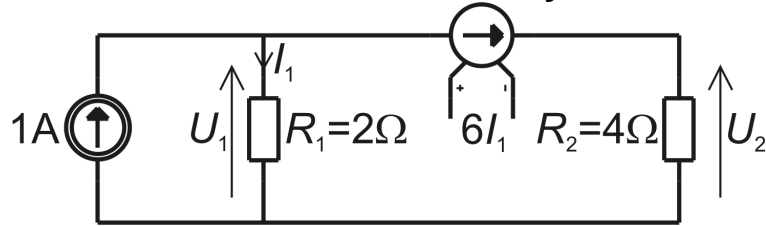


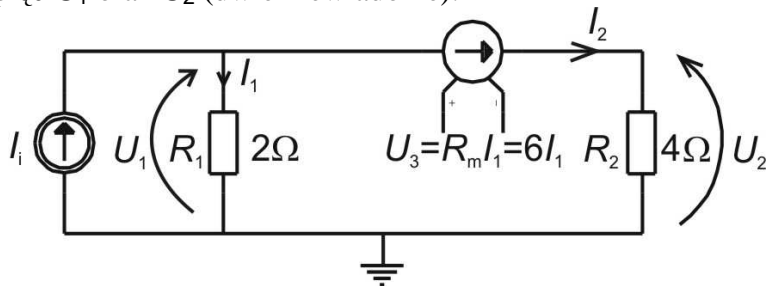
Treść ćwiczenia nr 4. Projektowanie układu stałoprądowego ze źródłami sterowanymi



- Wykonać analizę układu przedstawionego na rysunku.
- Skonstruować algorytm optymalizacji oparty na metodzie **Gaussa-Seidela** w celu uzyskania napięć:

$$U_1 = 1\text{V} \text{ oraz } U_2 = 2\text{V}.$$

Wyznaczenie napięć U_1 oraz U_2 (dwie niewiadome):



- Suma prądów w węźle:

$$I_i = I_1 + I_2 \Rightarrow I_i = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2}$$

- Suma spadków napięć w oczku:

$$U_1 + U_3 - U_2 = 0$$

$$U_1 + R_m I_1 - U_2 = 0$$

$$U_1 + R_m \frac{U_1}{R_1} - U_2 = 0 \Rightarrow \frac{U_1}{R_2} + R_m \frac{U_1}{R_1 R_2} - \frac{U_2}{R_2} = 0$$

Dodajemy stronami otrzymane równania eliminując w ten sposób U_2

$$I_i = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_1}{R_2} + R_m \frac{U_1}{R_1 R_2}$$

$$I_i R_1 R_2 = U_1 R_1 + U_1 R_2 + R_m U_1 \Rightarrow U_1 = I_i \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_m}$$

Napięcie U_2 wyliczymy z pierwszego równania:

$$I_i = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} \Rightarrow I_i R_1 R_2 = U_1 R_2 + U_2 R_1 \Rightarrow U_2 = I_i R_2 - U_1 \frac{R_2}{R_1}$$

$$U_2 = I_i R_2 - I_i \frac{R_2}{R_1} \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_m} \Rightarrow U_2 = I_i \left(R_2 - \frac{R_2^2}{R_1 + R_2 + R_m} \right)$$

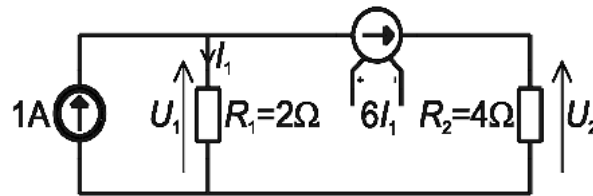
Podstawiamy dane i obliczamy U_1 oraz U_2

$$U_1 = I_i \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_m} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 4}{2 + 4 + 6} = \frac{8}{12} = 0,667[\text{V}]$$

$$U_2 = I_i \left(R_2 - \frac{R_2^2}{R_1 + R_2 + R_m} \right) = 1 \cdot \left(4 - \frac{4^2}{2 + 4 + 6} \right) = 4 - \frac{16}{12} = 4 - \frac{4}{3} = \frac{8}{3} = 2,667[\text{V}]$$

Metoda Gaussa-Seidela

Rozważamy układ pokazany na rysunku:



Dane: $I_z := 1$ $R_m := 6$

Rozpoczynamy od rezystancji o wartości: $R_1 := 2$ $R_2 := 4$

Krok początkowy: $d := 1$ Liczba iteracji: $It_max := 100$ Funkcje wagi: $\underline{W} := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$

Dla układu pokazanego na rysunku napięcia wyjściowe mają być równe: $U1_ := 1$ $U2_ := 2$

