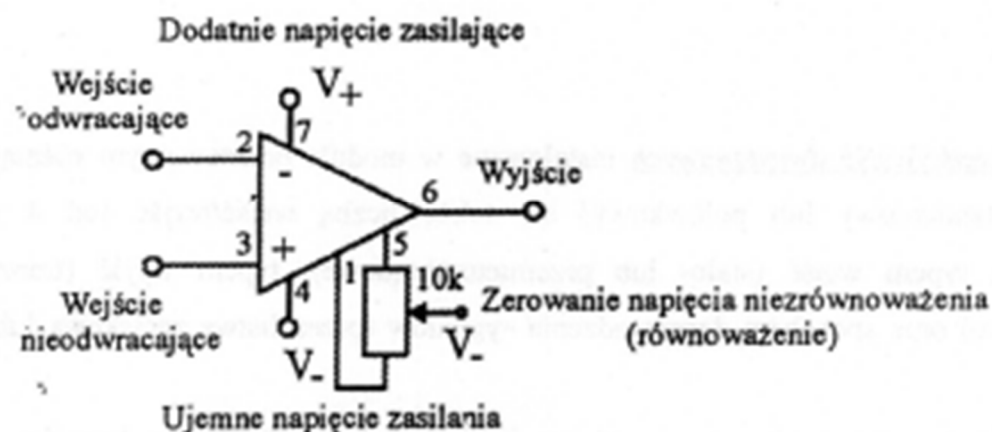
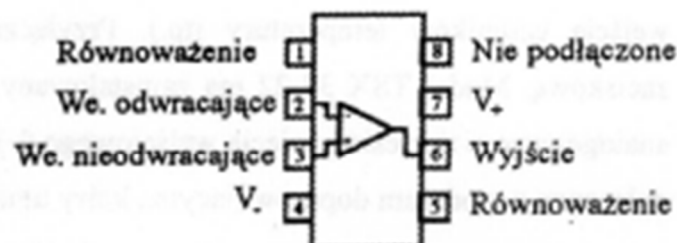


Wzmacniacze operacyjne
zagadnienia wybrane

a)



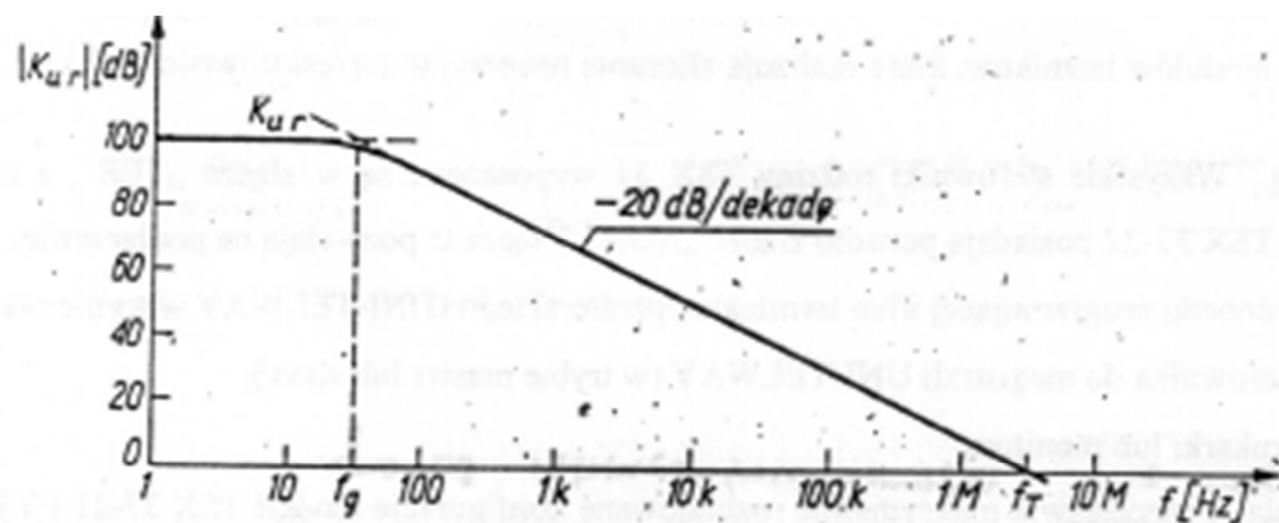
b)



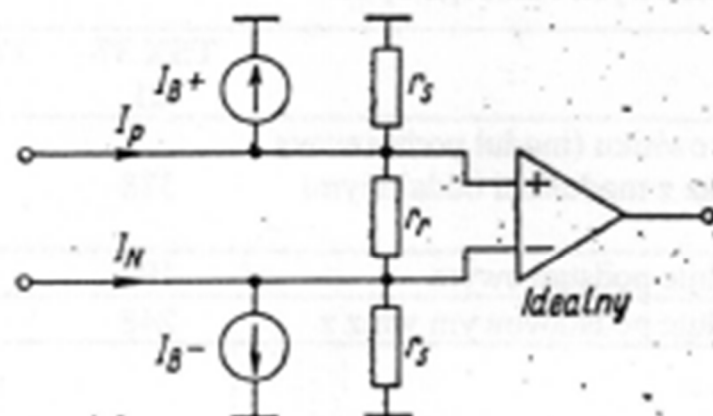
c)



