Inlämningsuppgift 2-1045

Oskar Philipsson

15 oktober 2019

Innehåll

1 Intro

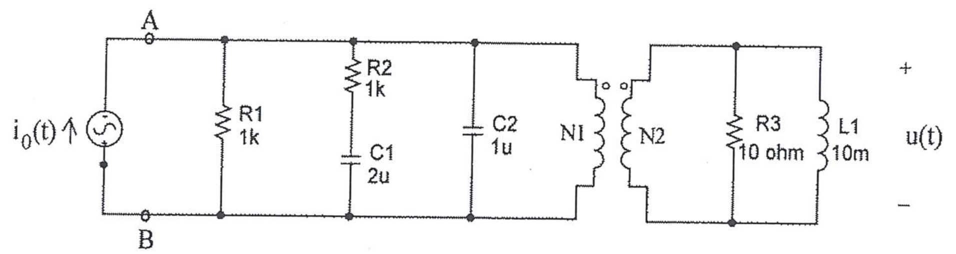
1.1 Uppgift

INLÄMNINGSUPPGIFT 2-1045

a) Beräkna spänningen u(t).

b) Beräkna den aktiva och den reaktiva effekt som erhålls i belastningen R3-L1.

c) Antag nu att R1 och C2 är variabla och bestäm R1 och C2 så att effektutvecklingen i enporten A-B blir maximal.

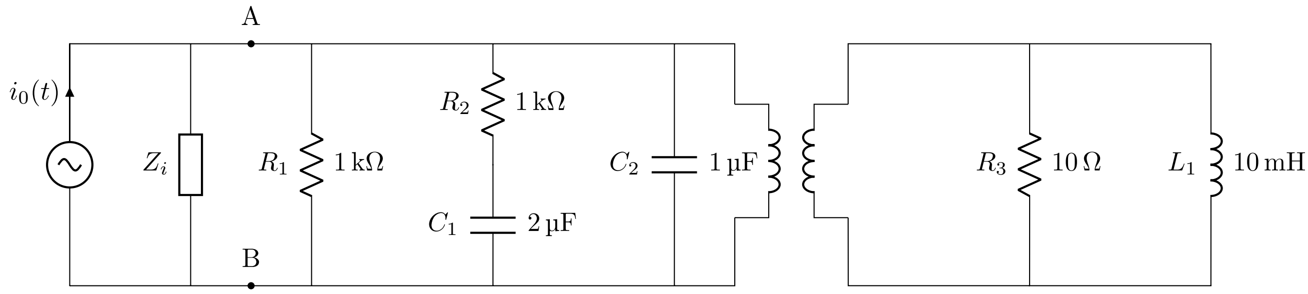


$i_0(t) = 10\sin(1000t)$ (mA) 1u =1 mikrofarad

Källans inre impedans är $Zi = 100e^{jpi/4}$ (ohm)

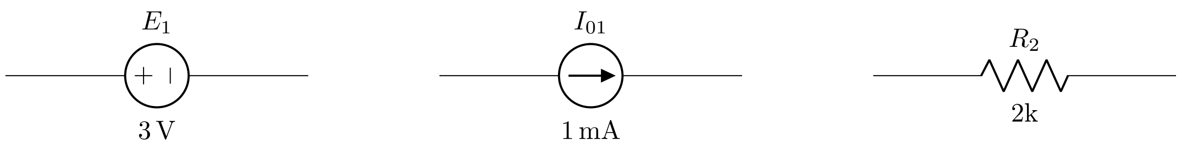
Transformatorn är ideal med omsättningsförhållandet N1/N2=10.

