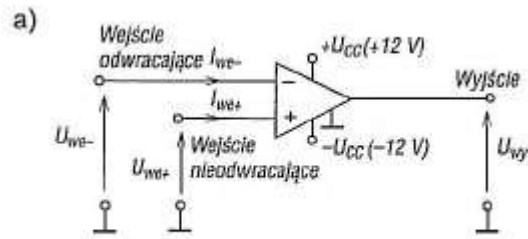
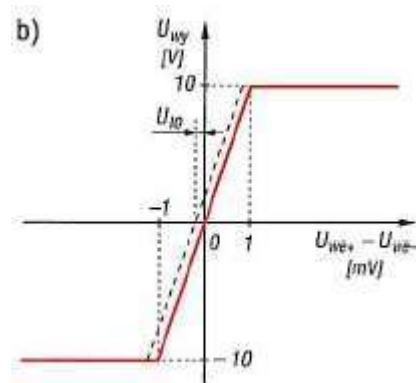


# Temat: Wzmacniacze operacyjne – wprowadzenie

## 1. Wzmacniacz operacyjny – schemat



## 2. Charakterystyka wzmacniacza operacyjnego



## 3. Podstawowe właściwości wzmacniacza operacyjnego

- - bardzo duże wzmocnienie napięciowe (powyżej 10000 V/V czyli 80dB),
- wzmacniają prąd stały,
- odwracają fazę sygnału wyjściowego w stosunku do sygnału podawanego na wejściu odwracające (oznaczenie „-“), lub zachowują zgodność w fazie jeżeli sygnał wejściowy jest podawany na wejście nieodwracające (oznaczenie „+“),
- duża rezystancja wejściowa ( $M\Omega$ ),
- mała rezystancja wyjściowa ( $\Omega$ ).

## 4. Parametry wzmacniacza operacyjnego idealnego

Idealny wzmacniacz operacyjny powinien wykazywać następujące właściwości:

- nieskończenie duże wzmocnienie przy otwartej pętli sprzężenia zwrotnego ( $K \rightarrow \infty$ );
- nieskończenie szerokie pasmo przenoszonych częstotliwości;

- nieskończenie duża impedancja wejściowa (między wejściami oraz
  - między wejściami a masą);
- impedancja wyjściowa równą zero;
- napięcie wyjściowe równe zero przy sterowaniu sygnałem nieróżnicowym
- (wspólnym);
- wzmacnienie idealne różnicowe, a więc nieskończenie duże tłumienie sygnału nieróżnicowego;
- niezależność parametrów od temperatury.

## **5. Zastosowanie wzmacniaczy operacyjnych.**

Stosowane są głównie w:

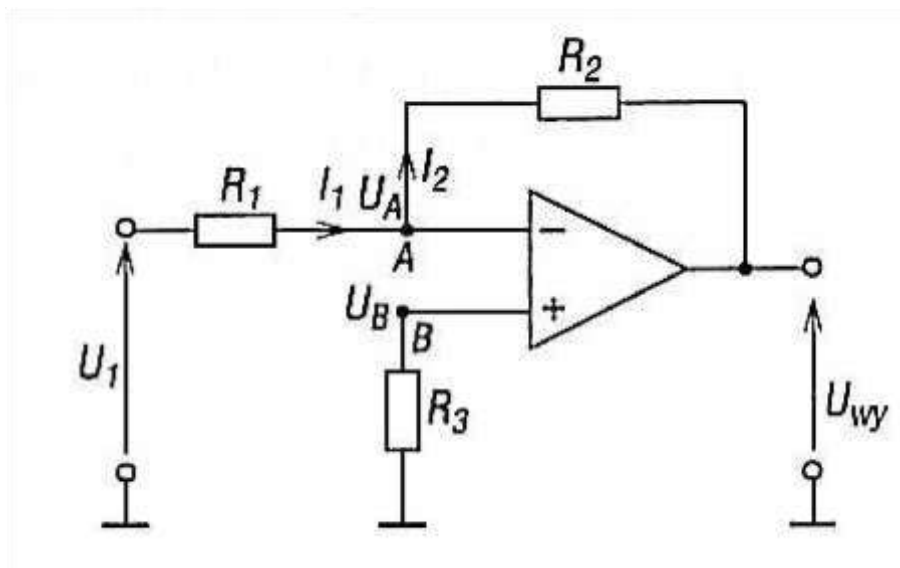
- układach analogowych, gdzie wykonują operacje: dodawania, odejmowania, mnożenia, dzielenia, całkowania i różniczkowania,
- wzmacniaczach logarytmicznych, generatorach sygnałów: prostokątnych, trójkątnych i sinusoidalnych,
- filtrach,
- detektorach liniowych i detektorach wartości szczytowej,
- układach próbkujących z pamięcią.

## **6. Podstawowe układy pracy wzmacniaczy operacyjnych**

- Wzmacniacz odwracający,
- Wzmacniacz nieodwracający,
- Wzmacniacz sumujący i odejmujący,
- Wzmacniacz całkujący,
- Wzmacniacz różniczkujący,
- Wtórnik napięciowy,
- Konwerter prąd – napięcie,
- Przesuwnik fazy,
- Prostownik idealny.

