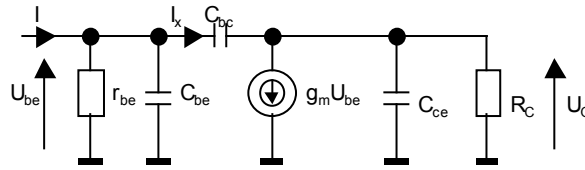


Częstotliwość graniczna w układzie OE – dokładne wyprowadzenie

Schemat zastępczy rozważanego układu jest przedstawiony na rysunku poniżej.



Układ ten można opisać następującym zestawem równań:

$$\begin{cases} I = U_{be}(g_{be} + sC_{be}) + I_x \\ I_x = (U_{be} - U_O)sC_{bc} \\ I_x = g_m U_{be} + U_O(G_C + sC_{ce}) \end{cases}.$$

Rozwiązując go można otrzymać następujące wyrażenie na poszukiwaną wartość wzmocnienia:

$$\frac{U_O}{I} = \frac{-R_C r_{be} g_m (1 - sC_{ce}/g_m)}{1 + s(r_{be}(C_{be} + C_{ce}(1 + g_m R_C)) + R_C(C_{ce} + C_{cb})) + s^2 R_C r_{be}(C_{ce}C_{be} + C_{be}C_{cb} + C_{ce}C_{cb})}.$$

Widać, że wzmocnienie układu jest funkcją drugiego rzędu oraz posiada jedno zero. Zależność ta jest dosyć rozbudowana, jednakże w typowych sytuacjach można ją często uprościć do następującej postaci:

$$\frac{U_O}{I} \approx \frac{-R_C g_m r_{be}}{1 + s(r_{be}(C_{be} + C_{ce}(1 + g_m R_C))) + s^2 R_C r_{be} C_{be}(C_{ce} + C_{cb})} = \frac{-k_{U0} r_{be}}{1 + s(r_{be}(C_{be} + C_{ce}(1 - k_{U0}))) + s^2 R_C r_{be} C_{be}(C_{ce} + C_{cb})},$$

gdzie przez $k_{U0} = -g_m R_C$ oznaczono wzmocnienie napięciowe układu w zakresie średnich częstotliwości, wyznaczone pomiędzy tymi punktami, gdzie jest włączona pojemność C_{bc} .

Jeśli założymy teraz, że czynnik przy s^2 można pominąć, to dochodzimy wprost do wyrażenia, które otrzymujemy wykorzystując twierdzenie Millera. Wynika z niego, że pojemność C_{bc} podlega w układzie multiplikacji, co wynika stąd, że na jednym z jej końców występuje napięcie wzmocnione. Wyznaczona stąd częstotliwość graniczna układu będzie wynosić:

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi r_{be}(C_{be} + C_{cb}(1 + g_m R_C))}.$$

Dokładniejsza metoda pozwala wyznaczyć również położenie drugiego bieguna na charakterystyce amplitudowej. Jest to tzw. metoda bieguna dominującego. Załóżmy, że układ da się opisać transmitancją drugiego rzędu, w której mianownik jest postaci:

$$(1 + s\tau_1)(1 + s\tau_2) = 1 + s(\tau_1 + \tau_2) + s^2\tau_1\tau_2.$$

Jeśli jedna ze stałych czasowych jest dużo większa od drugiej, to wtedy w przybliżeniu można napisać:

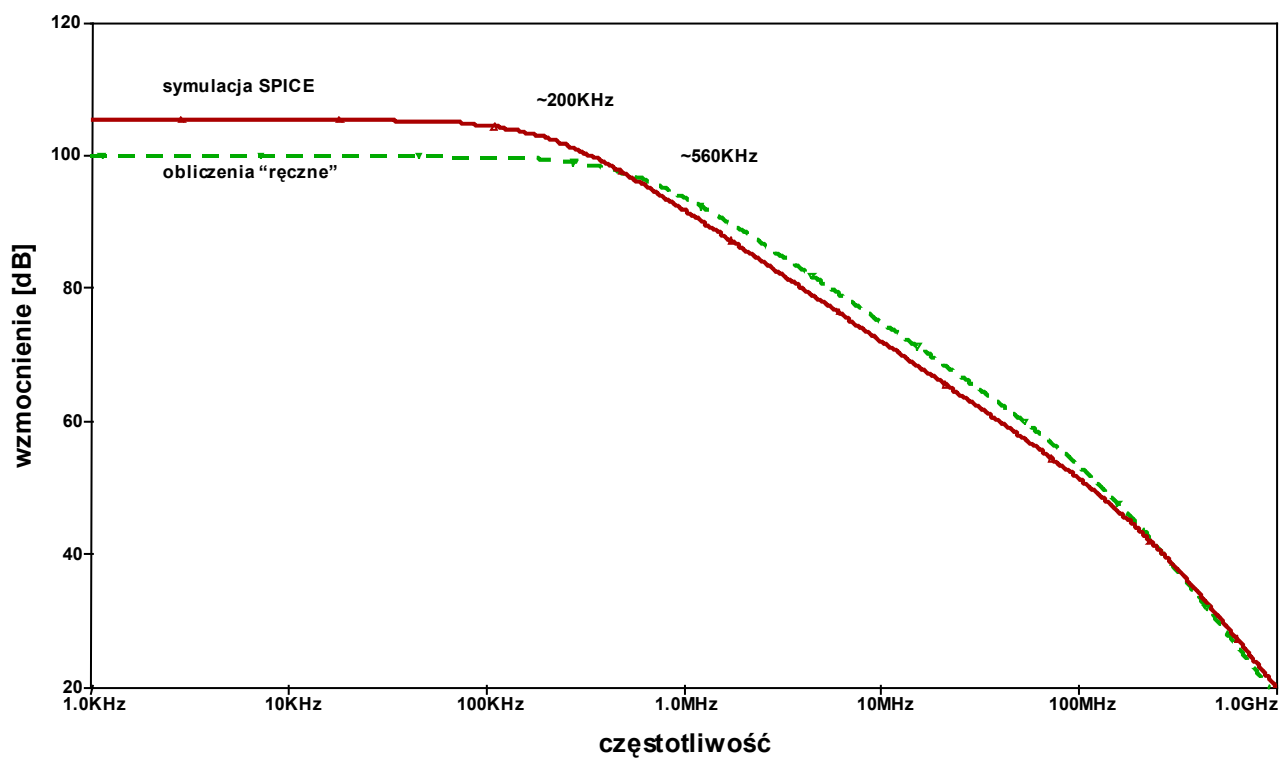
$$(1 + s\tau_1)(1 + s\tau_2) \approx 1 + s\tau_1 + s^2\tau_1\tau_2.$$

Pozwala to w łatwy sposób wyznaczyć częstotliwość graniczną oraz położenie drugiego bieguna. Odnosząc to do naszego przypadku możemy zapisać, że częstotliwość graniczna związana z obecnością drugiego bieguna w transmitancji będzie wynosić:

$$f_2 = \frac{C_{be} + C_{cb}(1 + g_m R_C)}{2\pi R_C C_{be}(C_{ce} + C_{cb})}.$$

Charakterystyka amplitudowa wzmacniacza OE

Model mało dokładny



Model dokładniejszy