1.2 Avritat kretsschema



Figur 1: Avritat kretsschema

1.3 Symbolförklaringar

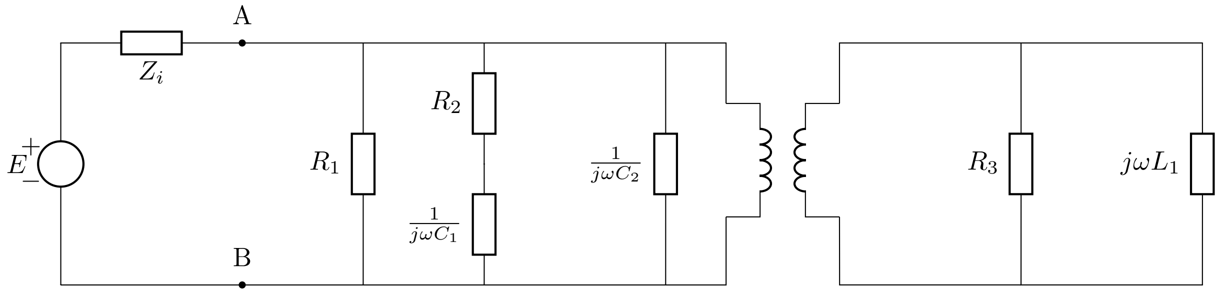


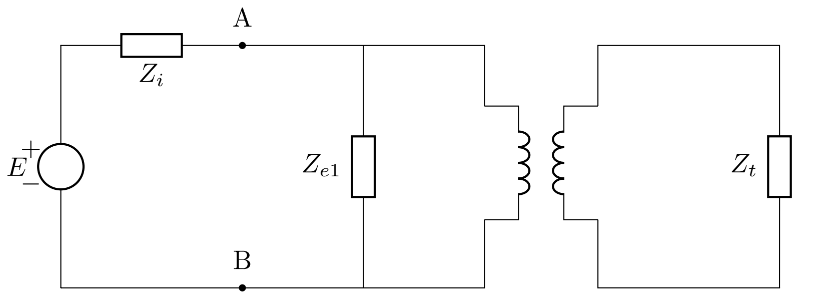
(a) Spänningskälla (b) Strömkälla (c) Resistans

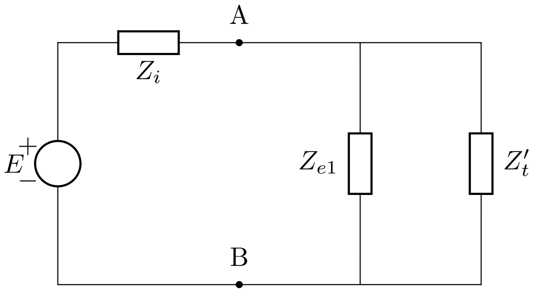
Alla komponenter antas vara ideala. Spänningskällan har högre potential på sidan med plustecknet. Strömkällan driver en ström i pilens riktning. Komponenters värden betecknas med E_n, I_{0n}, R_n för spänning, ström respektive resistans. Komponenternas värden står tydligt utmarkerade vid respektive komponent med dess värde på andra sidan komponenten. Strömmen I_n betecknar strömmen som går mellan två noder, förutom de som kommer direkt från en strömkälla vilka betecknas I_{0m}. Vardera strömm betecknas enbart en gång. Beteckningen V_k används för potentialen i noden som beteckningen står vid.

2 Förenkling av kretsschema

Jag börjar med att ersätta strömkällan och dess inre resistans med en spänningskälla och den inre resistansen i serie. Detta får jag göra då de båda delkretsarna är antigen en Nortonekvivalent eller en Theveninekvivalent, vilket gör att kretsarna blir ekvivalenta. Sedan skriver jag om allt till komplex form och använder $j\omega$-metoden. Den omtalade spänningskällan får då värdet $E = Z_i I = 100e^{j\frac{\pi}{4}} \cdot 0.01 = e^{j\frac{\pi}{4}} V$ Detta illustreras i följande schema.







$$\begin{pmatrix} \frac{1}{R_8}+\frac{1}{R_3} & 0 & 0 & -\frac{1}{R_3} & 0 \\ 0 & \frac{1}{R_5}+\frac{1}{R_2} & -\frac{1}{R_5} & 0 & -\frac{1}{R_2} \\ 0 & -\frac{1}{R_5} & \frac{1}{R_5}+\frac{1}{R_6}+\frac{1}{R_9} & 0 & -\frac{1}{R_6} \\ -\frac{1}{R_3} & 0 & 0 & \frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_7} & -\frac{1}{R_4} \\ 0 & -\frac{1}{R_2} & -\frac{1}{R_6} & -\frac{1}{R_4} & \frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_6} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -I_{01}-I_{02} \\ I_{02}-\frac{E_1}{R_2} \\ 0 \\ 0 \\ \frac{E_1}{R_2} \end{pmatrix}$$