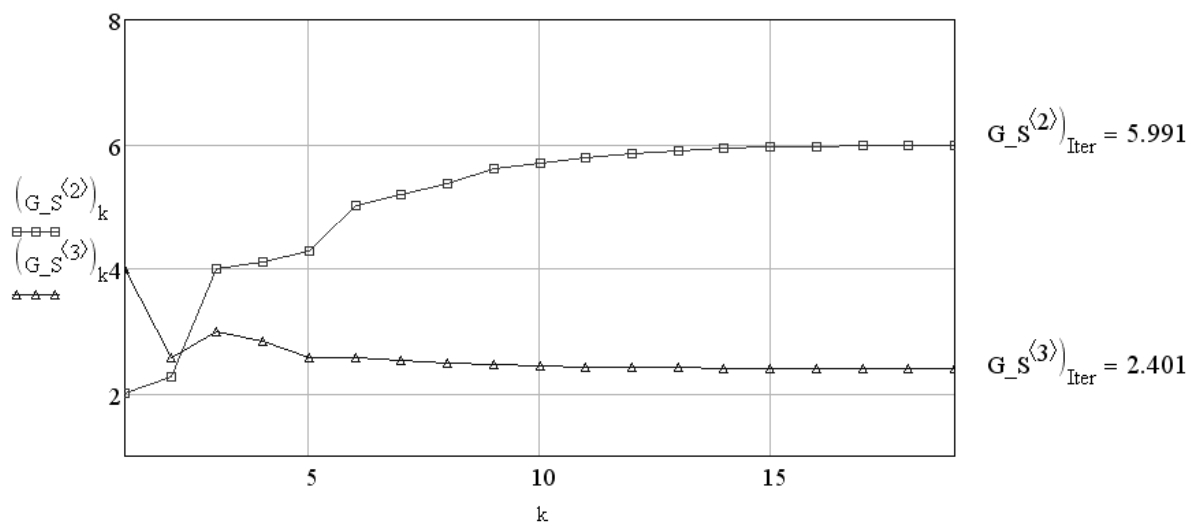
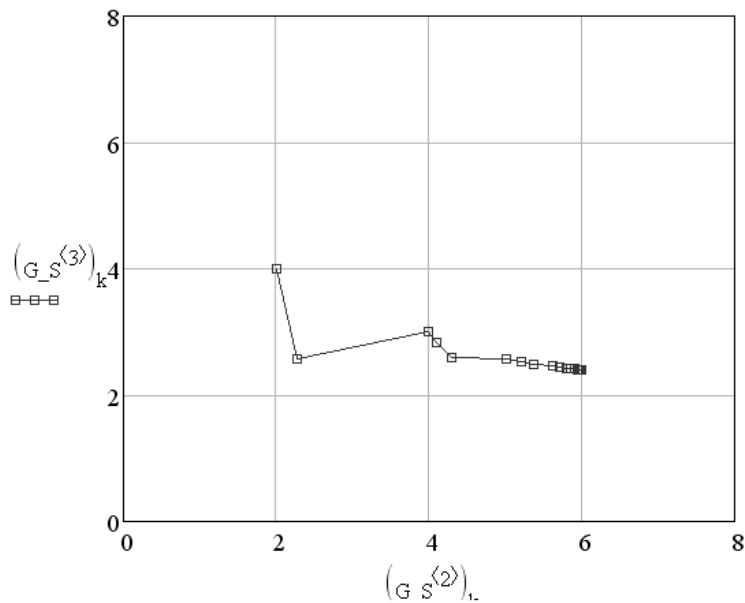
Funkcją celu jest błąd średniokwadratowy napięć. Minimalizacja na kierunku aproksymacją kwadratową.

$$FC(R) := \frac{1}{2} \cdot \left[W_1 \cdot \left[I_z \cdot \left(\frac{R_2 \cdot R_1}{R_1 + R_2 + R_m} \right) - U1_ \right]^2 + W_2 \cdot \left[I_z \cdot \left(\frac{R_2^2}{R_1 + R_2 + R_m} \right) - U2_ \right]^2 \right]$$

Napięcia $U1$ oraz $U2$ zostały wyznaczone analitycznie

```
G_S := | N ← rows(R)      Obliczenie stopni swobody układu
      | G_S_1,1 ← FC(R)  Podstawienie wartości początkowych
      | for n ∈ 1..N
      |   G_S_1,n+1 ← R_n
      |   for i ∈ 1..It_max
      |     for n ∈ 1..N
      |       Rd ← R
      |       Rg ← R
      |       Rd_n ← R_n - d      Wartość dolna
      |       Rg_n ← R_n + d      Wartość górna
      |       break if |FC(Rg) - 2FC(R) + FC(Rd)| < 10-6 · G_S_1,1  Przerwij, gdy mianownik zbyt mały
      |       dR_n ← 0.5 · d ·  $\frac{FC(Rg) - FC(Rd)}{FC(Rg) - 2FC(R) + FC(Rd)}$   Poprawka rezystancji
      |       RR_n ← R_n - dR_n
      |       RR_n ← 0 if RR_n < 0  Gdy po dodaniu wartość ujemna, podstaw zero
      |       break if |FC(Rg) - 2FC(R) + FC(Rd)| < 10-6 · G_S_1,1  Zakończ, gdy mianownik zbyt mały
      |     d ← 0
      |     for n ∈ 1..N
      |       d ← d + (RR_n - R_n)2
      |     d ← √d      Wyznacz przesunięcie w ostatnim kroku
      |     R ← if(FC(RR) < FC(R), RR, R + 0.1dR)
      |     for n ∈ 1..N      Wprowadź nową wartość rezystancji tylko wtedy, gdy funkcja celu zmalała
      |       G_S_1,n+1 ← R_n  Inaczej podstaw rezystancję z poprawką w przeciwnym kierunku, razy 0,1
      |     G_S_1,1 ← FC(R)  Zapisz wartość R oraz funkcji celu dla R
      | G_S
Iter := rows(G_S) = 19      k := 1..Iter
```

Wartości R1 i R2 w kolejnych iteracjach



Funkcja celu

