



**WYDZIAŁ
ELEKTROTECHNIKI
I INFORMATYKI**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Katedra Elektrotechniki i Podstaw Informatyki

LABORATORIUM OBWODÓW I SYGNAŁÓW

SPRAWOZDANIE

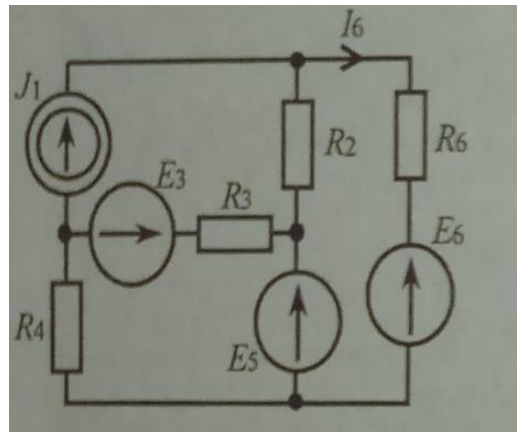
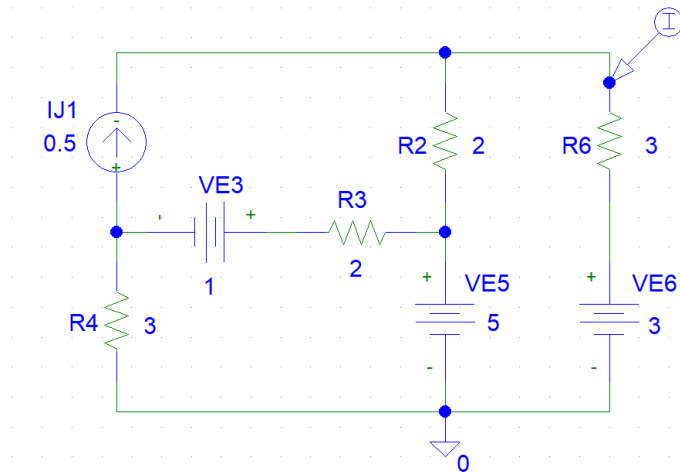
| Ćw. nr | Temat | | |
|------------|--|----------------|---------------|
| 2 | Metoda Thevenina w obwodach prądu stałego. | | |
| Opracowali | | Rok / gr. lab. | Data wyk. ćw. |
| | | 1ET-DI / L02 | 26.01.2019 r. |

Spis treści

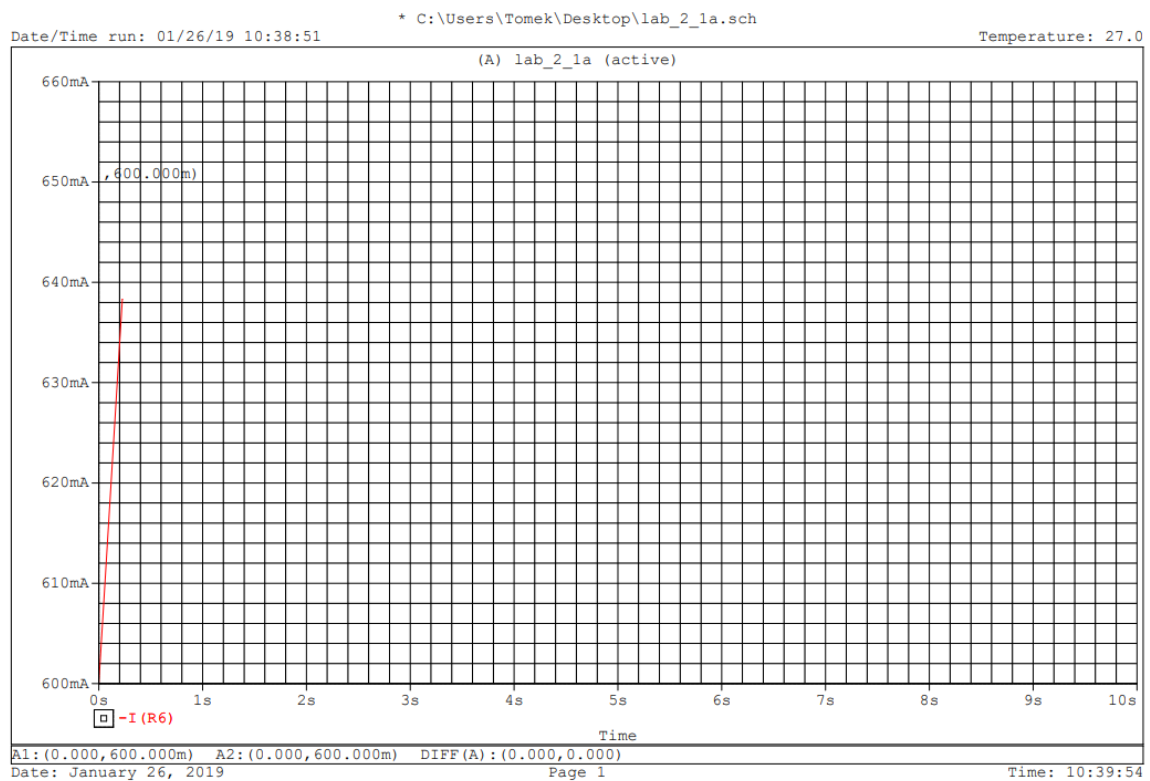
| | | |
|-----|--|----|
| a) | Wyznaczanie wartości prądu płynącego w jednej gałęzi obwodu | 3 |
| | Wyniki analizy komputerowej: | 3 |
| b1) | Zastosowanie tw. Thevenina w wyznaczaniu wartości prądu płynącego w jednej z gałęzi analizowanego obwodu. | 4 |
| | Wyniki analizy komputerowej: | 4 |
| | Uzyskane wyniki | 9 |
| b2) | Wyznaczanie wartości prądu płynącego w obwodzie składającym się z zastępczego źródła Thevenina (o parametrach U_T i R_T) oraz odłączonej pierwotnie gałęzi z elementami E6 i R6 | 10 |
| | Wyniki analizy komputerowej: | 10 |
| | Obliczenia analityczne: | 14 |
| c) | Wyznaczanie parametrów zastępczego źródła Thevenina: | 15 |
| | Wyniki analizy komputerowej: | 15 |
| c2) | Wyznaczanie parametrów U_T i R_T zastępczego źródła Thevenina | 16 |
| | Wyniki analizy komputerowej: | 16 |
| c3) | Wyznaczanie wartości prądu płynącego w obwodzie składającym się z zastępczego źródła Thevenina (o parametrach U_T i R_T) oraz odłączonej pierwotnie gałęzi z rezystorem R6. | 22 |
| | Wyniki analizy komputerowej: | 22 |
| | Obliczenia analityczne: | 28 |
| d) | Wyznaczanie parametrów zastępczego źródła Thevenina | 29 |
| | Wyniki analizy komputerowej: | 29 |
| | Obliczenia analityczne: | 30 |
| | Uzyskane wyniki: | 31 |
| | Wnioski | 31 |

a) Wyznaczanie wartości prądu płynącego w jednej gałęzi obwodu

W obwodzie przedstawionym wyznaczyć wartość prądu I_6 płynącego przez rezystor R_6 . Dane $J_1 = 0,5 \text{ A}$, $E_3 = 5 \text{ V}$, $E_5 = 5 \text{ V}$, $E_6 = 3 \text{ V}$, $R_2 = 4 \text{ } \Omega$, $R_3 = 2 \text{ } \Omega$, $R_4 = 3 \text{ } \Omega$, $R_6 = 3 \text{ } \Omega$.