Om vi sätter in värdena och mulitplicerar båda sidor med 1000 fås följande (skalärerna har avrundats till 5 decimaler för att inte ta för stor plats i detta dokument. Alla värden behölls från början till slut i matlab för att ha maximal precision.)

$$\begin{pmatrix} 0.45833 & 0 & 0 & -0.33333 & 0 \\ 0 & 0.7 & -0.2 & 0 & -0.5 \\ 0 & -0.2 & 0.47778 & 0 & -0.16667 \\ -0.33333 & 0 & 0 & 0.72619 & -0.25 \\ 0 & -0.5 & -0.16667 & -0.25 & 0.91667 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3 \\ 0.5 \\ 0 \\ 0 \\ 1.5 \end{pmatrix}$$

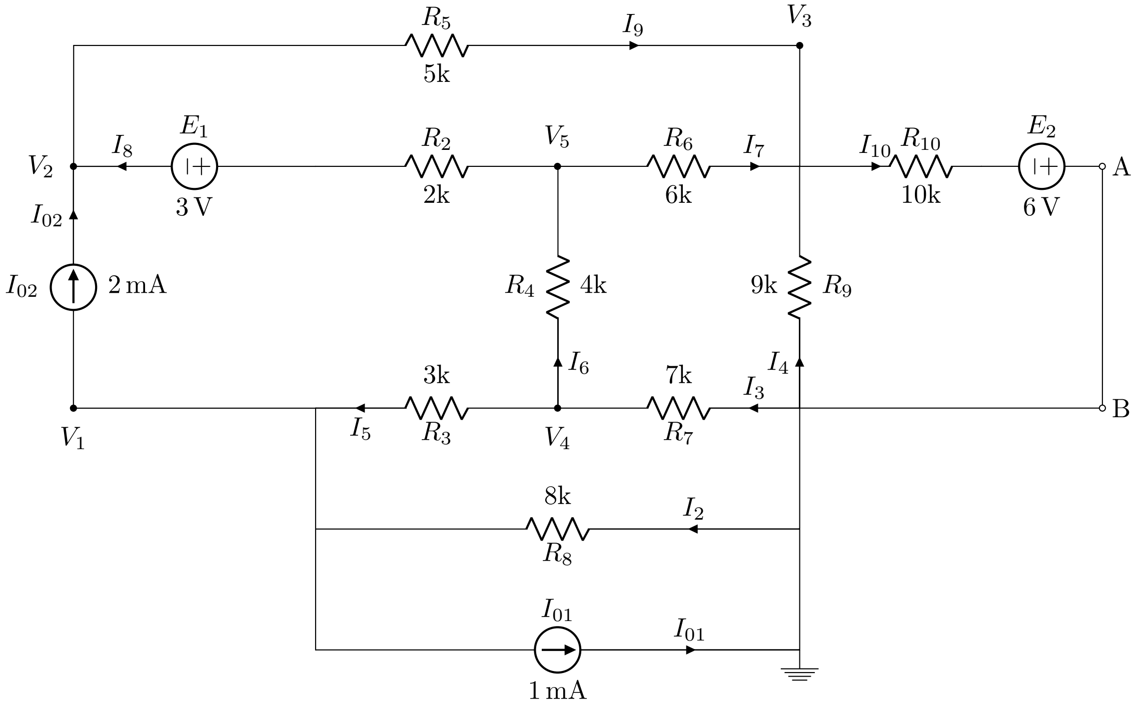
Efter lösning av systemet i matlab erhålls följande potentialer.

$$\begin{cases} V_1 = -8.27672 \\ V_2 = 4.62117 \\ V_3 = 3.37195 \\ V_4 = -2.38050 \\ V_5 = 4.12086 \end{cases}$$

Vi får då tomgångsspänningen till $E_2 + V_3 = 9.37195$mV.

3 Bestämning av kortslutningsströmmen

Nu till att bestämma kortslutningströmmen. Uppdaterat diagram efter kortslutning.



