

# MOZA Projekt

## Wzmacniacz Kaskodowy 4

### (wariant B)

Jakub Półtorak

22 maja 2022

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Opis problemu</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Sformułowanie matematyczne zadań optymalizacji</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Wyznaczenie przybliżenia początkowego rozwiązania</b>	<b>3</b>
3.1	Opis kodu . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Metody rozwiązania numerycznego</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Funckje celu i ograniczeń, skalowanie</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Wykorzystane algorytmy</b>	<b>5</b>
6.1	Interior Point . . . . .	5
6.2	Patternsearch . . . . .	5
<b>7</b>	<b>Porównanie punktu startowego, optymalnego i zbioru Pareto</b>	<b>5</b>
<b>8</b>	<b>Podsumowanie</b>	<b>5</b>

# Etap 1

## 1 Opis problemu

Zadanie polega na doborze wartości elementów wzmacniacza tak, aby uzyskać maksymalnie duży iloczyn GBW. Na układ nałożono dodatkowe ograniczenia w postaci minimalnego wzmocnienia dla małych częstotliwości  $k_{u0} > 10dB$  oraz minimalnej częstotliwości granicznej  $f_g > 200MHz$  (rozumianej jako częstotliwość spadku o 3 dB względem  $k_{u0}$ ).

## 2 Sformułowanie matematyczne zadań optymalizacji

Poszukiwane jest minimum funkcji celu:

$$\min_{x_1, \dots, x_T} f(x)$$

p.o.

$$g_i(\mathbf{x}) \leq 0 \quad i = 1..n_g$$

gdzie:

$$f(\mathbf{x}) = -(k_{u0} \cdot f_g)$$

$\mathbf{x}$  - wektor zmiennych optymalizowanych:

$$\mathbf{x} = [REE1 \quad REE2 \quad RE \quad RC2 \quad RC3 \quad CEE \quad CG],$$

$k_{u0}$  - wzmocnienie dla małych częstotliwości, rozumiane jako wzmocnienia dla częstotliwości 1 kHz.

$f_g$  - częstotliwość graniczna, rozumiana jako częstotliwość, dla której wzmocnienie spada o 3 dB względem  $k_{u0}(\mathbf{x})$ .

Parametry  $k_{u0}(\mathbf{x})$  oraz  $f_g(\mathbf{x})$  obliczane są w Matlabie na podstawie surowych danych ( $U_{out}^{AC}(x, f)$ ) zwracanych przez symulator LTSpice.

Dodatkowo, w zadaniu pojawiają się ograniczenia nieliniowe związane z wymaganiami projektowymi:

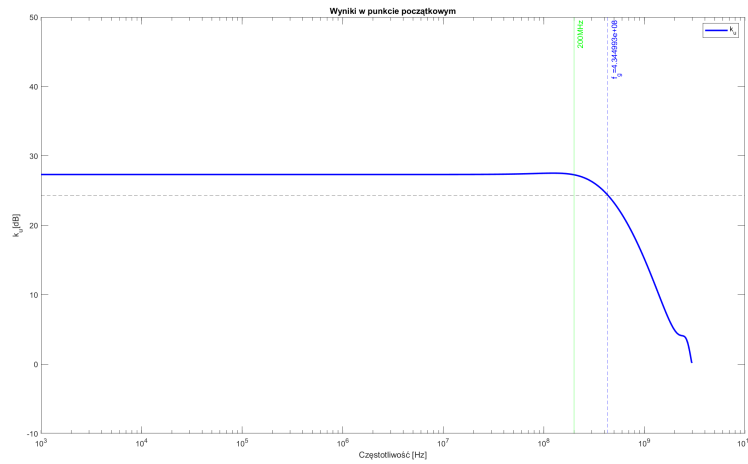
- $g_1(\mathbf{x}) : -(\frac{k_{u0}(\mathbf{x})}{k_{u_{min}}} - 1) < 0$   
Warunek minimalnego wzmocnienia,  $k_{u_{min}} = 20dB$
- $g_2(\mathbf{x}) : -(\frac{f_g(\mathbf{x})}{f_{g_{min}}} - 1) < 0$   
Warunek minimalnej częstotliwości granicznej,  $f_{g_{min}} = 200MHz$
- $g_3(\mathbf{x}) : b(\mathbf{x}) - b_{max} < 0$   
Ograniczenie podbicia charakterystyki,  $b_{max} = 1dB$ . Podbicie  $b$  rozumiane jest jako różnica między maksymalnym poziomem wzmocnienia a  $k_{u0}$ . Podbicie jest obliczane w Matlabie.