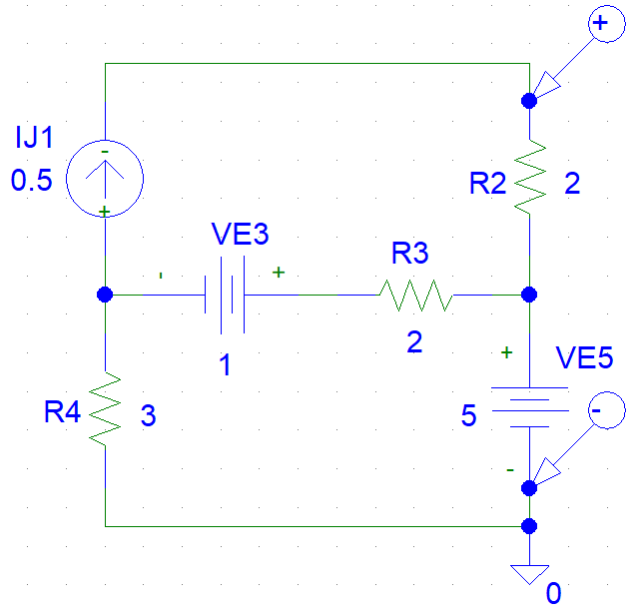
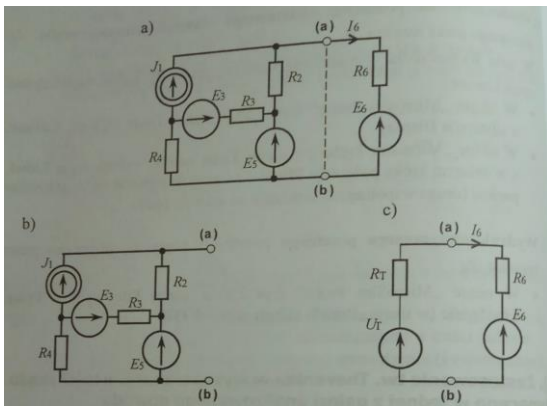
Wyniki analizy komputerowej:



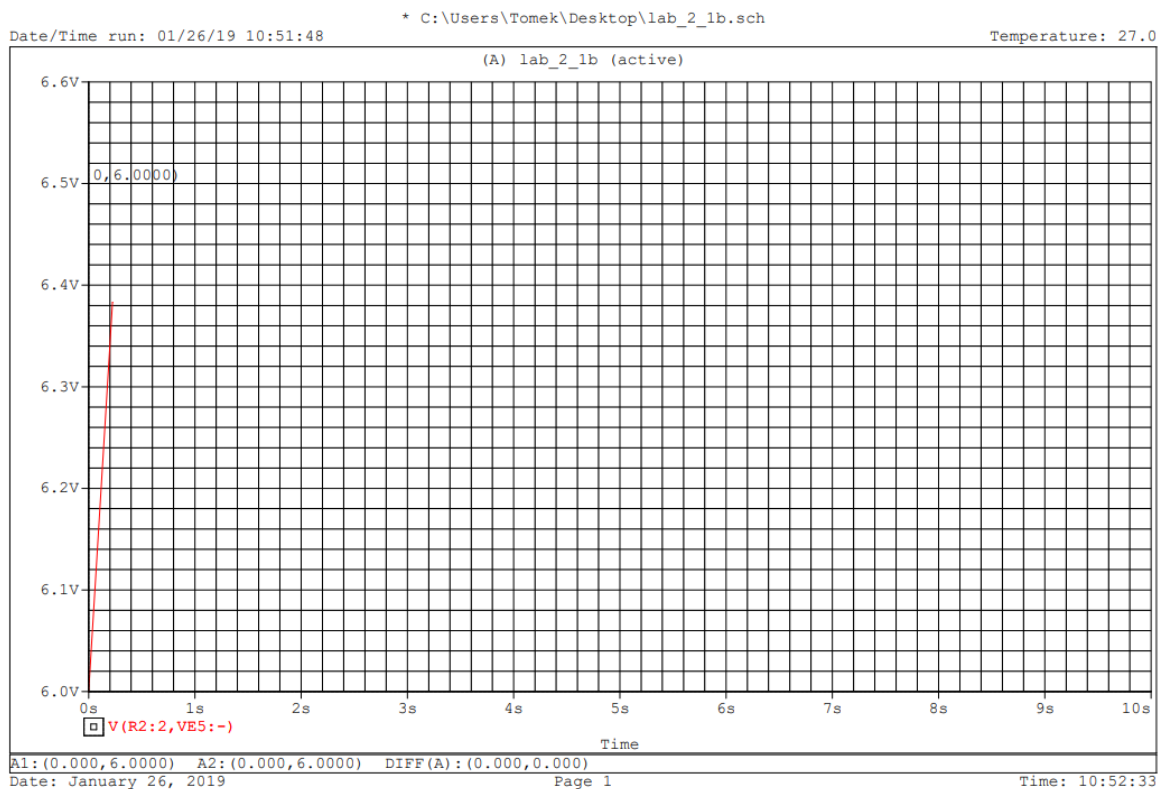
Wynik pomiaru $I(R_6) = 0.6 \text{ [A]}$

b1) Zastosowanie tw. Thevenina w wyznaczaniu wartości prądu płynącego w jednej z gałęzi analizowanego obwodu.

Wyznaczyć wartości prądu I_6 płynącego przez rezystor R_6 . Dane: $J_4 = 0,2 \text{ A}$, $E_1 = 20 \text{ V}$, $R_2 = 8 \Omega$, $R_3 = 8 \Omega$, $R_5 = 4 \Omega$, $R_6 = 5 \Omega$.