Skillnaden är att vi nu har en ny positiv ström I_{10} som går ifrån noden V_3 och är vår kortslutningsström vi söker. För att finna denna gör vi om nodanalysen på den kortslutna kretsen.

$$
\begin{aligned}
&NOD1 : I_{01} - I_2 - I_5 + I_{02} = 0\\
&NOD2 : I_9 - I_8 - I_{02} = 0\\
&NOD3 : -I_9 - I_7 - I_4 + I_{10} = 0\\
&NOD4 : I_6 + I_5 - I_3 = 0\\
&NOD5 : I_7 + I_8 - I_6 = 0
\end{aligned}
$$

$$
\begin{cases}
I_{01} + I_{02} - \frac{0-V_1}{R_8} - \frac{V_4-V_1}{R_3} = 0\\
\frac{V_2-V_3}{R_5} - \frac{V_5-V_2-E_1}{R_2} - I_{02} = 0\\
-\frac{V_2-V_3}{R_5} - \frac{V_5-V_3}{R_6} - \frac{0-V_3}{R_9} + \frac{V_3-(-E_2)}{R_{10}} = 0\\
\frac{V_4-V_5}{R_4} + \frac{V_4-V_1}{R_3} - \frac{0-V_4}{R_7} = 0\\
\frac{V_5-V_3}{R_6} + \frac{V_5-V_2-E_1}{R_2} - \frac{V_4-V_5}{R_4} = 0
\end{cases}
$$

$$
\begin{pmatrix}
\frac{1}{R_8}+\frac{1}{R_3} & 0 & 0 & -\frac{1}{R_3} & 0\\
0 & \frac{1}{R_5}+\frac{1}{R_2} & -\frac{1}{R_5} & 0 & -\frac{1}{R_2}\\
0 & -\frac{1}{R_5} & \frac{1}{R_5}+\frac{1}{R_6}+\frac{1}{R_9}+\frac{1}{R_{10}} & 0 & -\frac{1}{R_6}\\
-\frac{1}{R_3} & 0 & 0 & \frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_7} & -\frac{1}{R_4}\\
0 & -\frac{1}{R_2} & -\frac{1}{R_6} & -\frac{1}{R_4} & \frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_6}
\end{pmatrix}
\begin{pmatrix} V_1\\ V_2\\ V_3\\ V_4\\ V_5 \end{pmatrix}
=
\begin{pmatrix} -I_{01}-I_{02}\\ I_{02}-\frac{E_1}{R_2}\\ -\frac{E2}{R_{10}}\\ 0\\ \frac{E_1}{R_2} \end{pmatrix}
$$

Samma ide som förra gången. Efter att ha satt in siffror fås.

$$
\begin{pmatrix}
0.45833 & 0 & 0 & -0.33333 & 0\\
0 & 0.7 & -0.2 & 0 & -0.5\\
0 & -0.2 & 0.57778 & 0 & -0.16667\\
-0.33333 & 0 & 0 & 0.72619 & -0.25\\
0 & -0.5 & -0.16667 & -0.25 & 0.91667
\end{pmatrix}
\begin{pmatrix} V_1\\ V_2\\ V_3\\ V_4\\ V_5 \end{pmatrix}
=
\begin{pmatrix} -3\\ 0.5\\ -0.6\\ 0\\ 1.5 \end{pmatrix}
$$

Potentialerna blir denna gång.

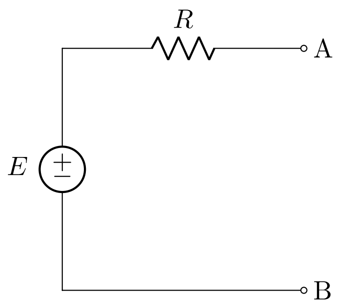
$$\begin{cases} V_1 = -9.12689 \\ V_1 = 2.10687 \\ V_1 = 2.27034 \\ V_1 = -3.54948 \\ V_1 = 1.85881 \end{cases}$$

Från detta får vi

$$I_{10} = \frac{V_3 + E_2}{R_{10}} = 0.62270\text{mA}$$

4 Theveninekvivalent

En generell Theveninekvivalent



Där E är tomgångsspänningen och R är inre resistansen i orginalkretsen. R beräknas genom $R = U/I = 15.05043\text{k}\Omega$ (I är kortslutningsströmmen).

5 Svar