Rys. 1. Wzmacniacze operacyjne zgodne z typem 741: a) schemat układu zasilania i kompensacji napięcia niezrównoważenia ($10\text{ k}\Omega$ dla $\mu\text{A} 741$), b) widok obudowy mini-DIP, c) widok obudowy metalowej okrągłej



Rys. ■ Typowa charakterystyka częstotliwościowa wzmacnienia różnicowego



Rys. ■ Schemat zastępczy

Parametry wzmacniacza operacyjnego

Wejściowe napięcie niezrównoważenia

Jest to stałe napięcie różnicowe niezbędne dla sprowadzenia do zera wartości napięcia wyjściowego przy otwartej pętli:

$$U_{OS} = U_p - U_N \text{ przy } U_0 = 0.$$

Dryf cieplny wejściowego napięcia niezrównoważenia

Jest to zmiana wejściowego napięcia niezrównoważenia przypadająca na jednostkową zmianę temperatury $\Delta U_{OS} / \Delta T$.

Wejściowy prąd polaryzacji

Jest to średnia arytmetyczna dwóch prądów stałych polaryzacji płynących przez wejścia wzmacniacza:

$$I_B = \frac{I_p + I_N}{2} \text{ przy } U_p = U_N = 0.$$

Wejściowy prąd niezrównoważenia

Jest to różnica prądów polaryzacji:

$$I_{OS} = I_p - I_N \text{ przy } U_p = U_N = 0.$$

Parametry wzmacniacza operacyjnego

Dryf cieplny wejściowego prądu niezrównoważenia

Jest to stosunek zmiany wejściowego prądu niezrównoważenia do wywołującej ją zmiany temperatury $\Delta I_{os} / \Delta T$.

Wejściowa rezystancja różnicowa

Jest to rezystancja widziana między dwoma wejściami wzmacniacza:

$$R_r = \left. \frac{\Delta U_p}{\Delta I_p} \right|_{U_N=0} = \left. \frac{\Delta U_N}{\Delta I_N} \right|_{U_p=0}.$$

Rezystancja wejściowa dla sygnału sumacyjnego

Jest to rezystancja widziana między jednym z wejść wzmacniacza i masą układu:

$$R_s = \frac{\Delta U_p}{\Delta I_p} = \frac{\Delta U_N}{\Delta I_N} \quad \text{dla} \quad U_p = U_N = U_s.$$

Częstotliwość graniczna

Jest to częstotliwość f_T , przy której moduł wzmocnienia różnicowego jest równy jedności.

Parametry wzmacniaczy operacyjnych

Parametr	Symbol	Typ wzmacniacza				
Wartości typowe $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{EE} = \pm 15\text{ V}$		Ogólnego przeznaczenia			Dokładny	Szybki
		$\mu\text{A 741}$ bipolarny	LH 0042 FET	LF 411 JFET	OP 07C bipolarny	AD 843JA CBFET
Wejściowe napięcie niezrównoważenia	U_{os}	1,0 mV	5,0 mV	0,8 mV	60 μV	1,0 mV
Ciepłny współczynnik wejściowego napięcia niezrównoważenia	$\frac{\Delta U_{os}}{\Delta T}$	6 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	10 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	7 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	1,8 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	12 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
Wejściowy prąd polaryzacji	I_B	80 nA	10 pA	50 pA	1,8 nA	50 pA
Wejściowy prąd niezrównoważenia	I_{os}	20 nA	1 pA	25 pA	0,8 nA	30 pA
Ciepłny współczynnik wejściowego prądu niezrównoważenia	$\frac{\Delta I_{os}}{\Delta T}$				50 pA/ $^{\circ}\text{C}$	
Rezystancja wejściowa różnicowa	R_r	2,0 M Ω	$10^{12}\text{ }\Omega$	$10^{12}\text{ }\Omega$	33 M Ω	$10^{10}\text{ }\Omega$
Rezystancja wejściowa wspólna	R_s		$10^{12}\text{ }\Omega$		120 G Ω	

Parametry wzmacniaczy operacyjnych

Wzmocnienie różnicowe	k_{UR}	$2 \cdot 10^5$	10^5	$2 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^5$	$25 \cdot 10^3$
Współczynnik tłumienia sygnału sumacyjnego	$CMRR$	90 dB	86 dB	100 dB	120 dB	72 dB
Maksymalny prąd wyjściowy	I_o		± 20 mA			± 50 mA
Rezystancja wyjściowa	R_o	75 Ω	75 Ω		60 Ω	12 Ω
Maksymalne napięcie wejściowe wspólne	U_{Smax}	± 12 V	$\pm 13,5$ V	+14,5 V -11,5 V	± 14 V	+12 V -13 V
Maksymalne wejściowe napięcie różnicowe	U_{Rmax}	± 30 V	± 30 V (lub ± 5 V)	± 30 V	± 30 V	
Szybkość narastania napięcia wyjściowego	SR	0,5 V/ μ s	3 V/ μ s	15 V/ μ s	0,3 V/ μ s	250 V/ μ s
Częstotliwość graniczna	f_T	1 MHz		4 MHz		34 MHz dla 90 mV