33}V_3 + G_{34}V_4 + G_{35}V_5 = I_8 + I_3 \\ G_{41}V_1 + G_{42}V_2 + G_{43}V_3 + G_{44}V_4 + G_{45}V_5 = 0 \\ G_{51}V_1 + G_{52}V_2 + G_{53}V_3 + G_{54}V_4 + G_{55}V_5 = 0 \end{cases}$$

Unde conductanțele de pe diagonala matricei (G_{ii}) sunt sume ale conductanțelor adiacente nodului i . Restul conductanțelor sunt sume ale celor care sunt legate direct de nodul corespunzător. Termenii liberi sunt curenții de scurtcircuit.

$$\begin{cases} G_{11}V_1 + G_{12}V_2 + G_{13}V_3 + G_{14}V_4 + G_{15}V_5 = -(-2)A \\ G_{21}V_1 + G_{22}V_2 + G_{23}V_3 + G_{24}V_4 + G_{25}V_5 = -J = -6A \\ G_{31}V_1 + G_{32}V_2 + G_{33}V_3 + G_{34}V_4 + G_{35}V_5 = -7 + 6 = -1A \\ G_{41}V_1 + G_{42}V_2 + G_{43}V_3 + G_{44}V_4 + G_{45}V_5 = 0 \\ G_{51}V_1 + G_{52}V_2 + G_{53}V_3 + G_{54}V_4 + G_{55}V_5 = 0 \end{cases}$$

0.2.2 Cerința 2.b : Dimensiunea matricelor sistemului de ecuații

$$G_{11} = 1 \parallel R_1 + 1 \parallel R_2 + 1 \parallel R_7 + 1 \parallel \infty = -4 \parallel 9 + 1 \parallel 3 + 5 \parallel 3 = 14 \parallel 9S$$

$$G_{22} = 0 + 1 \parallel R_2 + 1 \parallel R_7 = 1 \parallel 3 + 5 \parallel 3 = 2S$$

$$G_{33} = 0 + 1 \parallel \infty + 1 \parallel R_3 = 1 \parallel 3S$$

$$G_{44} = 1 \parallel R_3 + 1 \parallel R_4 + 1 \parallel R_6 = 1 \parallel 3 - 4 + 3 \parallel 5 = -46 \parallel 15S$$

$$G_{55} = 1 \parallel R_1 + 1 \parallel R_5 + 1 \parallel R_6 = -4 \parallel 9 + 1 \parallel 4 + 3 \parallel 5 = 73 \parallel 180S$$

$$G_{12} = G_{21} = -1 \parallel R_2 - 1 \parallel R_7 = -1 \parallel 3 - 5 \parallel 3 = -2S$$

$$G_{13} = G_{31} = 0S$$

$$G_{14} = G_{41} = 0S$$

$$G_{15} = G_{51} = -1 \parallel R_1 = 4 \parallel 9S$$

$$G_{23} = G_{32} = 0S$$

$$G_{24} = G_{42} = 0S$$

$$G_{25} = G_{52} = 0S$$

$$G_{34} = G_{43} = -1 \parallel R_3 = -1 \parallel 3S$$

$$G_{35} = G_{53} = 0S$$

$$G_{45} = G_{54} = -1 \parallel R_6 = -3 \parallel 5S$$

Relațiile de mai sus vor constitui matricea **A** a coeficienților(5×5) :

$$A = \begin{bmatrix} \frac{14}{9} & -2 & 0 & 0 & \frac{4}{9} \\ -2 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{-1}{3} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{-1}{3} & \frac{-46}{15} & \frac{-3}{5} \\ \frac{4}{9} & 0 & 0 & \frac{-3}{5} & \frac{73}{180} \end{bmatrix}$$

Vectorul **X** al necunoscutelor(al potențialelor) de la noduri :

$$X = \begin{bmatrix} V1 \\ V2 \\ V3 \\ V4 \\ V5 \end{bmatrix}$$

Vectorul **b** al curenților de scurtcircuit ai laturilor ce concură la nodurile aferente :

$$B = \begin{bmatrix} 2 \\ -6 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