### 3 Wyznaczenie przybliżenia początkowego rozwiązania

Zgodnie z poleceniem zmodyfikowano domyślne parametry tak, aby uzyskać rozwiązanie spełniające warunek minimalnej częstotliwości granicznej i wzmocnienia. Ostatecznie, po wybraniu wartości, wektor  $\mathbf{x}$  wygląda następująco:

$$\mathbf{x} = [5\Omega \quad 15\Omega \quad 320\Omega \quad 220\Omega \quad 200\Omega \quad 45p \quad 50p],$$

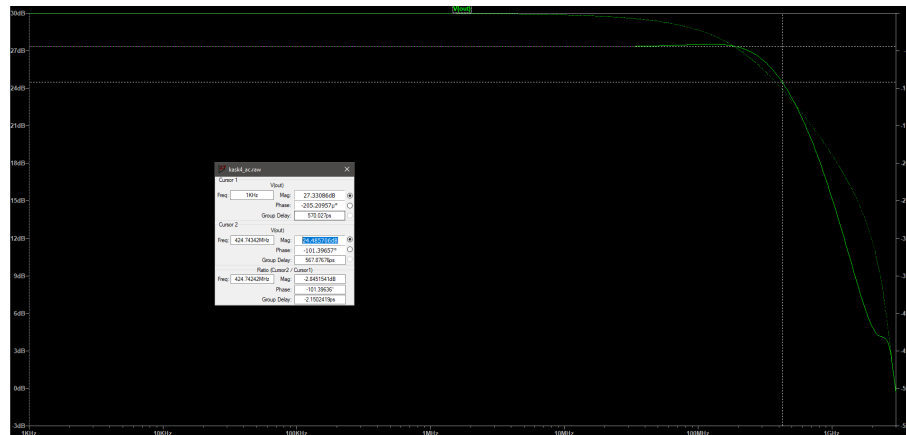
Wyniki w punkcie początkowym można zobaczyć na poniższym wykresie:



Rysunek 1: Charakterystyka układu w punkcie startowym.

Jak widać spełnione są warunki postawione w zadaniu (minimalna wartość wzmocnienia to 20 dB, przy źródle AC mającym 1V amplitudy).

Aby potwierdzić, że Matlab i Spice zwracają te same wyniki przeprowadzono symulację w LTSpice:



Rysunek 2: Charakterystyka układu w punkcie startowym.