## Temat: Wzmacniacze odwracające i nieodwracające

### 1. Wzmacniacz odwracający – schemat



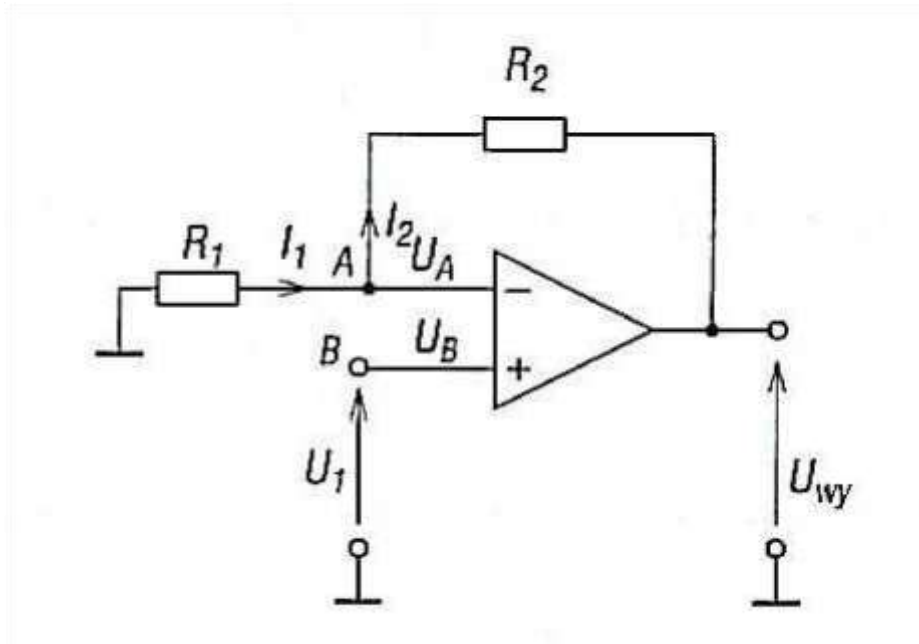
**Wzmocnienie napięciowe wzmacniacza operacyjnego odwracającego wynosi:**

$$k_u = \frac{U_{wy}}{U_{we}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

znak „-” oznacza odwrócenie fazy napięcia wyjściowego względem napięcia wejściowego

- o sygnał wejściowy podawany jest na wejście odwracające wzmacniacza operacyjnego.
- o rezystancja wejściowa układu jest równa  $R_1$  (ponieważ punkt A jest punktem masy pozornej)
- o rezystancję wyjściową określa się zgodnie z zależnością obowiązującą dla układu ze sprzężeniem zwrotnym napięciowym równoległym.
- o rezystancji  $R_3$  powinna być równa wartości rezystancji wynikającej z równoległego połączenia rezystorów  $R_1$  i  $R_2$

## 2. Wzmacniacz nieodwracający – schemat



**Wzmocnienie napięciowe wzmacniacza operacyjnego nieodwracającego wynosi:**

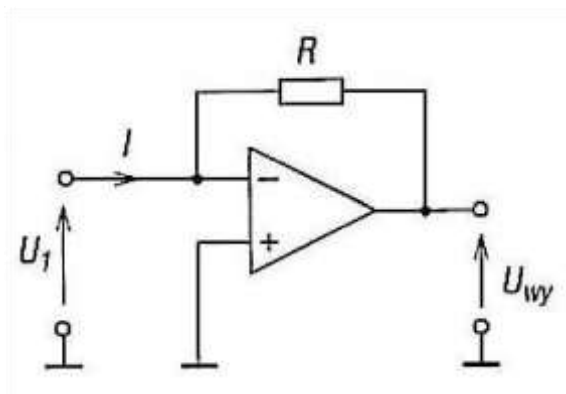
$$k_u = \frac{U_{wy}}{U_{we}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

- sygnał wejściowy jest podawany na wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego
- napięcia na wejściu odwracającym i wejściu nieodwracającym mają taką samą wartość
- rezystancja wejściowa układu jest równa rezystancji wzmacniacza operacyjnego dla sygnału współbieżnego
- rezystancja wejściowa jest bardzo duża i w praktyce wynosi  $10^{10} \div 10^{13} \Omega$ .

## Temat: Konwerter prąd – napięcie.

1. **Konwerter prąd – napięcie** – układ służący do przetwarzania sygnału prądowego na sygnał napięciowy.

2. Schemat konwertera prąd – napięcie



Napięcie wyjściowe konwertera wynosi

$$U_{wy} = -IR$$

(wartość tą otrzymujemy z analizy pracy wzmacniacza operacyjnego)

3. Charakterystyka układu

- mała rezystancja wejścia
- możliwość współpracy tylko ze źródłem prądowym ( o dużej rezystancji wejściowej) gdyż wejście stanowi masę pozorną
- wartość prądu I nie zależy od parametrów układu konwertera ale od źródła sygnału wejściowego