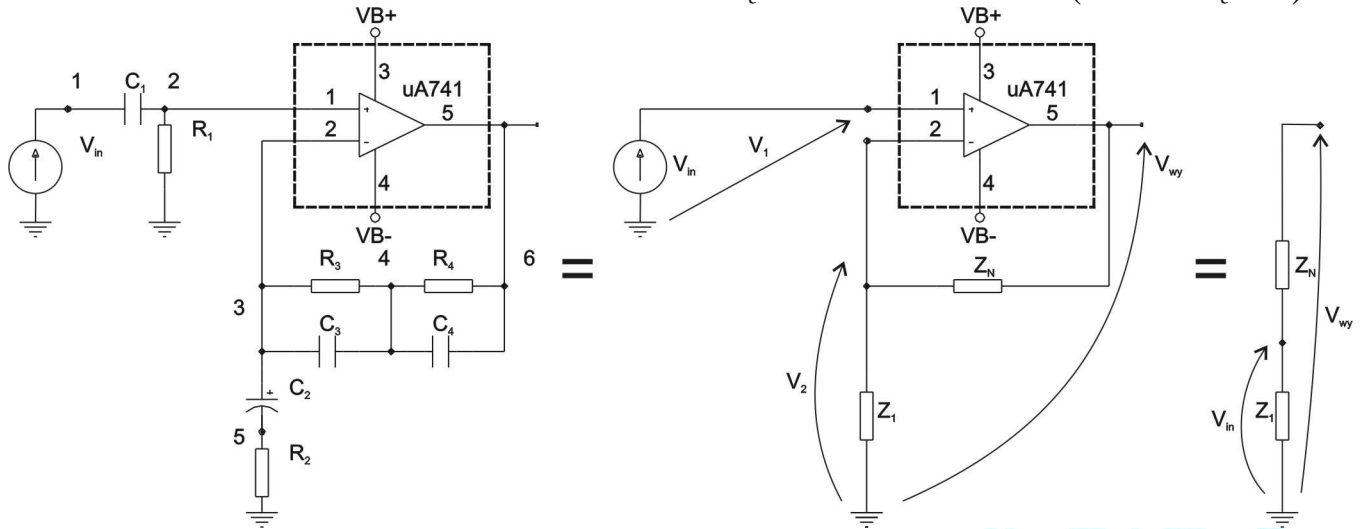
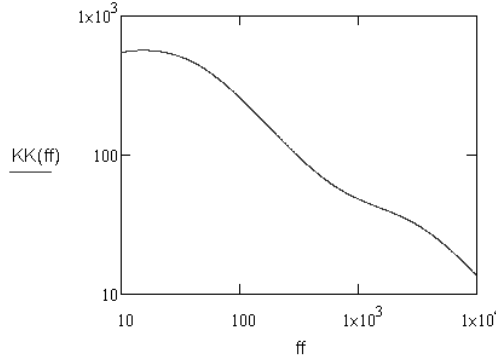


ĆWICZENIE 8. PROJEKTOWANIE KOREKTORA CZĘSTOTLIWOŚCIOWEGO (NA OCENĘ DST).



Elementy zapewniające uzyskanie pożądanej charakterystyki amplitudowej (RIAA):

- $V_{in} = 1 \text{ [mV]}$
- $R_1 = 180 \text{ [k}\Omega\text{]}$
- $R_2 = 0.3 \text{ [k}\Omega\text{]}$
- $R_3 = 180 \text{ [k}\Omega\text{]}$
- $R_4 = 10 \text{ [k}\Omega\text{]}$
- $C_1 = 0.47 \text{ [\mu F]}$
- $C_2 = 1000 \text{ [\mu F]}$
- $C_3 = 20 \text{ [nF]}$
- $C_4 = 4.7 \text{ [nF]}$



Charakterystyka ta została podana w pliku zewnętrznym Goal\_function.TXT dla kilku wybranych częstotliwości.

Przy pominięciu oddziaływania elementów  $C_1, R_1$  oraz założeniu idealnych własności wzmacniacza operacyjnego transmitancja układu jest dana wzorem:

$$K(s) = \frac{V_{wy}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{Z_N(s) + Z_1(s)}{Z_1(s)} \text{ gdzie: } Z_1(s) = R_2 + \frac{1}{sC_2}, \quad Z_N(s) = \frac{R_3 \frac{1}{sC_3}}{R_3 + \frac{1}{sC_3}} + \frac{R_4 \frac{1}{sC_4}}{R_4 + \frac{1}{sC_4}}$$

$$K(s) = \frac{\frac{R_3 \frac{1}{sC_3}}{R_3 + \frac{1}{sC_3}} + \frac{R_4 \frac{1}{sC_4}}{R_4 + \frac{1}{sC_4}} + R_2 + \frac{1}{sC_2}}{R_2 + \frac{1}{sC_2}}$$

Skonstruować algorytm optymalizacji oparty na metodzie **Gaussa-Seidela** pozwalający na wyznaczenie elementów  $R_3, R_4, C_3$  oraz  $C_4$ .