### 3.1 Opis kodu

## 4 Metody rozwiązania numerycznego

## Etap 2

### 5 Funkcje celu i ograniczeń, skalowanie

### 6 Wykorzystane algorytmy

#### 6.1 Interior Point

Jakość, zbieżność

#### 6.2 Patternsearch

Jakość, zbieżność

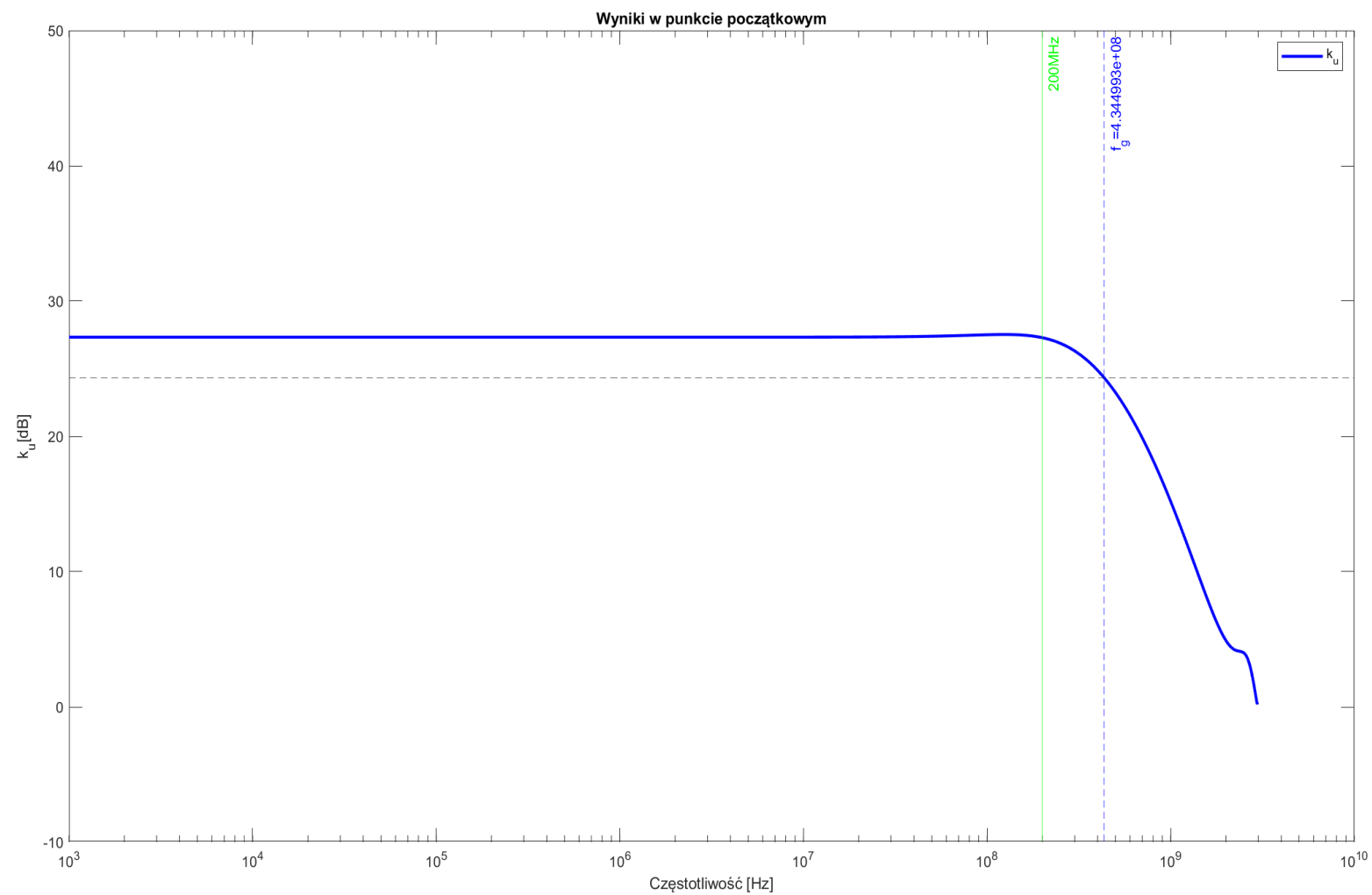
### 7 Porównanie punktu startowego, optymalnego i zbioru Pareto

### 8 Podsumowanie

- Czy zadania optymalizacji sformułowano prawidłowo?
  - tak
- Czy uzyskano widoczną poprawę właściwości obiektu?
  - tak
- Jaka jest złożoność obliczeniowa procesu optymalizacji?
  - hahahah