0.2.3 Rezolvarea sistemului în Octave

```

GNU Octave, version 4.0.2
Copyright (C) 2016 John W. Eaton and others.
This is free software; see the source code for copying conditions.
There is ABSOLUTELY NO WARRANTY; not even for MERCHANTABILITY or
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. For details, type 'warranty'.

Octave was configured for "x86_64-pc-linux-gnu".

Additional information about Octave is available at http://www.octave.org.

Please contribute if you find this software useful.
For more information, visit http://www.octave.org/get-involved.html

Read http://www.octave.org/bugs.html to learn how to submit bug reports.
For information about changes from previous versions, type 'news'.

>> A = [14/9 -2 0 0 4/9;-2 2 0 0 0;0 0 1/3 -1/3 0;0 0 -1/3 -46/15 -3/5;4/9
0 0 -3/5 73/180]
A =

    1.55556   -2.00000    0.00000    0.00000    0.44444
   -2.00000    2.00000    0.00000    0.00000    0.00000
    0.00000    0.00000    0.33333   -0.33333    0.00000
    0.00000    0.00000   -0.33333   -3.06667   -0.60000
    0.44444    0.00000    0.00000   -0.60000    0.40556

>> b = [2 -6 -1 0 0]'
b =

     2
    -6
    -1
     0
     0

>> A\b
ans =

     5.0000
     2.0000
    -2.0000
     1.0000
    -4.0000

>> |

```

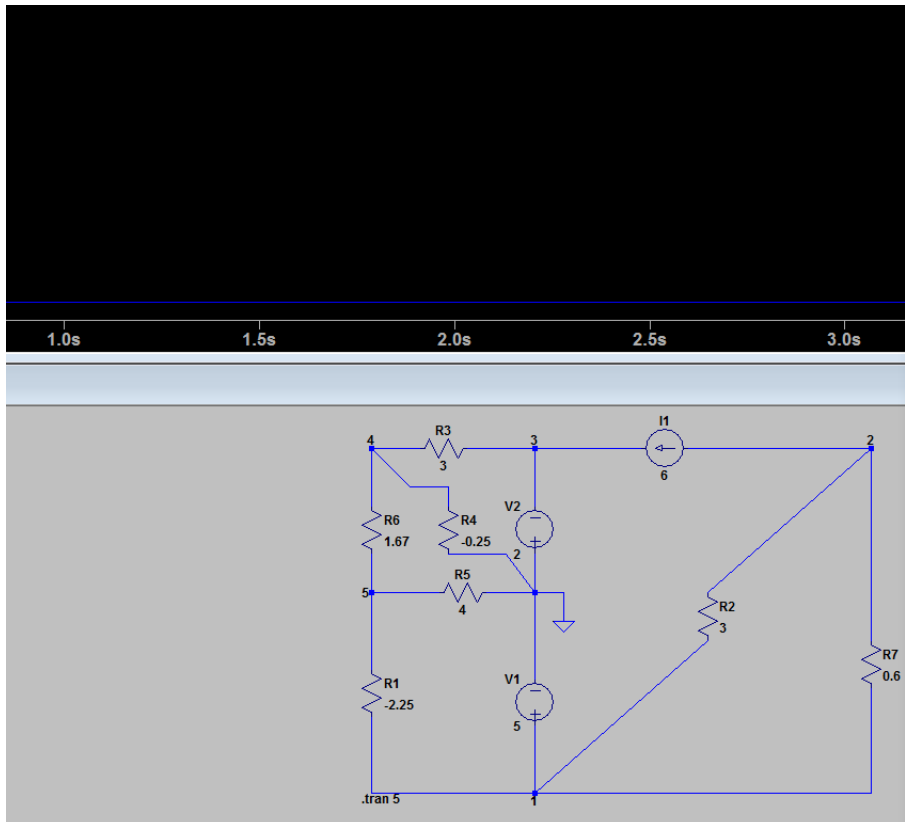
0.3 Simulatorul Spice

0.3.1 Cerința 4.b :

Pentru simularea circuitului am folosit LtSpice, unde am inclus elementele circuitului, iar valorile intensităților și tensiunilor au rezultat din simularea acestuia.

```
comentariu
R1 5 1 -2.25
V1 1 0 5
R5 0 5 4
R3 3 4 3
I1 2 3 6
R7 2 1 0.6
V2 0 3 2
R2 2 1 3
R4 4 0 -0.25
R6 4 5 1.67
.tran 5
.op
.end
```

