

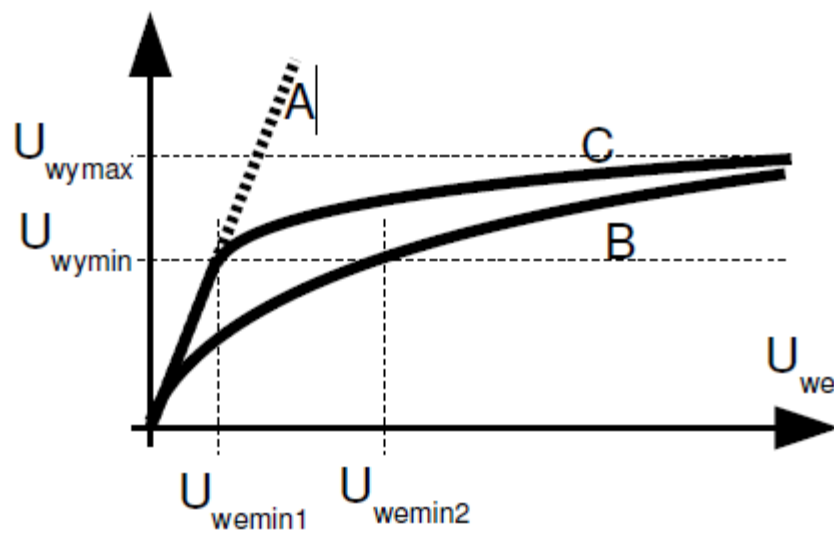
Lekcja 19

Temat: Wzmacniacze pośrednich częstotliwości.

Wzmacniacze pośrednich częstotliwości zazwyczaj są trzy- lub czterostopniowe, gdyż sygnał na ich wejściu musi być znacznie wzmocniony niż we wzmacniaczu w.cz. Do budowy stosuje się scalone wzmacniacze szerokopasmowe. Jeden stopień wzmacniający służy zazwyczaj do regulacji wzmocnienia (element wykonawczy ARW). Najczęściej jest to wzmacniacz różnicowy ze źródłem prądowym o wydajności regulowanej zewnętrznym napięciem stałym. Scalone wzmacniacze p.cz. Stanowią część układu scalonego realizującego większość funkcji w odbiorniku radiowym.

W odbiornikach z przemianą częstotliwości sygnał z wyjścia mieszacza jest doprowadzony do filtra pośredniej częstotliwości, zapewniającego ostateczne wydzielenie żądanego pasma, i dalej do wzmacniacza pośredniej częstotliwości. Wzmacniacz ten musi zapewnić poziom sygnału dostateczny do prawidłowej pracy demodulatora i jego wzmocnienie zazwyczaj musi być dość duże, co wymaga zastosowania kilku stopni wzmacniających. Ze względu na stałość częstotliwości pośredniej wzmacniacz ten może być zrealizowany z elementów dyskretnych jako nieprzestrajany wzmacniacz rezonansowy. W układach scalonych wzmacniacze pośredniej częstotliwości buduje się zwykle jako wzmacniacze szerokopasmowe, co jest możliwe gdyż częstotliwość pośrednia jest zwykle niezbyt wysoka i można osiągnąć dość duże wzmocnienie pojedynczego stopnia.

W odbiornikach radiowych zazwyczaj wymaga się aby odbiornik mógł poprawnie odbierać zarówno słabe jak i silne sygnały. Aby to osiągnąć często konieczne jest zastosowanie w torze wysokiej lub pośredniej częstotliwości stopni wzmacniających o regulowanym wzmocnieniu. Zwykle wzmocnienie to jest regulowane na drodze elektrycznej, co pozwala na zastosowanie automatycznej regulacji wzmocnienia (ARW, AGC – automatic gain control). Do wytworzenia sygnału regulującego wzmocnienie wykorzystuje się sygnał pochodzący z detektora amplitudy w odbiorniku.



Rys. 1. Charakterystyka wzmacniacza z automatyczną regulacją wzmocnienia

A – ARW wyłączona

B – ARW bez progu

C – ARW z progiem zadziałania

Sygnal ten powoduje zmniejszenie wzmocnienia wzmacniacza p. cz. przy odbiorze silnych sygnałów i w ten sposób stabilizuje poziom sygnału wyjściowego odbiornika przy wahaniach poziomu sygnału wejściowego, spowodowanych np. zmianami w propagacji fal radiowych. Korzystnie jest gdy sygnał ARW powoduje redukcję wzmocnienia dopiero po osiągnięciu nominalnego poziomu sygnału wyjściowego (ARW z progiem zadziałania), w przeciwnym razie układ ARW będzie redukował czułość odbiornika gdyż wzmocnienie maleje już dla stosunkowo słabych sygnałów. Jeśli zostanie wprowadzony próg zadziałania ARW, to wzmocnienie zaczyna maleć dopiero po osiągnięciu przez sygnał wyjściowy dostatecznie dużego poziomu, zapewniającego poprawną pracę dalszych stopni.