## Wykresy w dużej rozdzielczości

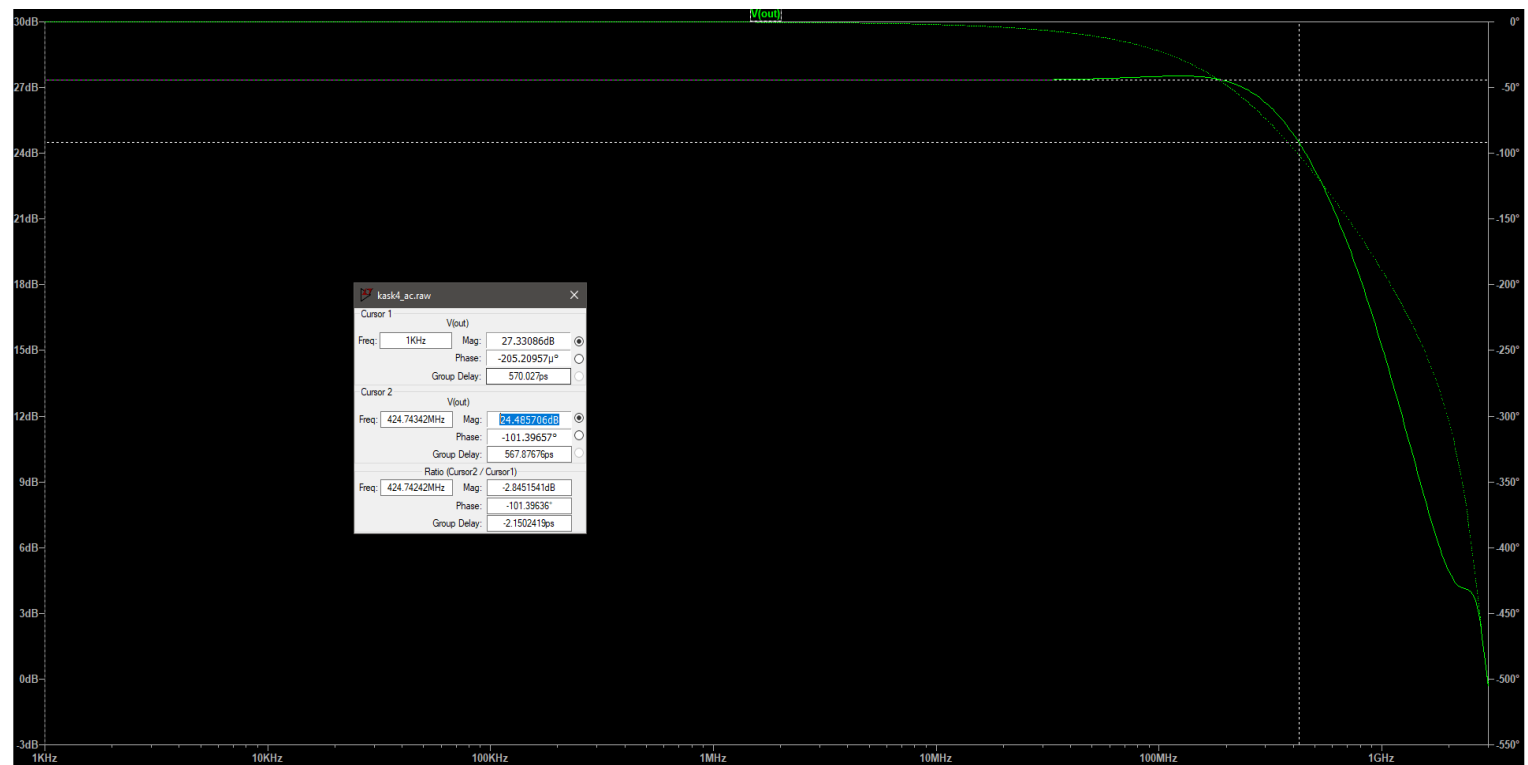
2



