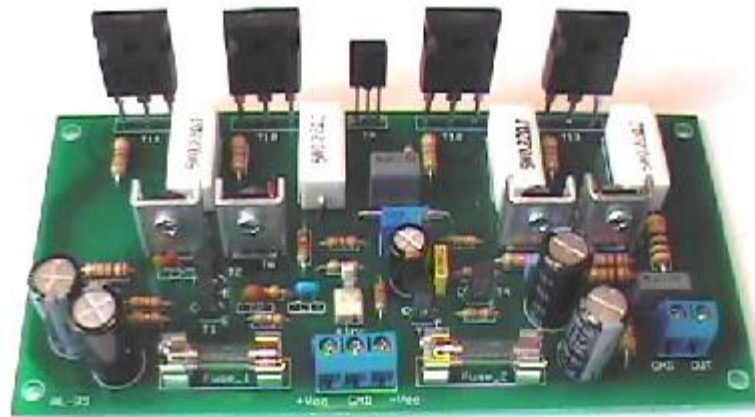


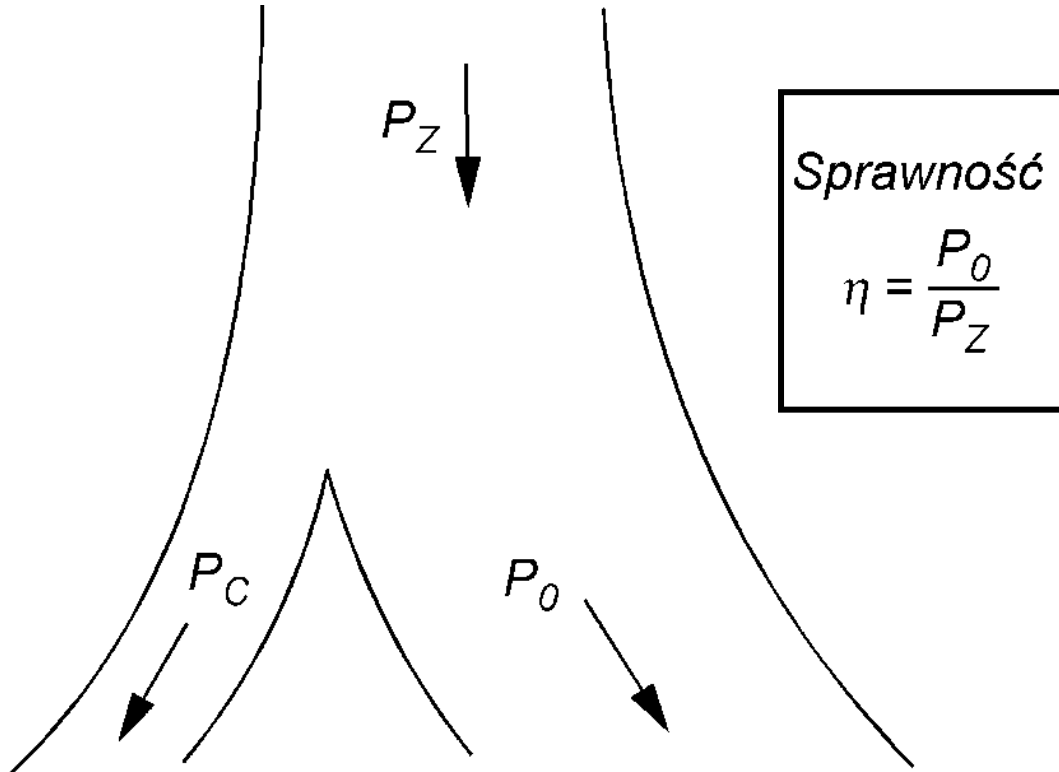
11. Wzmacniacze mocy



Wzmacniacze mocy są układami elektronicznymi, których zadaniem jest dostarczenie do obciążenia sygnału o dużej mocy przy możliwie dużej sprawności i małych zniekształceniach.

Sprawność

Schematyczne przedstawienie bilansu mocy we wzmacniaczach mocy



P_Z - moc dostarczana zasilacza

P_C - moc strat we wzmacniaczu (w kolektorach tranzystorów wyjściowych)

P_0 - moc użyteczna

sprawność oznaczana grecką literą eta η

Zniekształcenia

Zniekształcenia nieliniowe spowodowane są obecnością dodatkowych składowych harmonicznym w sygnale wyjściowym układu, który posiada nieliniową charakterystykę przejściową.

