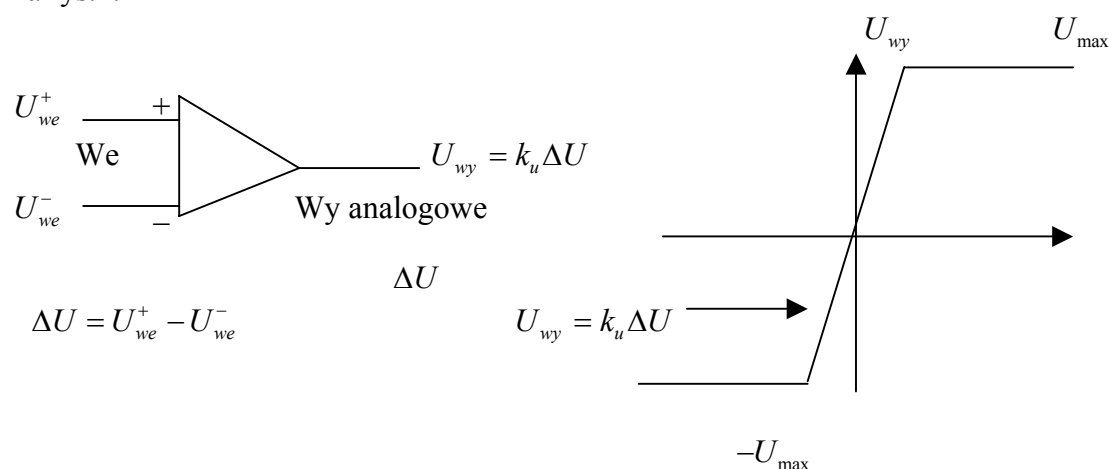


8.1 Układy analogowe techniki cyfrowej

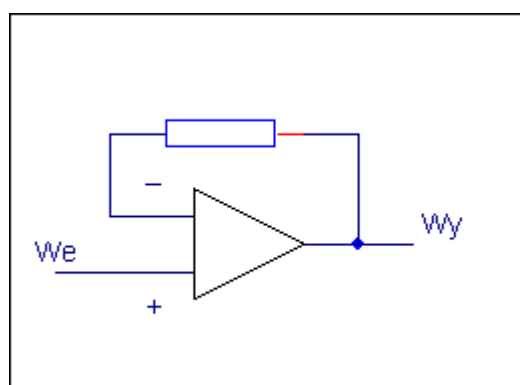
1. Wzmacniacze operacyjne

Wzmacniacz operacyjny (ang. *operational amplifier*) to wzmacniacz napięciowy o bardzo dużym wzmocnieniu k_u i dwu wejściach oznaczanych symbolami „+” (tak zwane wejście nieodwracające) i „-” (tzw. wejście odwracające). Charakterystyczna dla wzmacniacza operacyjnego jest bardzo duża oporność wejściowa i bardzo mała wyjściowa. Wygodnie jest nawet przyjmować w rozważaniach pierwszego przybliżenia, że oporność wejściowa jest nieskończona a wyjściowa równa 0.

Oznaczenie wzmacniacza operacyjnego i jego charakterystyka przejściowa pokazane są na rys.1.



Rys.1. Wzmacniacz operacyjny i jego charakterystyka przejściowa, z uwzględnieniem efektu nasycania się wzmacniacza; U_{max} to maksymalne napięcie jakie może się pojawić na wyjściu wzmacniacza