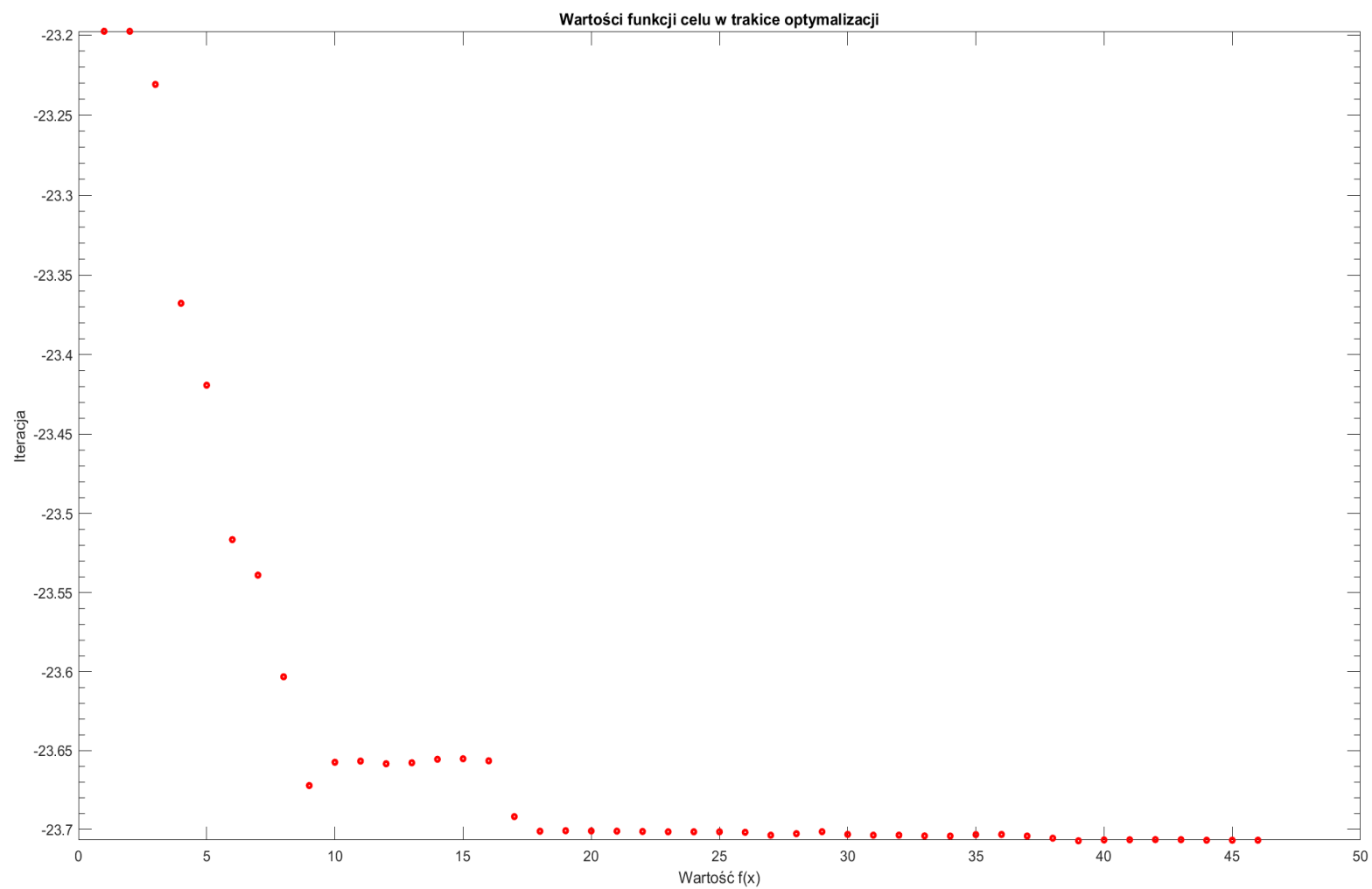
Rysunek 3: Charakterystyka układu w punkcie startowym.