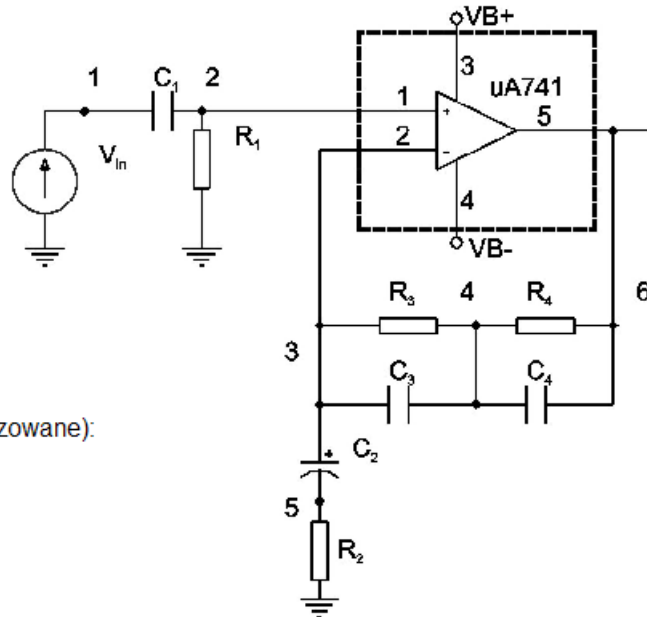
Uzyskiwanie charakterystyki częstotliwościowej:  $s = j\omega$ ,

$$K(s) = K(j\omega), \quad |K(j\omega)| - \text{charakterystyka amplitudowa,}$$

$$\arg(K(j\omega)) - \text{charakterystyka fazowa.}$$

Origin := 1 **Metoda Gaussa-Seidela**

Układ korektora jest przedstawiony na rysunku:



Dane są (nie będą optymalizowane):

$$R2 := 300$$

$$C2 := 100 \cdot 10^{-6}$$

Zadanie ma na celu dopasowanie transmitancji korektora do kilku wartości podanych w pliku zewnętrznym "Goal\_function.TXT". Plik ten zawiera częstotliwości oraz odpowiadające im moduły transmitancji. Ich ilość jest dowolna.

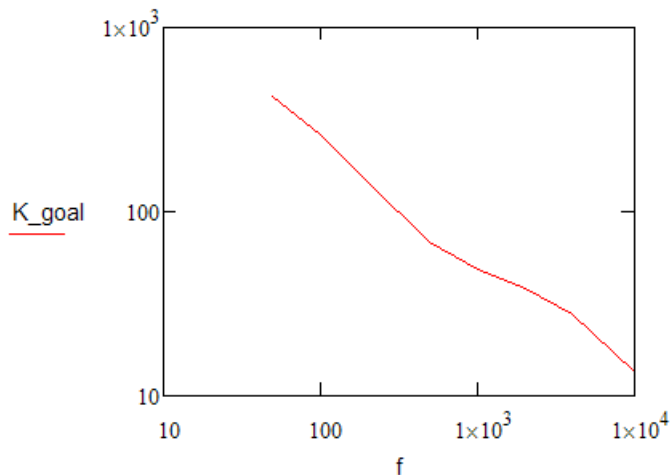
Optymalizowane będą: R3, R4, C3 oraz C4, w programie zapisane w wektorze R.  
Czytanie danych z pliku:

$$Kf := \text{READPRN}(\text{"Goal\_function.TXT"}) \quad Nk := \text{rows}(Kf) \quad nf := \frac{Nk}{2} \quad i := 1..nf$$

$$f_i := Kf_i \quad K\_goal_i := Kf_{i+nf}$$

$$f^T = (50 \quad 100 \quad 200 \quad 500 \quad 1 \times 10^3 \quad 2 \times 10^3 \quad 4 \times 10^3 \quad 1 \times 10^4)$$

Tak wygląda charakterystyka oparta na podanych częstotliwościach:



Zmienne elementu projektowanego układu będą nazywane kolejnymi indeksami R, w kolejności: R3, R4, C3, C4. Wartości początkowe:

$$R1 := 10 \cdot 10^3 \quad R2 := 8 \cdot 10^3 \quad R3 := 10 \cdot 10^{-9} \quad R4 := 10 \cdot 10^{-9}$$

Transmitancja projektowanego układu przy zapisaniu elementów jako R:

$$K_{-}(R, s) := \frac{\left( \frac{R_1 \frac{1}{s \cdot R_3} + R_2 \frac{1}{s \cdot R_4}}{R_1 + \frac{1}{s \cdot R_3}} + R_2 + \frac{1}{s \cdot C_2} \right)}{R_2 + \frac{1}{s \cdot C_2}} \quad K_{-}(R, f) := |K_{-}(R, 2\pi \cdot f \cdot i)|$$