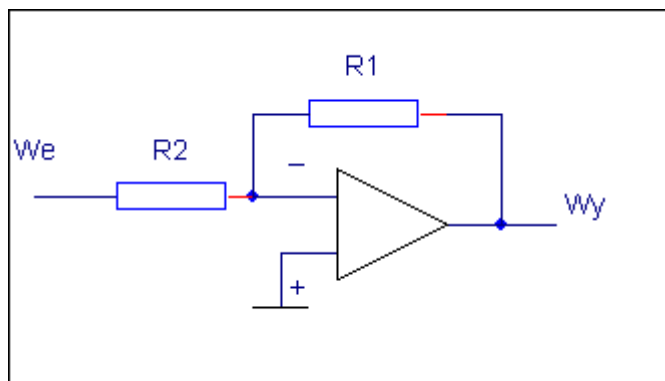


Rys. 2. Układ wtórnika napięciowego zbudowany na wzmacniaczu operacyjnym

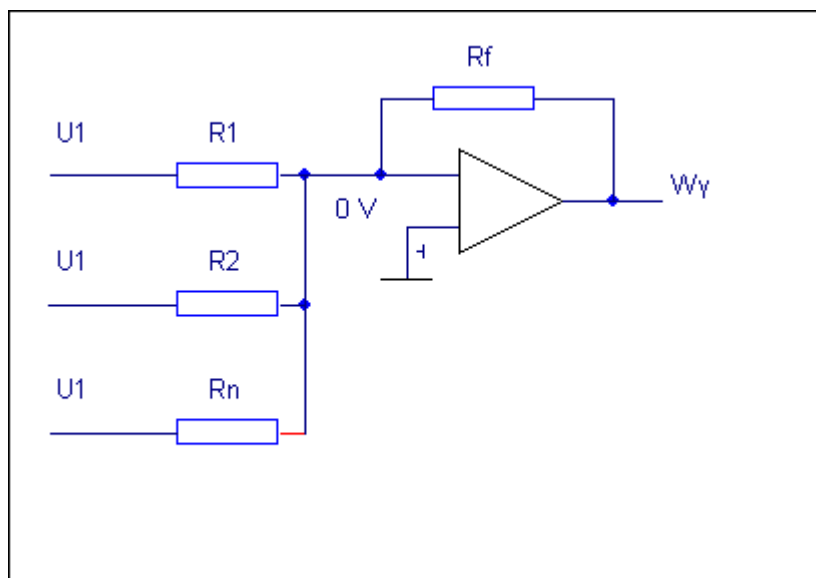
Na rys. 4. pokazany jest układ **sumatora napięć** na wzmacniaczu operacyjnym. Napięcie wyjściowe układu U_{wy} jest równe

$$U_{wy} = -R_f \sum_{i=1}^m \frac{U_i}{R_i}$$

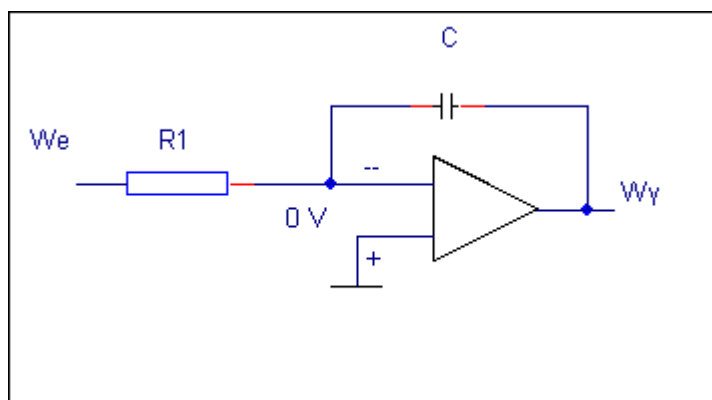
Wynika to z bilansu prądów w węźle „-” i z faktu, że napięcie U^- w tym węźle jest bardzo bliskie zeru jest to tzw. „zero pozorne”.



Rys. 3. Wzmacniacz o wzmocnieniu $k_u = -\frac{R_1}{R_2}$ zbudowany na wzmacniaczu operacyjnym



Rys. 4. Sumator analogowy



Rys. 5. Analogowy układ całkujący (tzw. integrator Millera)

Z kolei na rys.5. pokazany jest układ *integratora Millera*. Przez opornik R_1 (a więc i kondensator C) płynie prąd $\frac{U_{we}(t)}{R_1}$ ładując kondensator C , zatem napięcie na kondensatorze jest w chwili czasu t równe

$$U_c(t) = -\int_0^t \frac{U_{we}(t)}{R_1} dt + U_c(0)$$

2. Komparatory analogowe

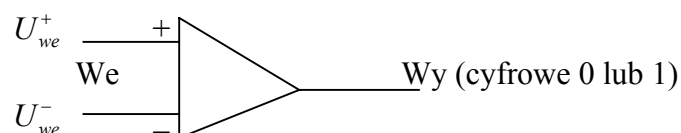
Komparatory analogowe służą do porównywania napięć (por. rys. 6). Wejścia układu „+” i „-” są analogowe. Wyjście układu jest cyfrowe i jest opisane tak:

- Jeśli $U_{we}^- < U_{we}^+$, to na wyjściu mamy 1
- Jeśli $U_{we}^+ < U_{we}^-$, to na wyjściu mamy 0

Działanie komparatora polega więc na podaniu na wyjście jedynki, jeśli napięcie podane na we „+” jest wyższe niż napięcie podane na wejście „-”.

Układem porównującym napięcia jest we wszystkich komparatorach analogowych wzmacniacz różnicowy (wykonany w technice bipolarnej lub unipolarnej). Oporność wejściowa typowego układu komparatora jest na tyle duża, że można przyjmować, że układ komparatora nie obciąża współpracujących układów.. Układy wyjściowe komparatorów konstruowane są tak, że można je bezpośrednio łączyć z układami cyfrowymi.

Typowym klasycznym przykładem komparatora analogowego jest układ $\mu A 710$. Komparatory analogowe są stosowane m.in. w konwerterach A/C.



Rys. 6. Komparator analogowy