Ideális transzformátort tartalmazó példa

Csatolt kétpólusokat tartalmazó hálózat

Reichardt, András

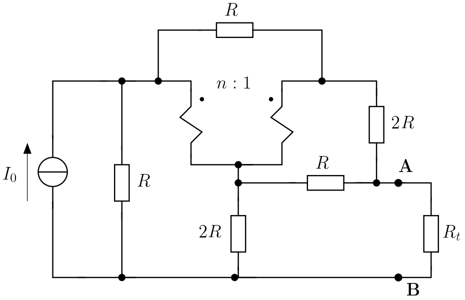
NanoElSim - http;//nanoelsim.evt.bme.hu - *Where the fun begins*

2018. március 8.

1. Ideális transzformátort tartalmazó hálózat
    - Feladat ismertetése
    - Megoldás hurokáramokkal
    - Megoldás MATLAB-kódja
    - Rövidzárási áram meghatározása
    - üresjárási feszültség meghatározása
    - Felhasználjuk az eredményeket
    - Eredmények

A feladat ismertetetése

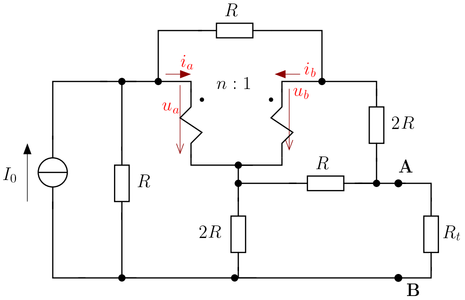
- Határozzuk meg az alábbi, ideális transzformátort is tartalmazó hálózatban a terhelő ellenálláson eső feszültség illetve a rajta lévő teljesítményt!



- Hálózati paraméterek : $R = 2{,}73k\Omega$, $n = 1{,}89$, $I_0 = 6$ mA

Megoldás hurokáramokkal - tetszőleges terhelés

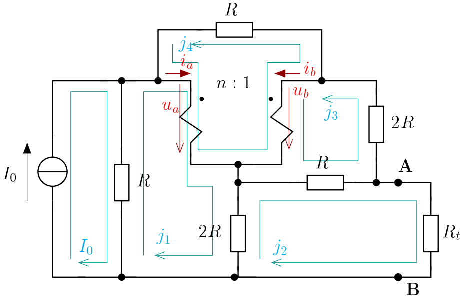
- Jelöljük a csatolt kétpólus primer és szekunder kétpólusának feszültségét és áramát!



- az ideális transzformátor karakterisztikája

$$u_a = n \cdot u_b \qquad i_b = -n \cdot i_a$$

- Használjunk V, mA, $k\Omega$ koherens egységrendszert!
- Vegyük fel a hurokáramokat az ábrának megfelelően, figyelembe véve, hogy az áramforráson csak egyetlen hurok haladjon keresztül.



-

$$R\cdot(j_1-I_0)+u_a+2R\cdot(j_1+j_2)=0 \tag{1}$$

$$2R\cdot(j_2-j_1)+R\cdot(j_2+j_3)+R_t\cdot j_2=0 \tag{2}$$

$$u_b+R\cdot(j_3+j_2)+2R\cdot j_3=0 \tag{3}$$

$$u_a-u_b+R\cdot j_4=0 \tag{4}$$

Paraméterek

```
% Parameterek [V, KOhm, mA]
R = 2.73;
n = 1.89;
I0 = 6;
Rt = 2*R;
```

Egyenletrendszer megadása

```
% Egyutthato matrix
A = [3*R 2*R 0 0 0 1 0 0;2*R 3*R+Rt -R 0 0 0 0 0;...
  0 -R 3*R 0 1 0 0 0;0 0 0 R -1 1 0 0;0 0 0 0 1 -n 0 0;...
  0 0 0 0 0 0 n 1;0 0 -1 1 0 0 1 0;1 0 0 1 0 0 0 -1];
% Konstansok vektora (gerjesztes)
B = [I0*R;0;0;0;0;0;0;0];
% Megoldas
x = A \ B;
```

Eredmények kinyerése

Magyarázat

Az egyenletrendszer megoldása után már csak a keresett mennyiségeket kell kiszámítani az egyenletrendszer megoldásainak segítségével:

Matlab-kód

```
% Eredmeny extrahalas
j2 = x(2);
ut = -j2*Rt
Pt = j2^2*Rt
```

Rövidre zárt kimenet (terhelés)

A rördrezárt kimenet olyan terhelésnek tekinthető, amelynek ellenállása 0, azaz $R_t = 0$ helyettesítéssel a j_2 hurokra vonatkozó (2) egyenlet változik csak.

$$2R \cdot (j_2 - j_1) + R \cdot (j_2 + j_3) = 0 \quad \Rightarrow 2R \cdot j_1 + 3R \cdot j_2 - R \cdot j_3 = 0$$

Matlab

```
% Egyutthato matrix
A = [3*R 2*R 0 0 0 1 0 0;2*R 3*R -R 0 0 0 0 0;...
  0 -R 3*R 0 1 0 0 0;0 0 0 R -1 1 0 0;0 0 0 0 1 -n 0 0;...
  0 0 0 0 0 0 n 1;0 0 -1 1 0 0 1 0;1 0 0 1 0 0 0 -1];
% Konstansok vektora (gerjesztes)
B = [I0*R;0;0;0;0;0;0;0];
% Megoldas
xrz = A \ B;
IN = -xrz(2)
```

Szakadással lezárt kimenet (terhelés)

Magyarázat

A szakadás zérus áramot jelent a rajta átfolyó egyetlen hurokra vonatkozóan, ezért (2) helyett adódik, hogy

$$j_2 = 0$$

Matlab

```
% Egyutthato matrix
A = [3*R 2*R 0 0 0 1 0 0;0 1 0 0 0 0 0 0;...
  0 -R 3*R 0 1 0 0 0;0 0 0 R -1 1 0 0;0 0 0 0 1 -n 0 0;...
  0 0 0 0 0 0 n 1;0 0 -1 1 0 0 1 0;1 0 0 1 0 0 0 -1];
% Konstansok vektora (gerjesztes)
B = [I0*R;0;0;0;0;0;0;0];
% Megoldas
xuj = A \ B;
UT = (-xuj(3))*R+2*R*xuj(1)
```

Végső eredmények előállítása

Belső ellenállás kiszámítása a források ismeretében : $R_B = \dfrac{U_{sz}}{i_{rz}}$

Maximálisan kivehető teljesítmény ($R_t = R_B$ esetén) : $P_{max} = \dfrac{U_T^2}{4 \cdot R_B}$

illetve $P_{max} = \dfrac{1}{4} I_N^2 \cdot R_B$

Matlab

```
RB = UT / IN
Pmax = IN^2*RB/4
UT^2/(4*RB)
```

Numerikus eredmények

- terhelés feszültsége és teljesítménye :

$$u_t = 6{,}499V \text{ és } P_t = 7{,}7357mW$$

- üresjárási (szakadási) feszültség :

$$U_T = U_{sz} = 10{,}8336V$$

- rövidzárási áram :

$$I_N = i_{rz} = 2{,}975mA$$

- belső ellenállás :

$$R_B = \frac{10{,}8336V}{2{,}975mA} = 3{,}6416k\Omega$$

- maximális teljesítmény :

$$P_{max} = 8{,}0573mW$$