Wyniki analizy komputerowej:



**** 01/26/19 10:51:48 **** Evaluation PSpice (Nov 1999) ****

* C:\Users\Tomek\Desktop\lab_2_1b.sch

**** CIRCUIT DESCRIPTION

* Schematics Version 9.1 - Web Update 1

* Sat Jan 26 10:43:14 2019

** Analysis setup **

.tran 0.5 10

.OPTIONS NOPAGE

.OP

.TF V([\$N_0002],[0])I_IJ1

* From [PSPICE NETLIST] section of pspiceev.ini:

.lib "nom.lib"

.INC "lab_2_1b.net"

**** INCLUDING lab_2_1b.net ****

* Schematics Netlist *

I_IJ1 \$N_0001 \$N_0002 DC 0.5

V_VE3 \$N_0003 \$N_0001 1

R_R2 \$N_0004 \$N_0002 2

R_R4 0 \$N_0001 3

R_R3 \$N_0003 \$N_0004 2

V_VE5 \$N_0004 0 5

**** RESUMING lab_2_1b.cir ****

.INC "lab_2_1b.als"

**** INCLUDING lab_2_1b.als ****

* Schematics Aliases *

.ALIASES

I_IJ1 IJ1(+= \$N_0001 -= \$N_0002)

V_VE3 VE3(+= \$N_0003 -= \$N_0001)

R_R2 R2(1= \$N_0004 2= \$N_0002)

R_R4 R4(1=0 2= \$N_0001)

R_R3 R3(1= \$N_0003 2= \$N_0004)

V_VE5 VE5(+= \$N_0004 -=0)

.ENDALIASES

**** RESUMING lab_2_1b.cir ****

.probe

.END

**** SMALL SIGNAL BIAS SOLUTION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE

(\$N_0001) 1.8000 (\$N_0002) 6.0000

(\$N_0003) 2.8000 (\$N_0004) 5.0000

VOLTAGE SOURCE CURRENTS

NAME CURRENT

V_VE3 1.100E+00

V_VE5 -6.000E-01

TOTAL POWER DISSIPATION 1.90E+00 WATTS

**** OPERATING POINT INFORMATION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

**** SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS

$V(\$N_0002,0)/I_IJ1 = 2.000E+00$

INPUT RESISTANCE AT $I_IJ1 = 3.200E+00$

OUTPUT RESISTANCE AT $V(\$N_0002,0) = 2.000E+00$

**** INITIAL TRANSIENT SOLUTION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE

$(\$N_0001) \quad 1.8000 \qquad (\$N_0002) \quad 6.0000$

(\$N_0003) 2.8000 (\$N_0004) 5.0000

VOLTAGE SOURCE CURRENTS

| NAME | CURRENT |
|------|---------|
|------|---------|

| | |
|-------|-----------|
| V_VE3 | 1.100E+00 |
|-------|-----------|

| | |
|-------|------------|
| V_VE5 | -6.000E-01 |
|-------|------------|

TOTAL POWER DISSIPATION 1.90E+00 WATTS

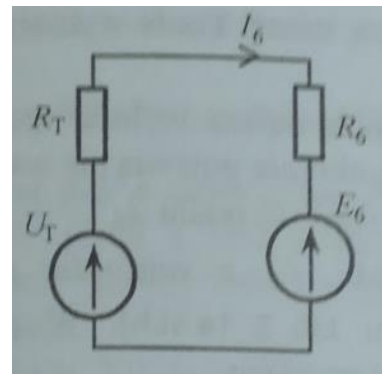
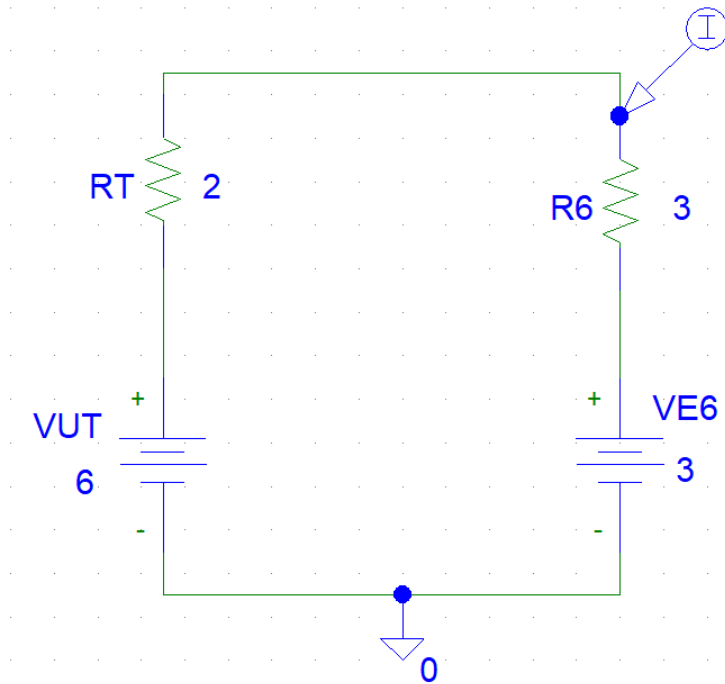
JOB CONCLUDED

TOTAL JOB TIME .02

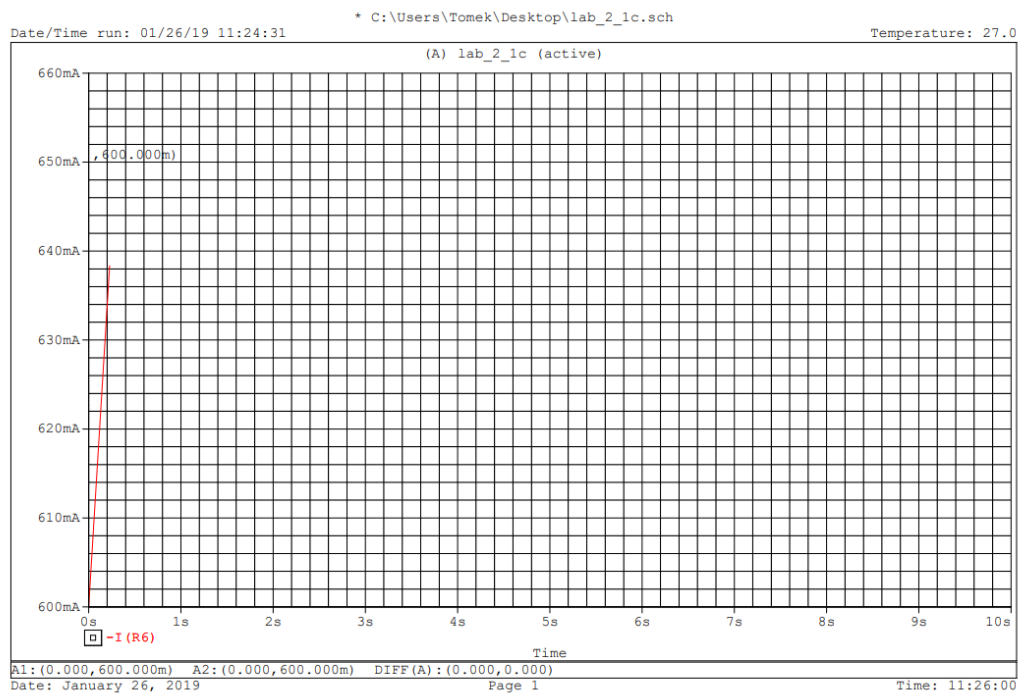
Uzyskane wyniki

b2) Wyznaczanie wartości prądu płynącego w obwodzie składającym się z zastępczego źródła Thevenina (o parametrach U_T i R_T) oraz odłączonej pierwotnie gałęzi z elementami E_6 i R_6