Wskaźnikiem wielkości zniekształceń jest współczynnik zawartości harmonicznym

$$h = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_n^2}}{U_1}$$

Stosunek wartości skutecznych napięcia (lub prądu) sygnałów o częstotliwościach harmonicznym do wartości skutecznej składowej podstawowej (oznaczonej indeksem 1)

Klasy pracy tranzystora we wzmacniaczach mocy (klasy pracy wzmacniaczy)

Θ - kąt przepływu

Kąt przepływu Θ (theta) jest równy tej części okresu sygnału, w której płynie prąd kolektora lub prąd drenu

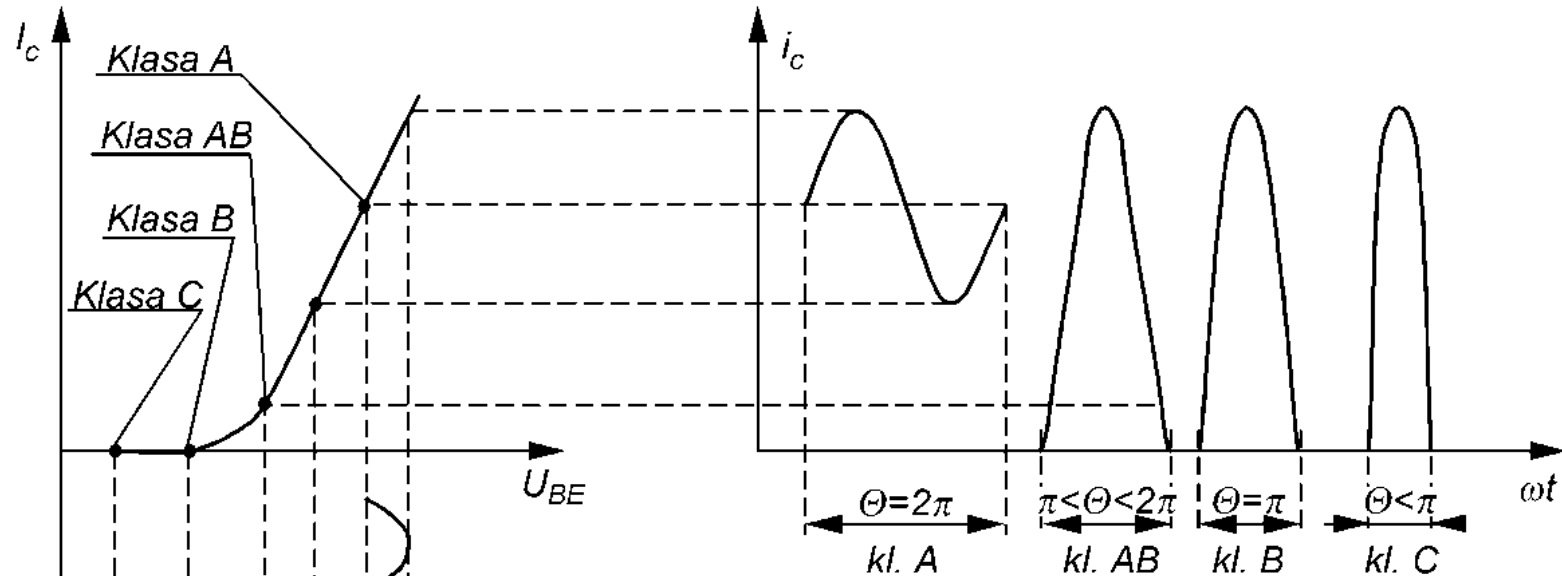
klasa A - gdy kąt przepływu $\Theta=360^\circ$