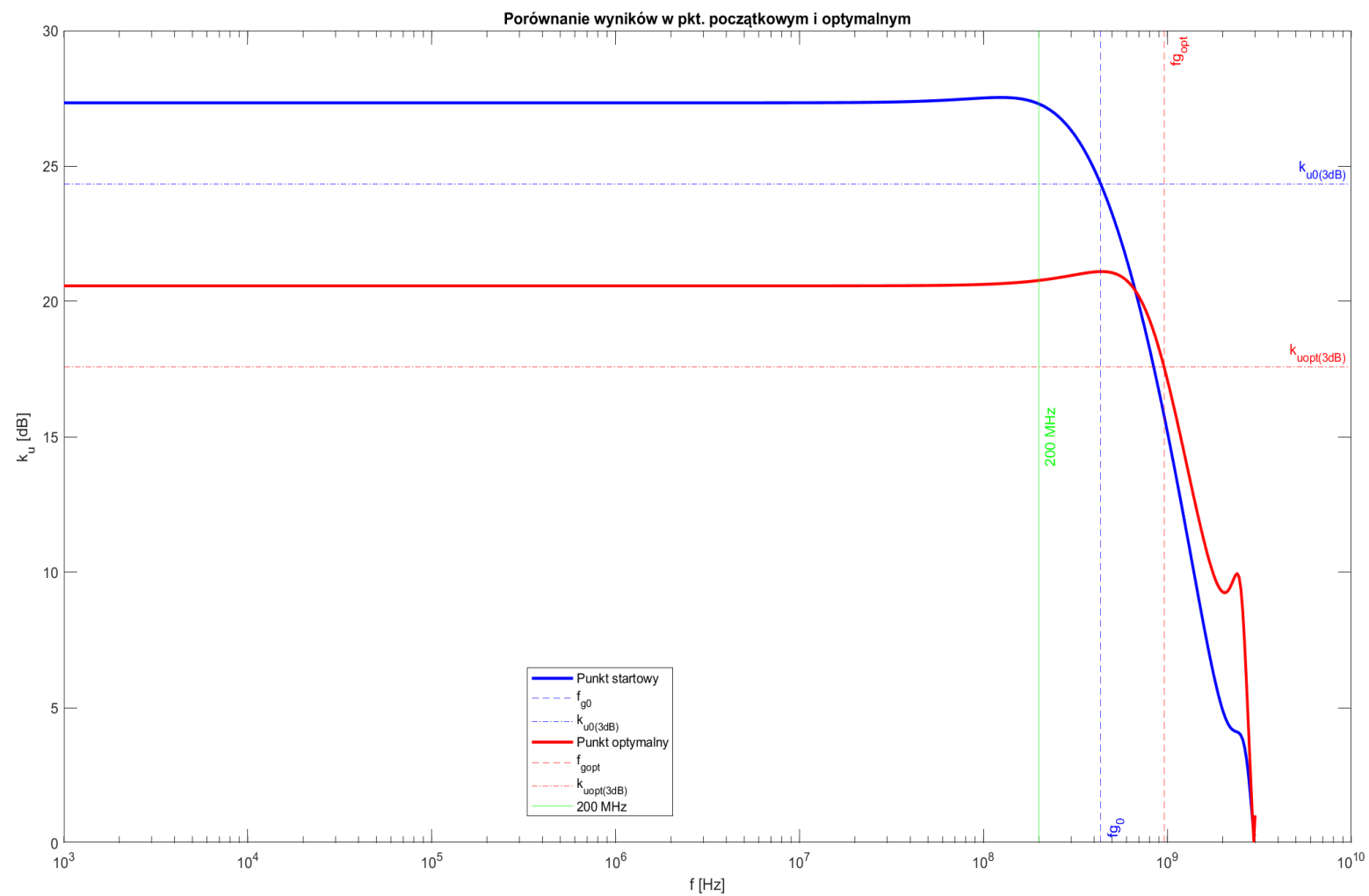
∞



Rysunek 4: Charakterystyka układu w punkcie startowym (LTSpice).



Rysunek 5: Przebieg wartości funkcji celu.



Rysunek 6: Porównanie wyników w punkcie optymalnym i startowym.