Wyznaczyć wartości prądu I_6 płynącego przez rezystor R_6 . Dane: $J_4 = 0,2 \text{ A}$, $E_1 = 20 \text{ V}$, $R_2 = 8 \Omega$, $R_3 = 8 \Omega$, $R_5 = 4 \Omega$, $R_6 = 5 \Omega$.



Wyniki analizy komputerowej:



**** 01/26/19 11:24:31 ***** Evaluation PSpice (Nov 1999) *****

* C:\Users\Tomek\Desktop\lab_2_1c.sch

**** CIRCUIT DESCRIPTION

* Schematics Version 9.1 - Web Update 1

* Sat Jan 26 11:24:28 2019

** Analysis setup **

.tran 0.5 10

.OPTIONS NOBIAS

.OPTIONS NOPAGE

.OP

* From [PSPICE NETLIST] section of pspiceev.ini:

```
.lib "nom.lib"
```

```
.INC "lab_2_1c.net"
```

```
**** INCLUDING lab_2_1c.net ****
```

```
* Schematics Netlist *
```

```
V_VE6    $N_0001 0 3
```

```
R_R6     $N_0001 $N_0002 3
```

```
R_RT     $N_0003 $N_0002 2
```

```
V_VUT    $N_0003 0 6
```

```
**** RESUMING lab_2_1c.cir ****
```

```
.INC "lab_2_1c.als"
```

```
**** INCLUDING lab_2_1c.als ****
```

```
* Schematics Aliases *
```

```
.ALIASES
```

```
V_VE6    VE6(+= $N_0001 -=0 )
```

```
R_R6     R6(1= $N_0001 2= $N_0002 )
```

```
R_RT     RT(1= $N_0003 2= $N_0002 )
```

```
V_VUT    VUT(+= $N_0003 -=0 )
```

.ENDALIASES

**** RESUMING lab_2_1c.cir ****

.probe

.END

**** OPERATING POINT INFORMATION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

JOB CONCLUDED

TOTAL JOB TIME 0.00

Obliczenia analityczne:

Done:

$$I_1 = 0,5 \text{ A} \quad E_3 = 1 \text{ V}$$

$$R_2 = 2 \Omega \quad E_5 = 5 \text{ V}$$

$$R_3 = 2 \Omega \quad E_6 = 3 \text{ V}$$

$$R_4 = 3 \Omega$$

$$R_6 = 3 \Omega$$

1) R_T

2) U_T

$$U_{R2} = R_2 \cdot I_1 = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ V}$$

$$U_T = U_{R2} + E_5 = 1 + 5 = 6 \text{ V}$$

3) Złozenie

$$U_T = U_{RT} - U_{R6} - E_6 = 0$$

$$U_T - R_T \cdot I_6 - R_6 \cdot I_6 - E_6 = 0$$

$$6 - 2 I_6 - 3 I_6 - 3 = 0$$

$$5 I_6 = 3 \quad | :5$$

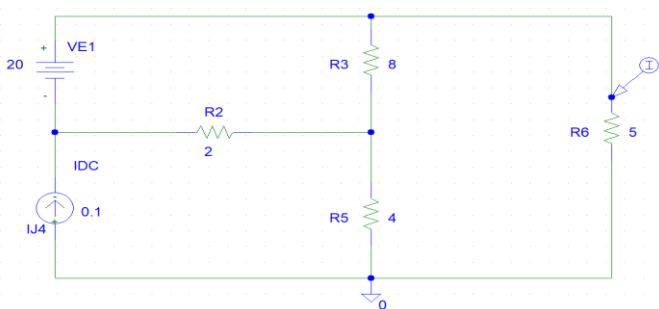
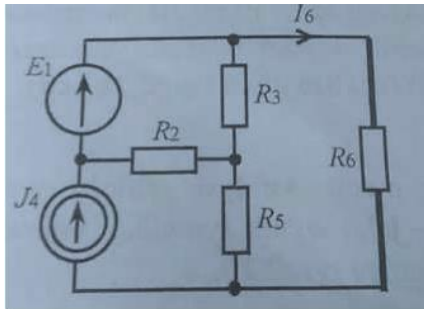
$$I_6 = 0,6 \text{ A}$$

Uzyskane wyniki:

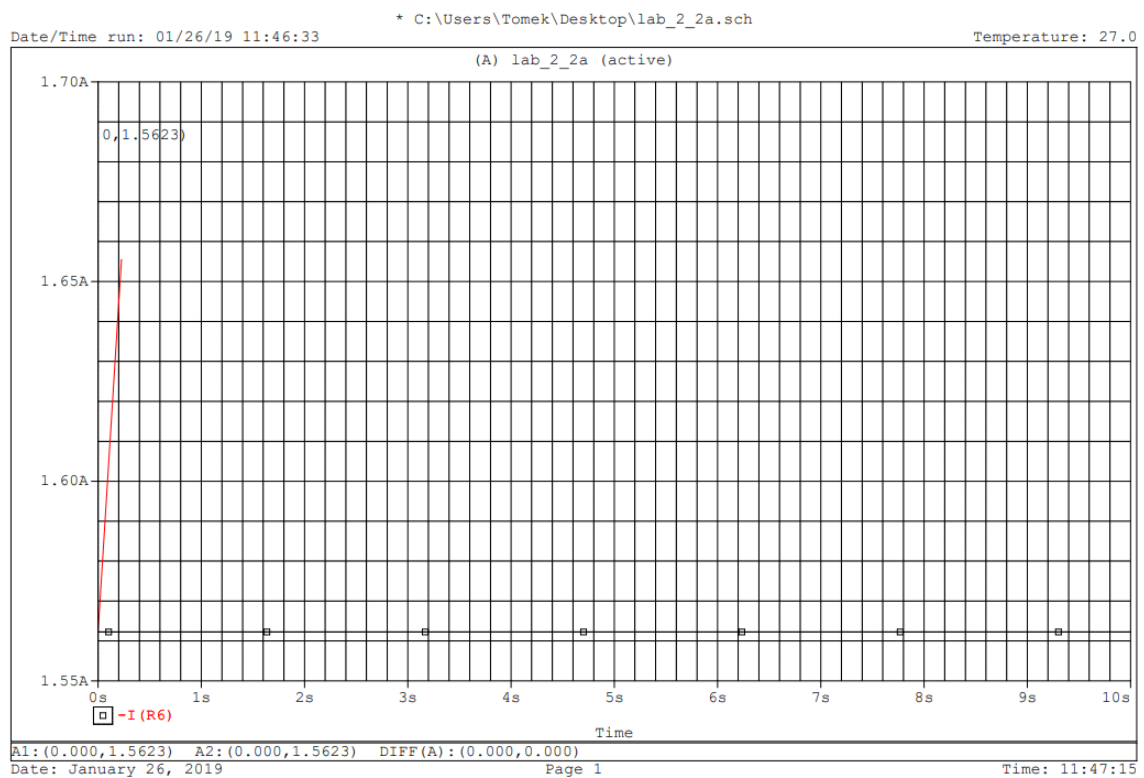
| Mierzona wartość | Wyniki obliczeń | Wyniki symulacji |
|------------------|-----------------|------------------|
| I_6 [A] | 0.6 | 0.6 |
| U_T [V] | 6 | 6 |
| R_T [Ohm] | 2 | 2 |

c) Wyznaczanie parametrów zastępczego źródła Thevenina:

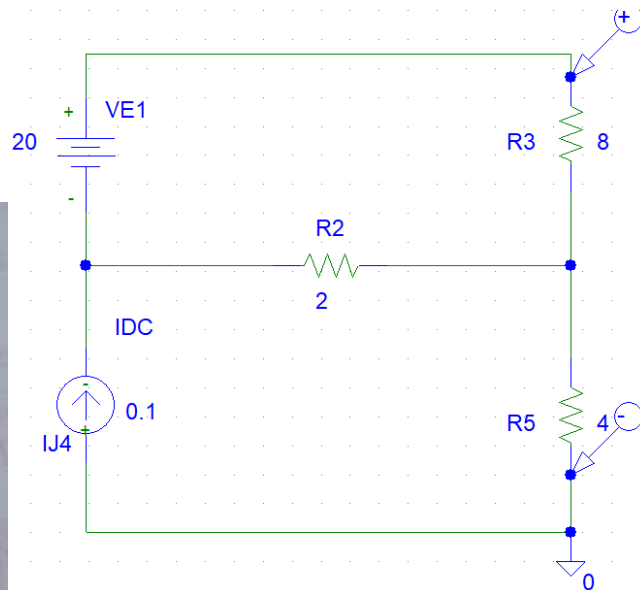
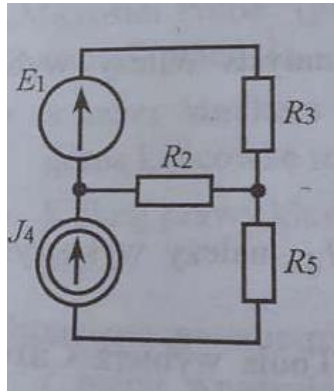
Wyznaczyć parametry R_T i E_T zastępczego źródła Thevenina. Dane: $J = 1,5A$, $E = 4V$, $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 30 \Omega$, $R_4 = 18 \Omega$.



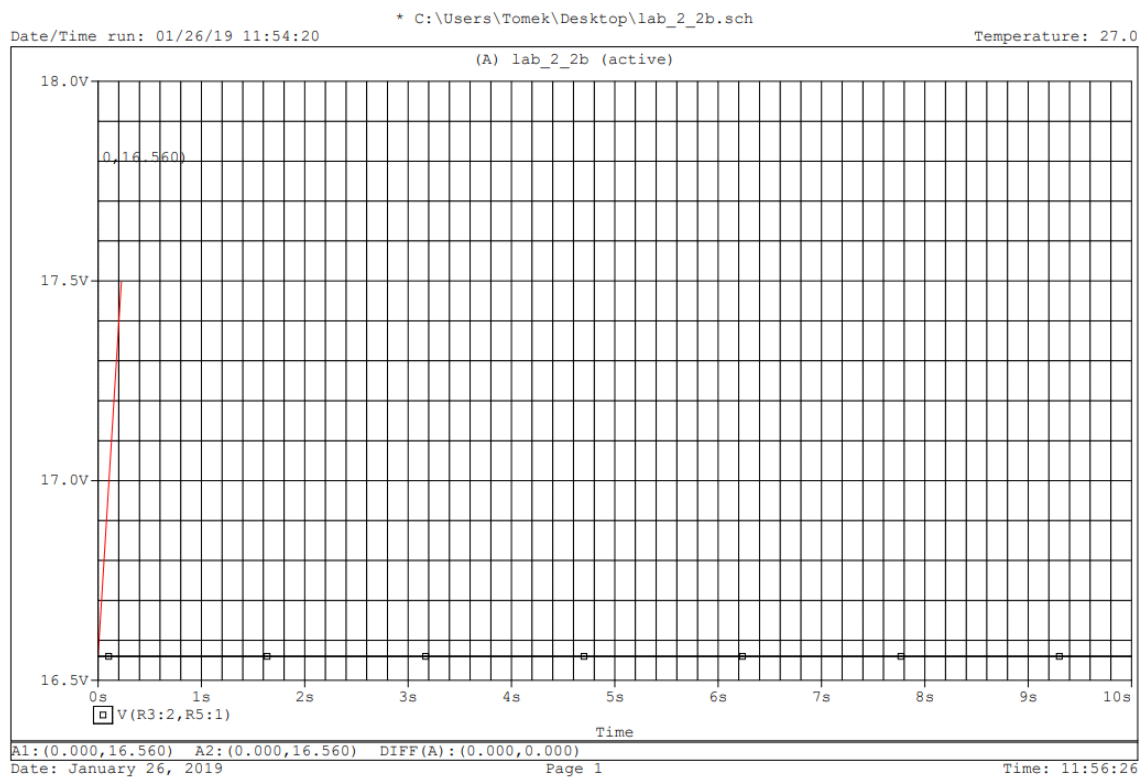
Wyniki analizy komputerowej:



c2) Wyznaczanie parametrów U_T i R_T zastępczego źródła Thevenina



Wyniki analizy komputerowej:



**** 01/26/19 11:54:20 ***** Evaluation PSpice (Nov 1999) *****

* C:\Users\Tomek\Desktop\lab_2_2b.sch

**** CIRCUIT DESCRIPTION

* Schematics Version 9.1 - Web Update 1

* Sat Jan 26 11:50:30 2019

** Analysis setup **

.tran 0.5 10

.OPTIONS NOPAGE

.OP

.TF V([\$N_0003],[0])I_IJ4

* From [PSPICE NETLIST] section of pspiceev.ini:

.lib "nom.lib"

.INC "lab_2_2b.net"

**** INCLUDING lab_2_2b.net ****

* Schematics Netlist *

V_VE1 \$N_0001 \$N_0002 20

I_IJ4 0 \$N_0002 DC 0.1

R_R2 \$N_0002 \$N_0003 2

R_R3 \$N_0003 \$N_0001 8

R_R5 0 \$N_0003 4

**** RESUMING lab_2_2b.cir ****

.INC "lab_2_2b.als"

**** INCLUDING lab_2_2b.als ****

* Schematics Aliases *

.ALIASES

V_VE1 VE1(+= \$N_0001 -= \$N_0002)

I_IJ4 IJ4(+=0 -= \$N_0002)

R_R2 R2(1= \$N_0002 2= \$N_0003)

R_R3 R3(1= \$N_0003 2= \$N_0001)

R_R5 R5(1=0 2= \$N_0003)

.ENDALIASES

**** RESUMING lab_2_2b.cir ****

.probe

.END

**** SMALL SIGNAL BIAS SOLUTION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE

(\$N_0001) 16.5600 (\$N_0002) -3.4400

(\$N_0003) .4000

VOLTAGE SOURCE CURRENTS

| NAME | CURRENT |
|------|---------|
|------|---------|

V_VE1 -2.020E+00

TOTAL POWER DISSIPATION 4.04E+01 WATTS

**** OPERATING POINT INFORMATION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

**** SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS

$V(\$N_0003,0)/I_IJ4 = 4.000E+00$

INPUT RESISTANCE AT I_IJ4 = 5.600E+00

OUTPUT RESISTANCE AT $V(\$N_0003,0) = 4.000E+00$

**** INITIAL TRANSIENT SOLUTION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE

(\$N_0001) 16.5600 (\$N_0002) -3.4400

(\$N_0003) .4000

VOLTAGE SOURCE CURRENTS

| NAME | CURRENT |
|------|---------|
|------|---------|

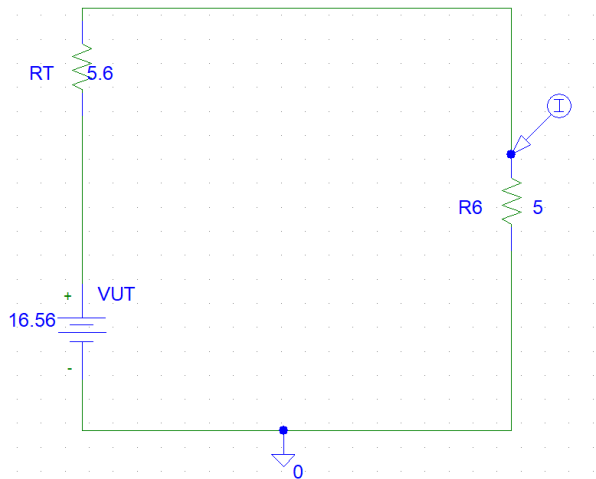
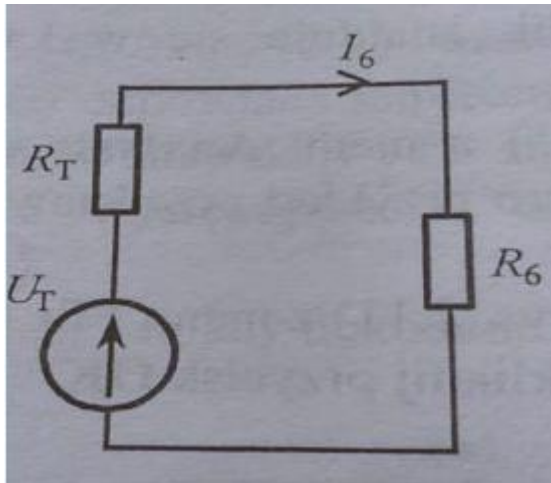
| | |
|-------|------------|
| V_VE1 | -2.020E+00 |
|-------|------------|