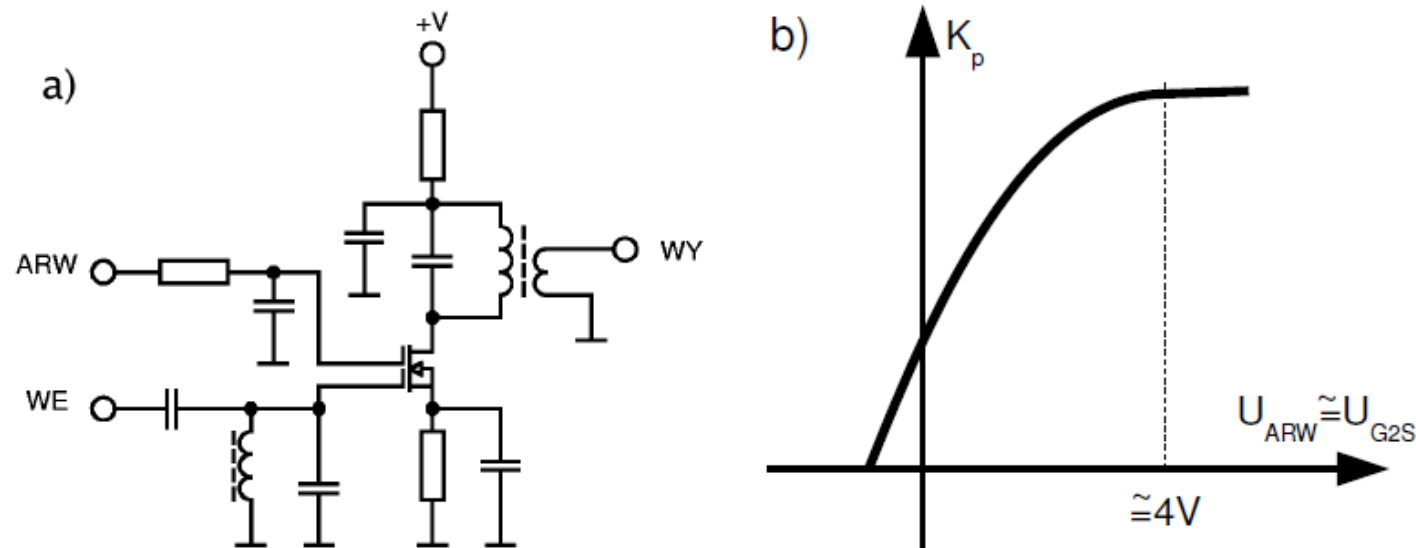
Regulacja wzmocnienia we wzmacniaczu w. cz. może odbywać się poprzez zmianę punktu pracy tranzystora. W przypadku tranzystorów bipolarnych wzmocnienie maleje przy zmniejszaniu prądu kolektora, a w przypadku niektórych typów także przy zwiększaniu prądu kolektora.

Pierwsza metoda jest stosowana w odbiornikach radiofonicznych a druga w odbiornikach telewizyjnych. Istotnym problemem przy konstruowaniu wzmacniaczy tranzystorowych z regulowanym wzmocnieniem są zmiany impedancji wejściowej i wyjściowej tranzystora w funkcji punktu pracy. Powodują one zmiany szerokości przenoszonego pasma a nawet w skrajnym przypadku rozstrajanie obwodów rezonansowych we wzmacniaczu, Są one szczególnie dokuczliwe podczas regulacji wzmocnienia poprzez zwiększanie prądu kolektora, jednak w zakresie dużych prądów tranzystor pracuje bardziej liniowo, co jest wymagane w zastosowaniach telewizyjnych.

We wzmacniaczach z dwubramkowymi tranzystorami MOSFET regulacja wzmocnienia odbywa się poprzez obniżanie napięcia polaryzującego bramkę 2. Dwubramkowy tranzystor MOSFET można traktować jako kaskadowe połączenie dwóch elementarnych tranzystorów MOS.

Obniżanie napięcia polaryzacji bramki 2 powoduje zmniejszenie spadku napięcia na dolnym tranzystorze kaskady i tranzystor ten zaczyna pracować w zakresie rezystancyjnym i nachylenie charakterystyki przejściowej maleje.

