

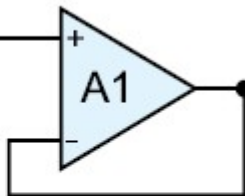
# Wzmacniacze pomiarowe

Paweł Nowik

9 grudnia 2019

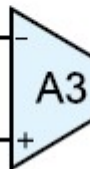
Wzmacniacze pomiarowe służą głównie do wzmacniania sygnałów wytwarzanych przez różnego rodzaju czujniki i przetworniki wielkości fizycznych. Wzmacniacze pomiarowe wzmacniają różnicę sygnałów na wejściu odwracającym i nieodwracającym, tłumiąc przy tym ich składową wspólną. Komponenty te są zbudowane w taki sposób, że składowa wspólna nie występuje na ich wyjściu. Typowym ich zastosowaniem jest wzmacnianie napięcia wyjściowego, powstającego na przekątnej mostka rezystancyjnego. Mostek składa się z rezystorów, których wartość zależy do mierzonej wielkości.

$U_{WE1}$   
wejście o  
odwracające



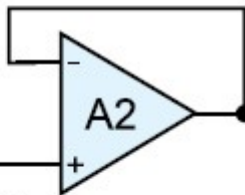
R1  
10k

R2  
10k



$U_{WY}$

$U_{WE2}$   
wejście o  
nieodwracające



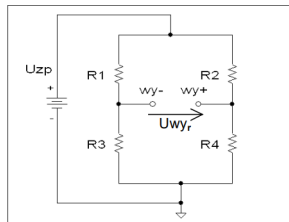
R3  
10k

R4  
10k

$U_{REF}$

Sekcja we

Sekcja wy



Cechą mostka jest występowanie na obu jego wyjściach  $wy_+$  i  $wy_-$  napięć stałych  $Uwy_+$  i  $Uwy_-$  o zbliżonych wartościach. Ich średnią arytmetyczną  $Uwy_s$  nazywamy sumacyjnym napięciem wyjściowym mostka. Użytecznym sygnałem wyjściowym mostka jest różnica napięć wyjściowych  $Uwy_r$ . Jest to tzw. różnicowe napięcie wyjściowe  $Uwy_r$  (tzw. składowa różnicowa):

$$Uwy_r = (Uwy_+ - Uwy_-).$$

Na podstawie rysunku napięcie wyjściowe  $Uwy_r$  jest określone zależnością:

$$Uwy_r = Uzp \cdot \left( \frac{R4}{R4 + R2} - \frac{R3}{R1 + R3} \right) = Uzp \cdot \frac{R1 \cdot R4 - R2 \cdot R3}{(R2 + R4)(R1 + R3)}$$

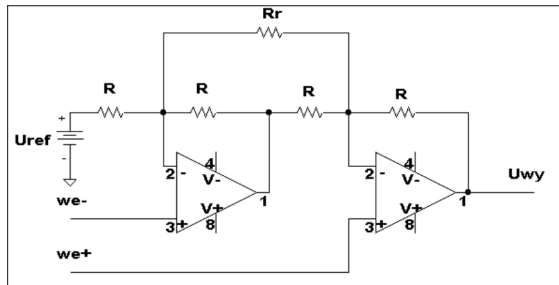
W stanie tzw. równowagi mostka  $Uwy_r = 0$ , stąd:  $R1 \cdot R4 = R2 \cdot R3$ .

Wzmacniacz służący do pomiaru niewielkich napięć różnicowych, występujących na tle względnie dużych składowych sumacyjnych (napięcia wspólne na poziomie woltów, natomiast ich różnica jest na poziomie miliwoltów) powinien charakteryzować się następującymi parametrami:

1. Równe sobie i możliwie jak największe rezystancje wejściowe.
2. Regulowane wzmocnienie sygnału różnicowego, przy czym regulacja nie może wpływać na parametry mierzonego układu.
3. Zerowe wzmocnienie dla składowych wspólnych co oznacza, że napięcie wyjściowe wzmacniacza powinno zależeć wyłącznie od różnicy napięć wejściowych.

Wszystkie te warunki spełnia wzmacniacz pomiarowy. Wzmacniacz pomiarowy jest układem złożonym z kilku wzmacniaczy operacyjnych.

## Wzmacniacz pomiarowy złożony z dwóch wzmacniaczy operacyjnych



Napięcie wyjściowe wzmacniacza wynosi:

$$U_{wy} = 2 \cdot \left(1 + \frac{R}{R_r}\right) \cdot (U_{we+} - U_{we-}) + U_{ref} = K_{u_r} \cdot (U_{we+} - U_{we-}) + U_{ref}$$

Jego wzmocnienie różnicowe  $K_{u_r}$  wynosi:

$$K_{u_r} = 2 \cdot \left(1 + \frac{R}{R_r}\right)$$

Rezystory R powinny być dobierane z tolerancją nie większą niż 0,5%. Od dokładności doboru tych rezystorów zależy współczynnik CMRR, czyli współczynnik tłumienia sygnału wspólnego.