TOTAL POWER DISSIPATION 4.04E+01 WATTS

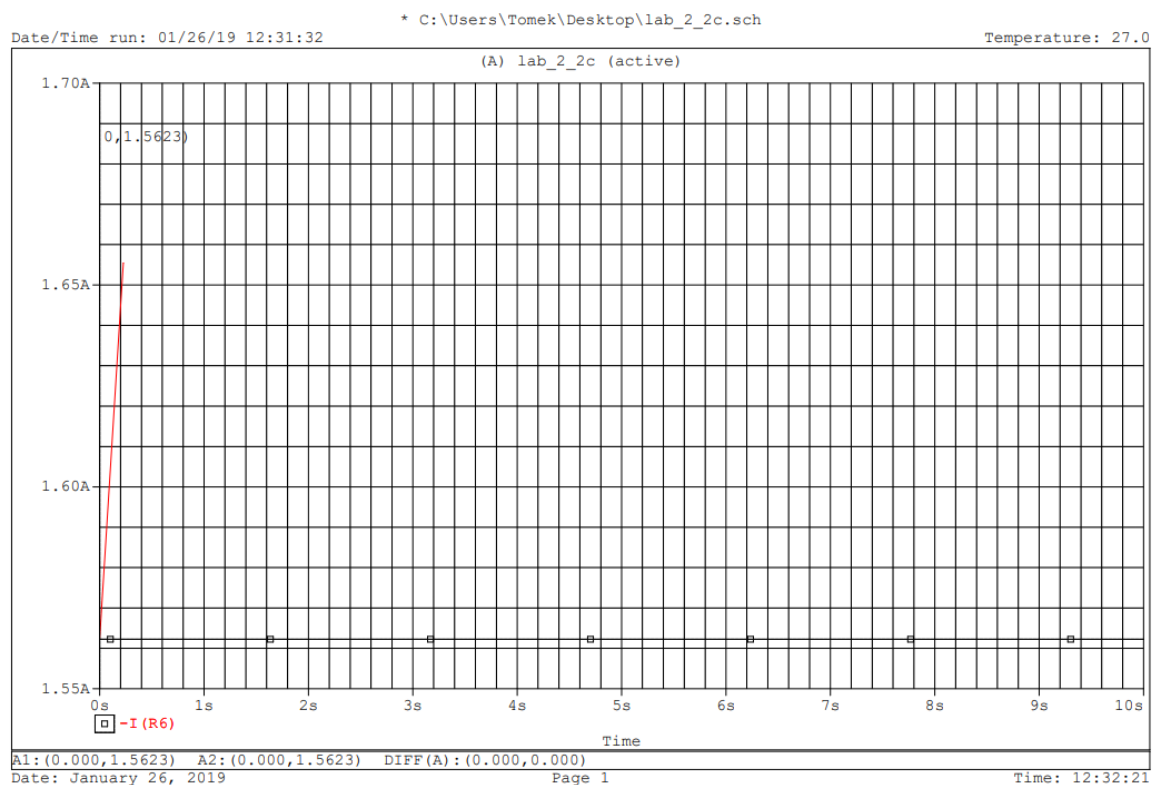
JOB CONCLUDED

| | |
|----------------|------|
| TOTAL JOB TIME | 0.00 |
|----------------|------|

c3) Wyznaczanie wartości prądu płynącego w obwodzie składającym się z zastępczego źródła Thevenina (o parametrach U_T i R_T) oraz odłączonej pierwotnie gałęzi z rezystorem R_6 .



Wyniki analizy komputerowej:



**** 01/26/19 12:31:32 ***** Evaluation PSpice (Nov 1999) *****

* C:\Users\Tomek\Desktop\lab_2_2c.sch

**** CIRCUIT DESCRIPTION

* Schematics Version 9.1 - Web Update 1

* Sat Jan 26 12:31:29 2019

** Analysis setup **

.tran 0.5 10

.OPTIONS NOPAGE

.OP

* From [PSPICE NETLIST] section of pspiceev.ini:

.lib "nom.lib"

.INC "lab_2_2c.net"

**** INCLUDING lab_2_2c.net ****

* Schematics Netlist *

R_R6 0 \$N_0001 5

V_VUT \$N_0002 0 16.56

R_RT \$N_0002 \$N_0001 5.6

**** RESUMING lab_2_2c.cir ****

.INC "lab_2_2c.als"

**** INCLUDING lab_2_2c.als ****

* Schematics Aliases *

.ALIASES

R_R6 R6(1=0 2=\$N_0001)

V_VUT VUT(+= \$N_0002 -=0)

R_RT RT(1=\$N_0002 2=\$N_0001)

.ENDALIASES

**** RESUMING lab_2_2c.cir ****

.probe

.END

**** SMALL SIGNAL BIAS SOLUTION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE

(\$N_0001) 7.8113 (\$N_0002) 16.5600

VOLTAGE SOURCE CURRENTS

| NAME | CURRENT |
|------|---------|
|------|---------|

| | |
|-------|------------|
| V_VUT | -1.562E+00 |
|-------|------------|

TOTAL POWER DISSIPATION 2.59E+01 WATTS

**** OPERATING POINT INFORMATION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

**** INITIAL TRANSIENT SOLUTION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE NODE VOLTAGE

(\$N_0001) 7.8113 (\$N_0002) 16.5600

VOLTAGE SOURCE CURRENTS

NAME CURRENT

V_VUT -1.562E+00

TOTAL POWER DISSIPATION 2.59E+01 WATTS

JOB CONCLUDED

TOTAL JOB TIME .02

Obliczenia analityczne:

$E_1 = 20$ $J_4 = 0,1$
 $R_2 = 2$
 $R_3 = 8$
 $R_5 = 4$
 $R_6 = 5$

$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{2 \cdot 8}{2 + 8} = \frac{16}{10} = 1,6$
 $R_{235} = R_{23} + R_5 = 1,6 + 4 = 5,6$
 $R_T = R_{235} = 5,6 \Omega$

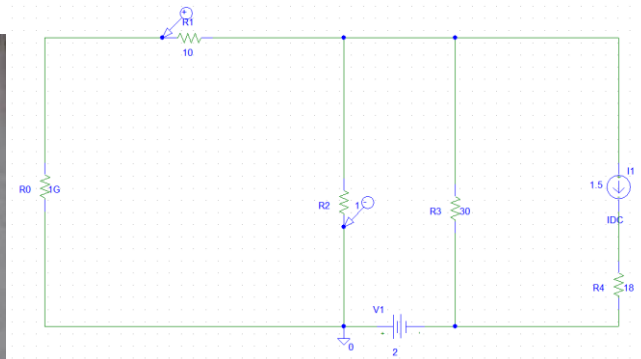
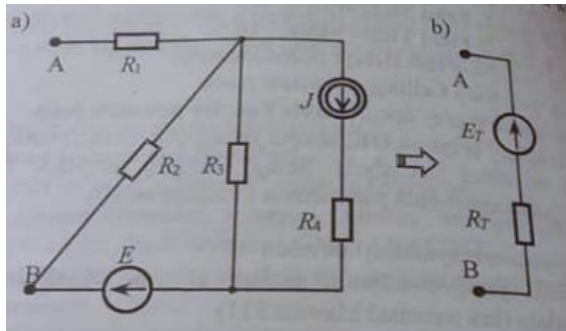
$U_T = U_{cp} + U_{R5} + E_1$
 $U_{cp} = \frac{J_4 - \frac{E_1}{R_3}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{0,1 - \frac{20}{8}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{8}} = -3,84$
 $U_{R5} = J_4 \cdot R_5 = 0,1 \cdot 4 = 0,4$
 $U_T = -3,84 + 0,4 + 20 = 16,56 \text{ V}$

$U_T - U_{AT} - U_{R6} = 0$
 $U_T = U_{AT} + U_{R6}$
 $U_T = R_T J_6 + R_6 J_6$
 $16,56 = 5,6 J_6 + 5 J_6$
 $16,56 = 10,6 J_6$
 $J_6 = 1,562 \text{ A}$

