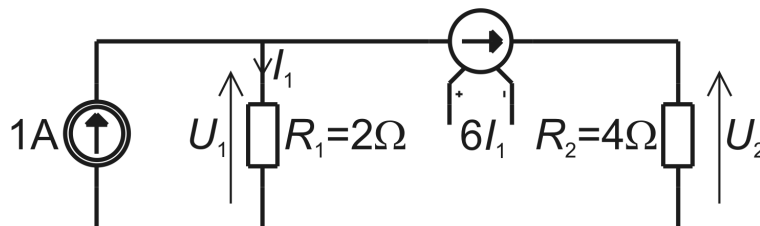


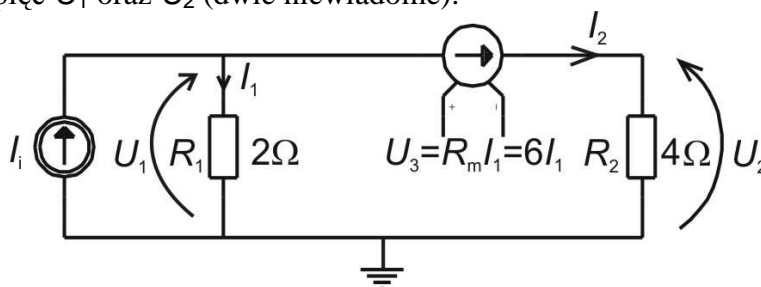
ĆWICZENIE 9. PROJEKTOWANIE UKŁADU STAŁOPRĄDOWEGO ZE ŹRÓDŁAMI STEROWANYMI



1. Wykonać analizę układu przedstawionego na rysunku.
2. Skonstruować algorytm optymalizacji oparty na metodzie **Gausa-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):



- 1) Suma prądów w węzle:

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

- 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:

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

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

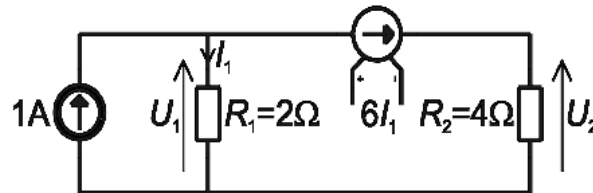
Podstawiamy dane i obliczamy  $U_1$  oraz  $U_2$

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

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

## 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:  $W := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$

Dla układu pokazanego na rysunku napięcia wyjściowe mają być równe:  $U1\_ := 1$      $U2\_ := 2$

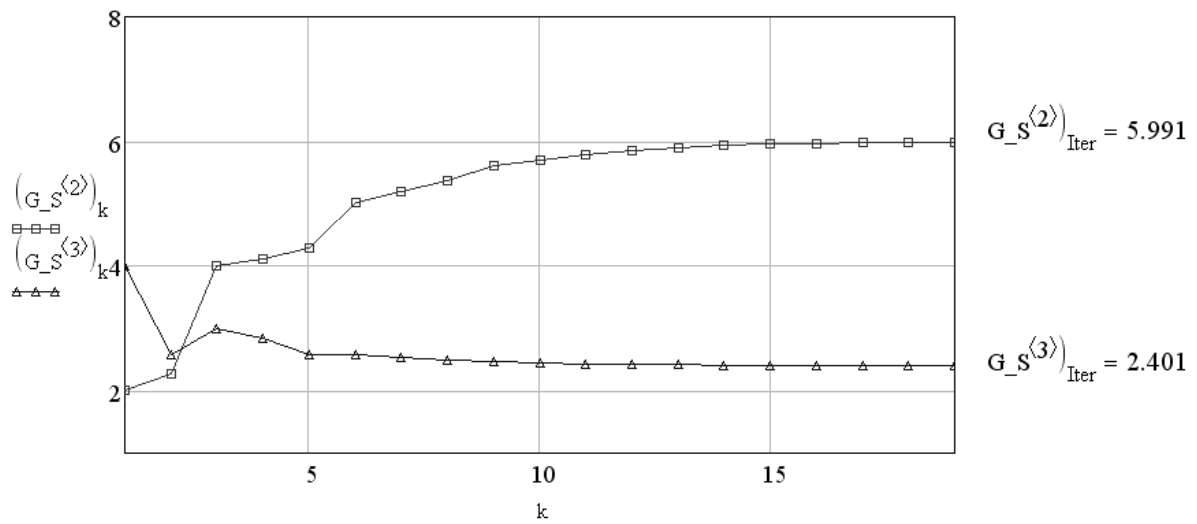
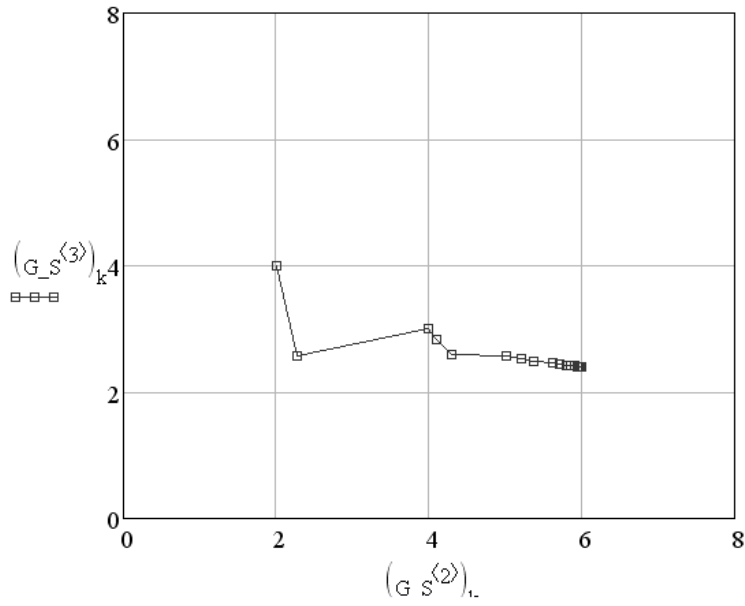
Funkcją celu jest błąd średniokwadratowy napięć. Minimalizacja na kierunku aproksymacją kwadratową.

$$FC(R) := \frac{1}{2} \cdot \left[ W_1 \cdot \left[ I_z \cdot \left( \frac{R_2 \cdot R_1}{R_1 + R_2 + R_m} \right) - U1\_ \right]^2 + W_2 \cdot \left[ I_z \cdot \left[ R_2 - \frac{(R_2)^2}{R_1 + R_2 + R_m} \right] - U2\_ \right]^2 \right]$$

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    Rozwiązanie z użyciem funkcji Minimize:
  G_S_1,n+1 ← R_n    Minimize(FC,R) =  $\begin{pmatrix} 6 \\ 2.4 \end{pmatrix}$ 
  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_{i+1,n+1} ← R_n    Inaczej podstaw rezystancję z poprawką w przeciwnym kierunku, razy 0,1
    G_S_{i+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