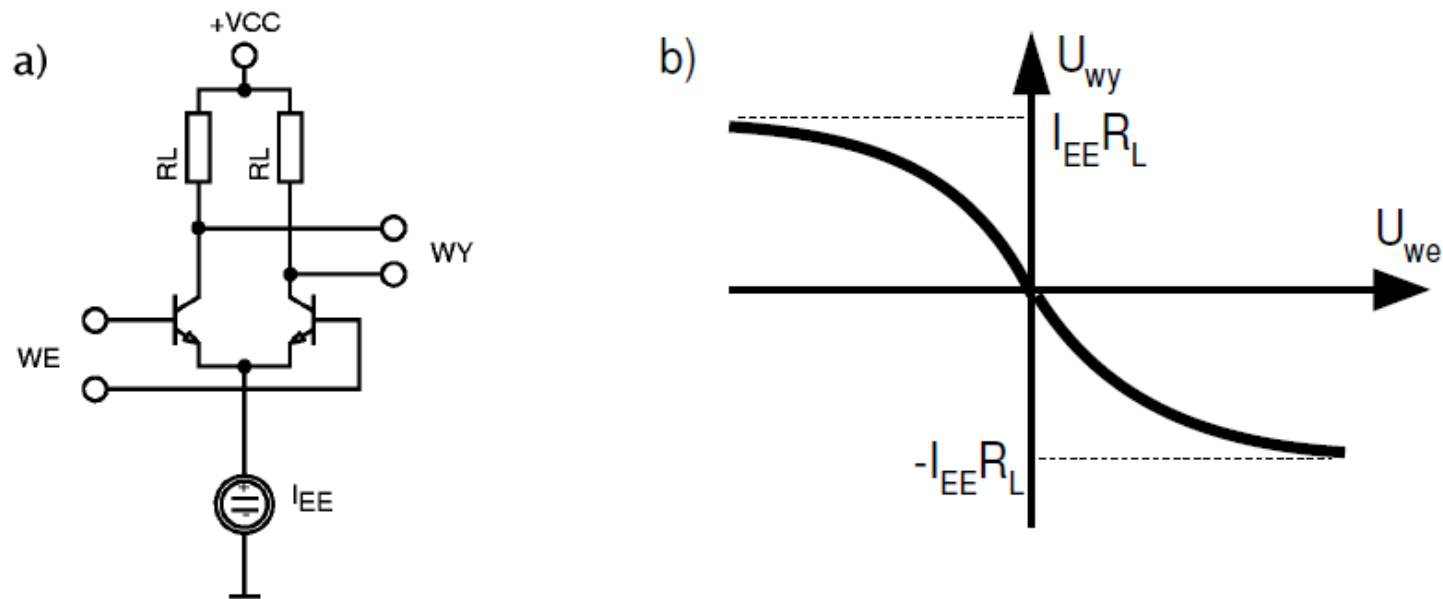
We wzmacniaczach scalonych wzmocnienie tranzystorów bipolarnych można zredukować poprzez zmniejszanie prądu kolektora, można też zastosować bardziej złożone układy wielotranzystorowe, takie jak pokazany przykładowo układ z rozdziałem prądu. Podstawowy wzmacniacz stanowi tu para różnicowa T1/T2, prądy kolektorów tych tranzystorów są następnie dzielone w parach różnicowych T3/T4 oraz T5/T6. Jeśli napięcie regulacyjne jest dodatnie to niemal cały prąd wyjściowy pary T1/T2 płynie przez tranzystory T3 i T6 do obciążenia i wzmocnienie jest maksymalne. Przy obniżaniu napięcia regulacyjnego coraz większa część prądu płynie przez tranzystory T4 i T5 bezpośrednio do zasilania i wzmocnienie maleje. Zaletą powyższego układu są małe zmiany impedancji wejściowej i wyjściowej przy zmianach wzmocnienia.