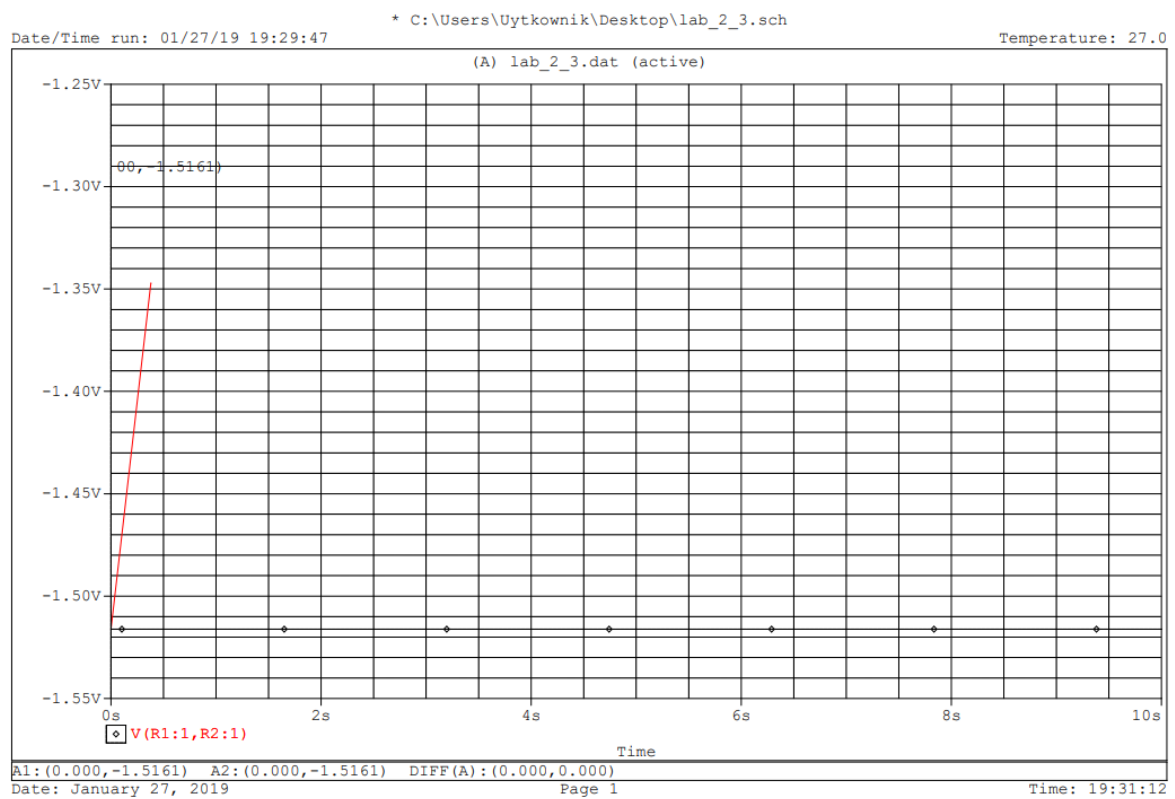
| Mierzona wartość | Wyniki obliczeń | Wyniki symulacji |
|--------------------|-----------------|------------------|
| $I_6 [\text{A}]$ | 1.562 | 1.5623 |
| $U_T [\text{V}]$ | 16.56 | 16 |
| $R_T [\text{Ohm}]$ | 5.6 | 4 |

d) Wyznaczanie parametrów zastęczego źródła Thevenina

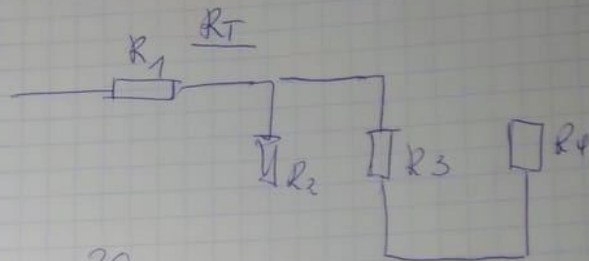
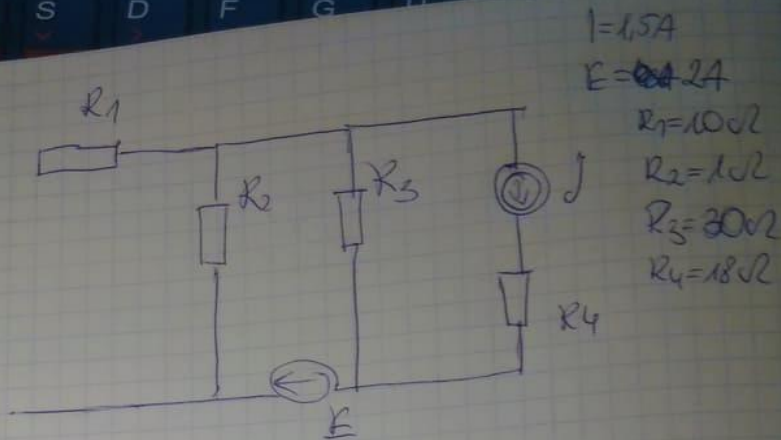
$J = 0.5 \text{ A}$, $E = 2 \text{ V}$, $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 1 \Omega$, $R_3 = 3 \Omega$, $R_4 = 18 \Omega$



Wyniki analizy komputerowej:

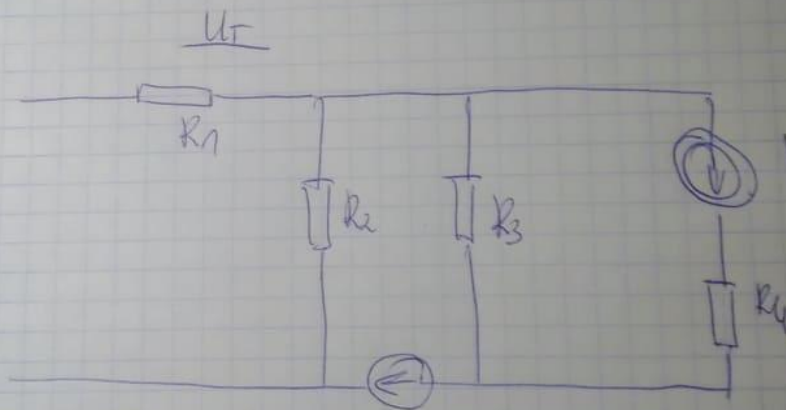


Obliczenia analityczne:



$$R_{23} = \frac{30}{31} = 0,967\Omega$$

$$R_T = R_{23} + R_1 = 0,967\Omega + 10 = 10,967\Omega$$



$$R_{23} = 0,967$$

$$U_{23} = I \cdot R_{23} = 0,967 \cdot 1,5 = 1,451V$$

$$U = -U_{R2} = -\left(\frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot E\right) = \frac{1}{30} \cdot 24 = \frac{1}{15} = 0,066V$$

$$U_T = U_{23} + U = 1,451V + 0,066V = 1,517V$$

Uzyskane wyniki:

| Mierzona wartość | Wynik obliczeń | Wynik analizy komputerowej |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| U_T [V] | 1.517 | 1.516 |
| R_T [Ohm] | 10,967 | 10.950 |

Wnioski

Korzystając z możliwości szybkiej analizy komputerowej obwodu możemy bez problemu obliczyć żądane wartości takie jak m. In. Prądy oraz wartości zastępczego źródła Thevenina. Wykonując obliczenia analityczne można pokazać, że zarówno wyniki analizy oraz obliczeń nie różnią się od siebie.