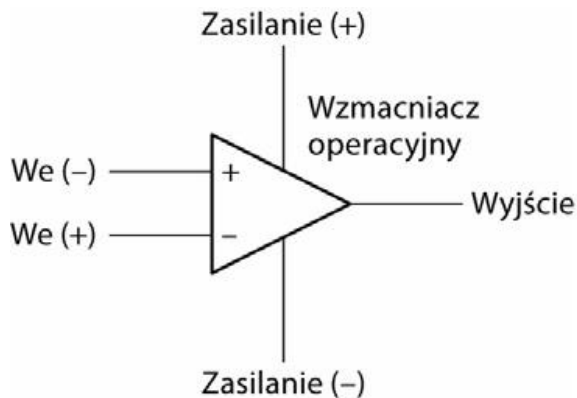


Wzmacniacz operacyjny – wiadomości wstępne

Wzmacniacz operacyjny jest wzmacniaczem prądu stałego (tzn. potrafi wzmacniać sygnał od 0Hz) o bardzo dużym wzmacnieniu. Prawie zawsze pracuje z zewnętrznym obwodem sprzężenia zwrotnego, który decyduje o głównych parametrach układu, którego jest częścią. Zbudowany jest jako wielostopniowy różnicowy wzmacniacz posiadający wzmacnienie sygnału różnicowego rzędu kilkudziesięciu lub kilkuset decybeli (kilkuset tysięcy razy). Na bazie wzmacniacza operacyjnego, po dodaniu kilku elementów biernych (np. rezystory, kondensatory) można zbudować wiele aplikacji związanych z analogowym przetwarzaniem sygnałów, tj.: wzmacniacze o regulowanym wzmacnieniu, sumatory, filtry, układy kondycjonowania sygnału współpracujące z przetwornikami ADC/DAC, generatory, itd.

Wzmacniacz operacyjny (którego ogólny schemat działania widoczny jest na rys. 1) posiada dwa wejścia: odwracające (oznaczane symbolem '-') i nieodwracające (oznaczane symbolem '+'). Posiada także jedno wyjście (na którym pojawia się napięcie V_{out}); różnica napięć wejściowych nazywa się napięciem różnicowym ($V_{DIF} = V_+ - V_-$). Napięcie wyjściowe jest iloczynem napięcia różnicowego oraz bardzo dużego współczynnika wzmacnienia.



Uproszczony symbol
wzmacniacza z głównymi
wyprowadzeniami

Idealny wzmacniacz operacyjny powinien charakteryzować się następującymi właściwościami:

- nieskończenie dużym wzmacnieniem przy otwartej pętli sprzężenia zwrotnego ($K \rightarrow \infty$);
- nieskończenie szerokim pasmem przenoszenia częstotliwości;
- nieskończenie dużą impedancją wejściową, zarówno między wejściami, jak i między każdym z wejść a masą;
- impedancją wyjściową równą zero;
- napięciem wyjściowym równym zero przy równości napięć wejściowych ($V_{out} = 0$ przy $V_+ = V_-$);
- nieskończenie dużym dopuszczalnym prądem wyjściowym;
- zerowym prądem wejściowym;
- wzmacnieniem idealnie różnicowym, tzn. nieskończenie dużym współczynnikiem tłumienia sygnału wspólnego;
- zachowaniem powyższych właściwości przy zmianach temperatury.

Podstawowe parametry wzmacniacza operacyjnego

- **Wzmocnienie w pętli otwartej** – stosunek zmiany napięcia wyjściowego do zmiany napięcia różnicowego (występującego na wejściach). W karcie katalogowej zwykle podawana jest wartość dla napięcia stałego oraz wykres pokazujący wartość tego parametru w funkcji częstotliwości. Parametr o bardzo dużej wartości rzędu setek tysięcy.
- **Impedancja wejściowa** – Impedancja wejściowa jest stosunkiem napięcia wejściowego do prądu wejściowego. Dla idealnego wzmacniacza przyjmuje się, że jest nieskończona. Rzeczywiste wzmacniacze operacyjne mają wejściowe prądy wpływowe od kilku pikoamperów do kilku mikroamperów.
- **Impedancja wyjściowa** – Impedancja wyjściowa idealnego wzmacniacza operacyjnego wynosi zero. Zakłada się, że idealny wzmacniacz działa jako doskonałe wewnętrzne źródło napięcia bez wewnętrznej rezystancji. Rezystancja wewnętrzna jest połączona szeregowo z obciążeniem, zmniejszając w ten sposób napięcie wyjściowe dostępne dla obciążenia. Rzeczywiste wzmacniacze operacyjne mają impedancje wyjściowe najczęściej w zakresie 100-20kΩ.

- **Pasma przenoszonych częstotliwości** – Idealny wzmacniacz operacyjny ma nieskończoną charakterystykę częstotliwościową i może wzmacniać dowolny sygnał częstotliwościowy od DC (0 Hz) do najwyższych częstotliwości AC, dlatego zakłada się, że ma nieskończoną szerokość pasma. W przypadku rzeczywistych wzmacniaczy operacyjnych przepustowość jest ograniczona przez iloczyn Wzmocnienie-Pasma, który jest równy częstotliwości, przy której wzmocnienie wzmacniacza staje się równe 1.
- **Współczynnik tłumienia sygnału wspólnego** – Idealny wzmacniacz powinien wzmacniać tylko różnicę napięć między wejściami (odwracającym i nieodwracającym). Powinien tłumić wszystkie sygnały współbieżne, podawana jednocześnie na oba wejścia. Jeśli jednak na oba wejścia rzeczywistego wzmacniacza zostanie podany ten sam sygnał, to na wyjściu pojawi się niewielka jego część. Współczynnik CMMR wskazuje, jaka część sygnału wejściowego przedostanie się na wyjście, czyli jest to stosunek wzmocnienia różnicowego do współbieżnego.
- **Szybkość narastania zbocza** – lub inaczej szybkość zmian napięcia wyjściowego. Jest to parametr podawany w jednostkach V/ μ s i określa jak szybko może zmienić się napięcie na wyjściu wzmacniacza.
- **Napięcie niezrównoważenia** – Wyjście wzmacniacza będzie równe zero, gdy różnica napięć między wejściem odwracającym i nieodwracającym będzie równa zero, taka sama lub gdy oba wejścia są uziemione. Rzeczywiste wzmacniacze operacyjne mają pewną ilość wyjściowego napięcia niezrównoważenia.