Funkcja błędu jest kwadratowym błędem transmitancji dla:

$$FC(R) := \begin{cases} n \leftarrow 1.. \text{rows}(f) \\ F \leftarrow \frac{1}{2} \cdot \sum_n \left[ \frac{(K(R, f_n) - K\_goal_n)^2}{K\_goal_n} \right] \\ F \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{Parametry procesu iteracyjnego:} \\ \text{Współczynnik podrelaksacji } \varepsilon := 0.4 \\ \text{Krok początkowy: } d := 0.1 \cdot R \\ \text{Liczba max iteracji: } \quad \quad \quad \text{It\_max} := 100 \end{array}$$

```
G_S :=
  N ← rows(R)
  G_S1,1 ← FC(R)
  for n ∈ 1..N
    G_S1,n+1 ← Rn
  for i ∈ 1..It_max
    ΔR ← 0
    for n ∈ 1..N
      Rd ← R
      Rg ← R
      Rdn ← Rn - dn
      Rgn ← Rn + dn
      continue if |FC(Rg) - 2FC(R) + FC(Rd)| < 10-10 · G_S1,1
      dRn ← 0.5 · ε · dn ·  $\frac{FC(Rg) - FC(Rd)}{FC(Rg) - 2FC(R) + FC(Rd)}$ 
      ΔR ← ΔR +  $\frac{|dRn|}{Rn + |dRn|}$ 
      RRn ← Rn - dRn
      RRn ← 0 if RRn < 0
      dn ← |RRn - Rn|
    break if |ΔR| < 10-6
    R ← if(FC(RR) < FC(R), RR, R + 0.1dR)
    for n ∈ 1..N
      G_Si+1,n+1 ← Rn
    G_Si+1,1 ← FC(R)
  G_S
```

Liczba wykonanych iteracji:

Wartość funkcji celu:

Wartości elementów:

It := rows(G\_S)    It = 84  
it := 1..It

$G_{S_{it,1}} = 1.487 \times 10^{-8}$

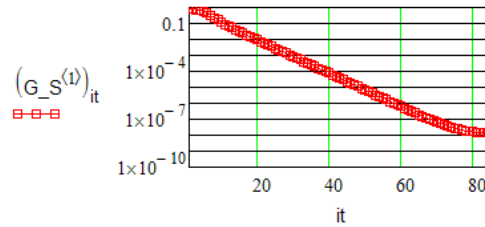
$R_1 := G_{S_{it,2}} = 1.8 \times 10^5$

$R_2 := G_{S_{it,3}} = 10 \times 10^3$

$R_3 := G_{S_{it,4}} = 2 \times 10^{-8}$

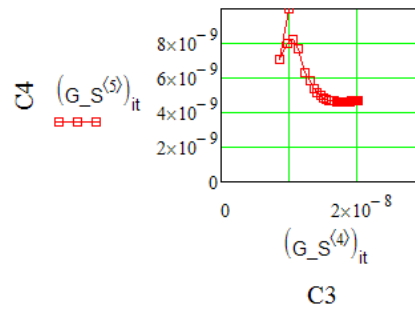
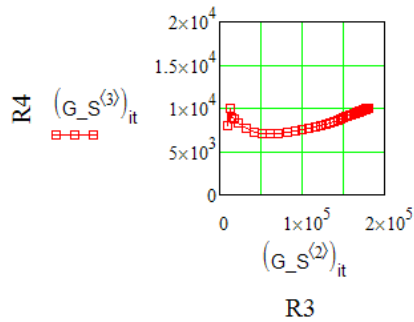
$R_4 := G_{S_{it,5}} = 4.7 \times 10^{-9}$

Funkcja celu

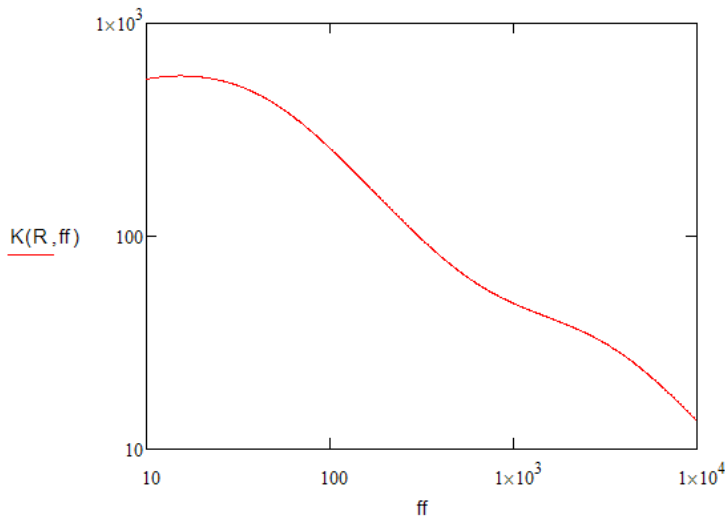


Wartości R3 i R4 w kolejnych iteracjach

Wartości C3 i C4 w kolejnych iteracjach



Otrzymana charakterystyka:



Zawartość pliku „Goal\_function.TXT”:

- 50
- 100
- 200
- 500
- 1000
- 2000
- 4000
- 10000
- 419.0
- 258.9
- 142.6
- 69.04
- 48.38
- 38.11
- 27.51
- 13.53