0.3.2 Cerința 4.c : Simularea circuitului



C:\Users\poana\Documents\LTspiceXVII\Draft1.asc

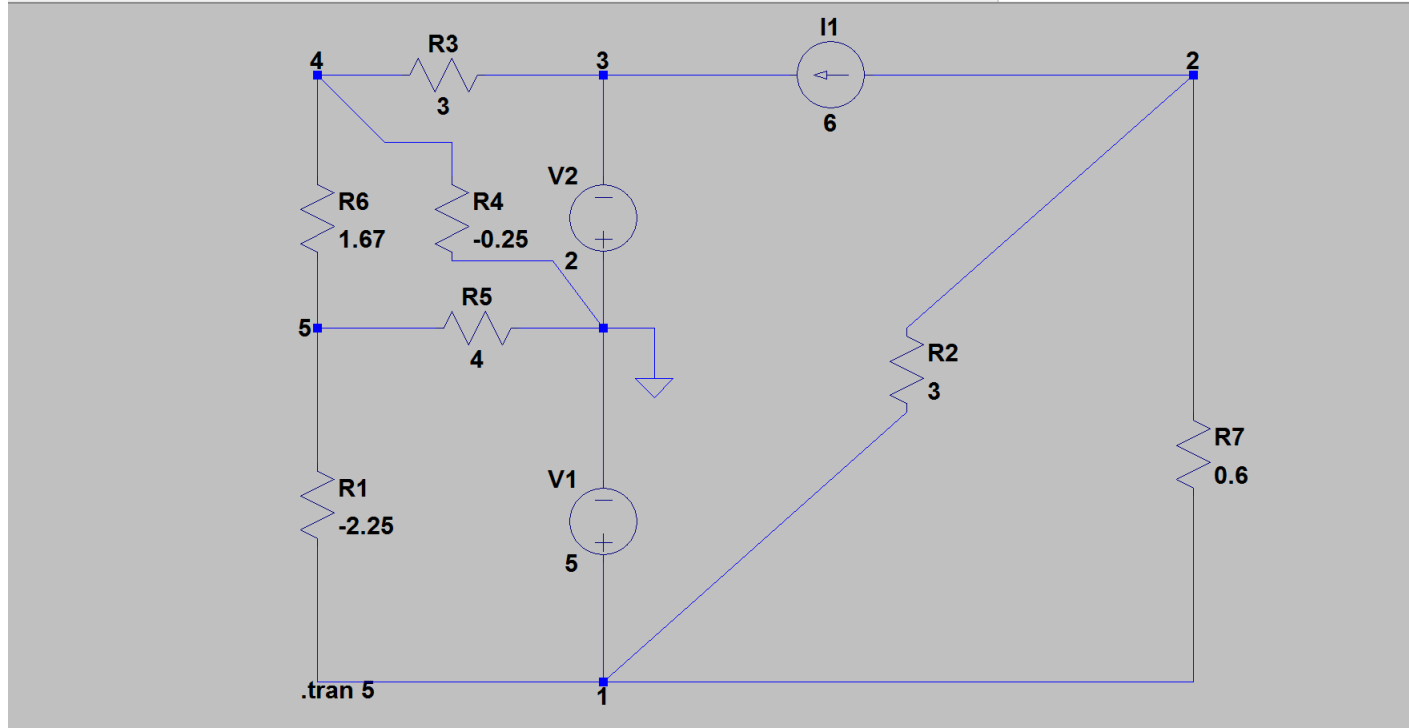
--- Operating Point ---

V(5) :	-4.01373	voltage
V(1) :	5	voltage
V(3) :	-2	voltage
V(4) :	1.00073	voltage
V(2) :	2	voltage
I(I1) :	6	device_current
I(R6) :	3.00267	device_current
I(R4) :	-4.00291	device_current
I(R2) :	-1	device_current
I(R7) :	-5	device_current
I(R3) :	-1.00024	device_current
I(R5) :	1.00343	device_current
I(R1) :	4.0061	device_current
I(V2) :	-7.00024	device_current
I(V1) :	-1.9939	device_current

```

    --- Operating Point ---
V(5) :      -4.01373      voltage
V(1) :       5           voltage
V(3) :      -2           voltage
V(4) :      1.00073      voltage
V(2) :       2           voltage
I(I1) :       6           device_current
I(R6) :      3.00267      device_current
I(R4) :     -4.00291      device_current
I(R2) :      -1           device_current
I(R7) :      -5           device_current
I(R3) :     -1.00024      device_current
I(R5) :      1.00343      device_current
I(R1) :      4.0061       device_current
I(V2) :     -7.00024      device_current
I(V1) :     -1.9939       device_current

```

0.4 Redactarea în \LaTeX . Folosirea lui în redactarea temei

Pentru rezolvarea acestei teme, m-am folosit de indicațiile regăsite în îndrumarul dat. De asemenea, m-am folosit și de pachetul `romanianCircuitSymbols` pentru a descrie elementele de circuit cu notațiile corespunzătoare. Mare parte din informațiile necesare redactării temei le-am găsit pe <https://www.sharelatex.com>, dar și pe <http://tex.stackexchange.com>.

Referințe

1. <https://github.com/PopAdi/circuitikz-romanian-symbols>
2. <http://cs.curs.pub.ro/2016/course/view.php?id=53>
3. <http://www.lmn.pub.ro/~gabriela/LatexTemplate4Students/>
4. <https://www.sharelatex.com>
5. <ftp://ftp.gust.org.pl/TeX/graphics/pgf/contrib/circuitikz/doc/circuitikzmanual.pdf>