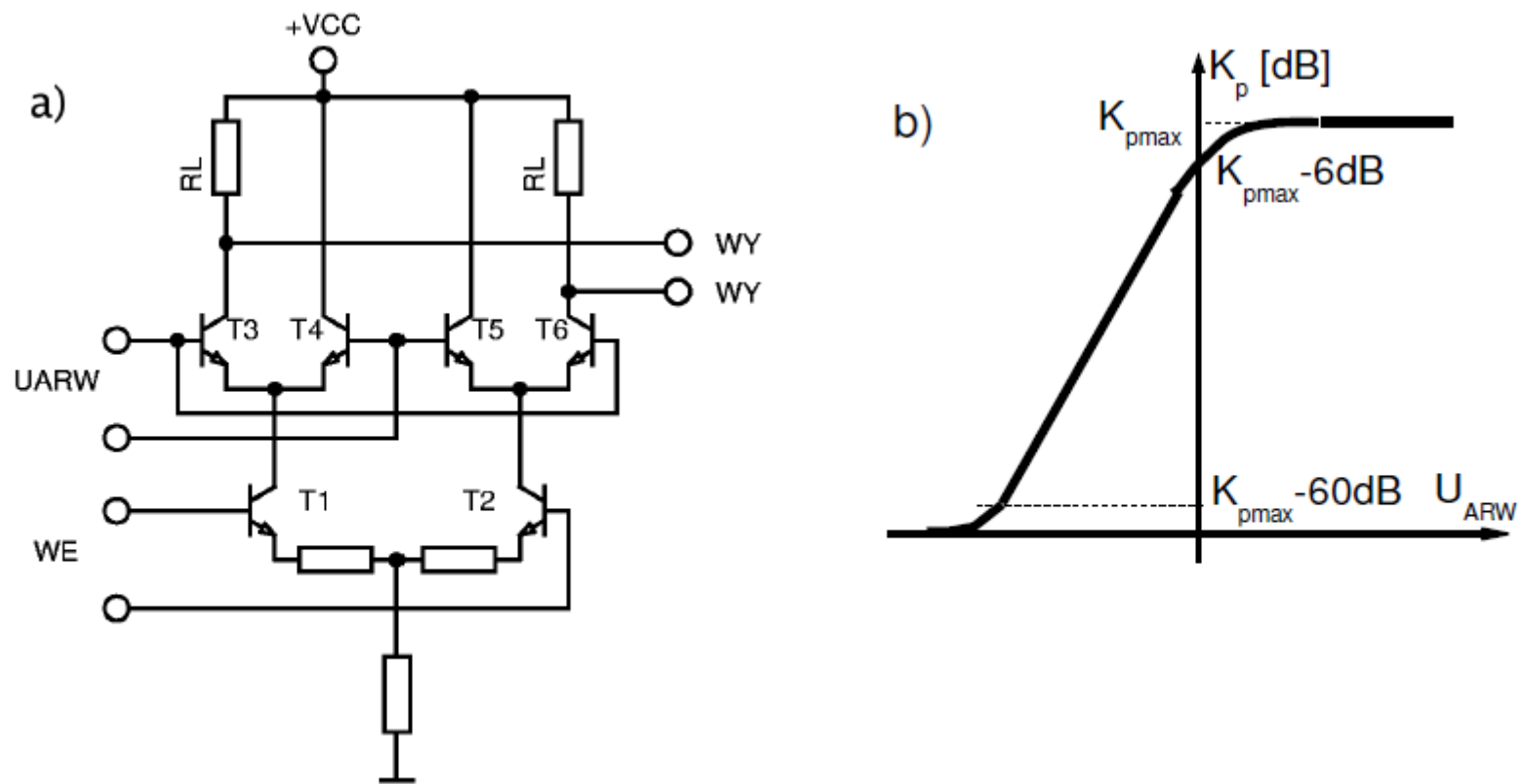
Rys. 2. Wzmacniacz z dwubramkowym tranzystorem MOSFET (a) i jego charakterystyka regulacji (b)

Wzmacniacz ogranicznik

W przypadku modulacji kąta (FM, PM i pochodne) amplituda sygnału nie przenosi informacji a do demodulacji wystarcza informacja zawarta w częstotliwości chwilowej. Można wtedy ustabilizować amplitudę sygnału poprzez jego wzmocnienie i obcięcie. Zasadniczo każdy wzmacniacz przesterowany powoduje obcięcie sygnału, jednak w technice scalonej do realizacji wzmacniaczy – ograniczników wykorzystuje się wzmacniacze różnicowe. Ich zaletami są symetria ograniczania, łatwość kontroli poziomu ograniczania oraz prosta realizacja w technice scalonej.



Rys. 4. Wzmacniacz-ogranicznik (a) i jego charakterystyka przejściowa (b)



Rys. 3. Wzmacniacz z regulacją wzmocnienia przez rozdział prądów (a) i charakterystyka regulacji (b)

Amplituda napięcia wyjściowego takiego wzmacniacza nie może przekroczyć wartości (dla wyjścia symetrycznego):

$$U_{wy} = R_L I_{EE}$$

zależnej od prądu I_{EE} polaryzującego parę różnicową i rezystancji obciążenia R_L . Zazwyczaj we wzmacniaczu p. cz. łączy się kaskadowo kilka (38) stopni różnicowych, aby osiągnąć żądane wzmocnienie dla małych sygnałów (a przez to wymaganą czułość odbiornika) i skuteczne ograniczanie.