klasa B – gdy prąd płynie przez pół okresu tj. $\Theta=180^\circ$

klasa AB - gdy $180^\circ < \Theta < 360^\circ$

klasa C - gdy $\Theta < 180^\circ$

Klasy pracy tranzystora we wzmacniaczach mocy



Θ - kąt przepływu

klasa A - gdy kąt przepływu $\Theta = 360^\circ$

klasa B - gdy prąd płynie przez pół okresu tj. $\Theta = 180^\circ$

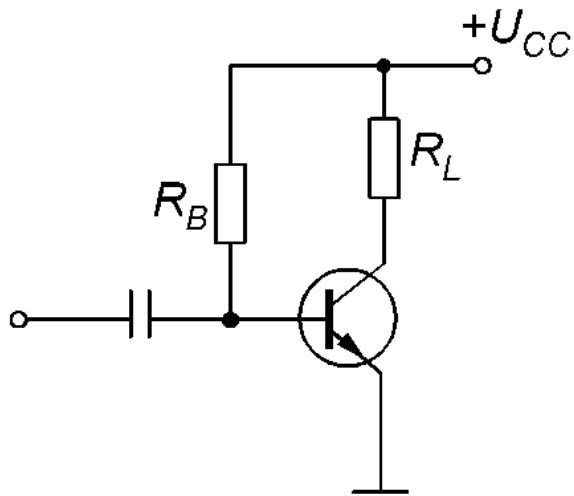
klasa AB - gdy $180^\circ < \Theta < 360^\circ$

klasa C - gdy $\Theta < 180^\circ$

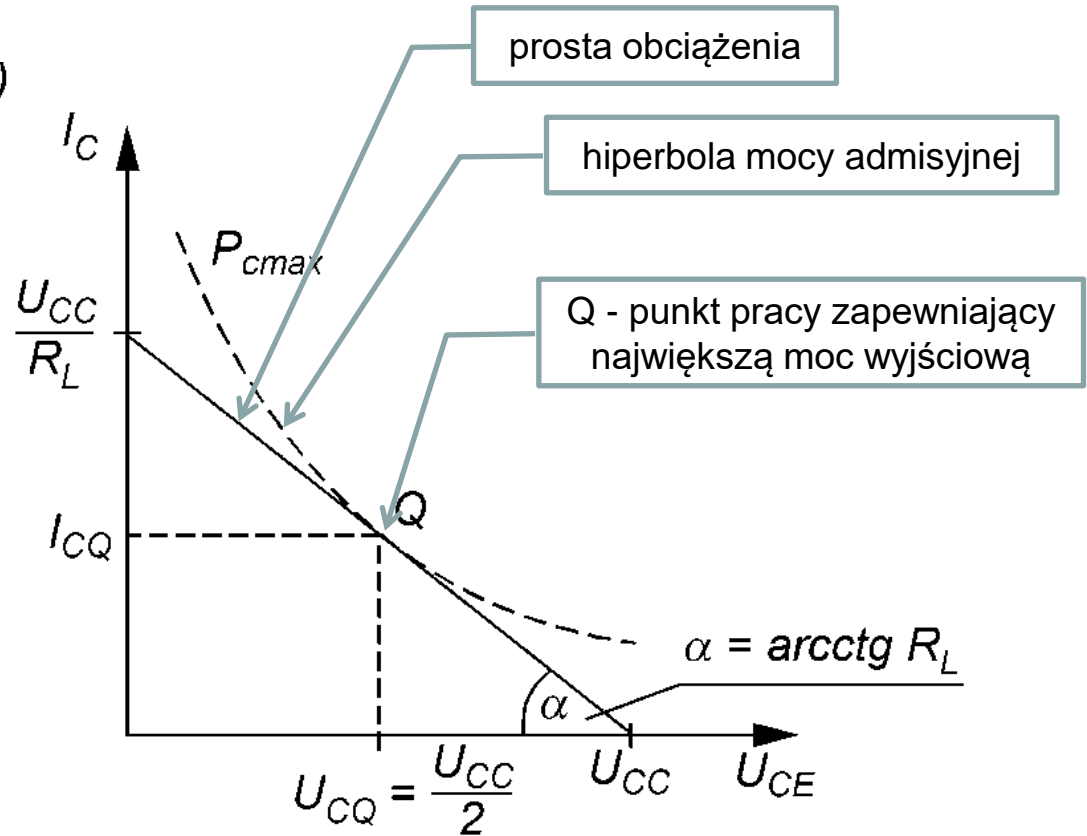
Wzmacniacze mocy klasy A

Wzmacniacz z obciążeniem rezystancyjnym

a)



b)



**Wzmacniacz klasy A z obciążeniem rezystancyjnym:
a) schemat, b) charakterystyka**

Wzmacniacze mocy klasy A

Wzmacniacz z obciążeniem rezystancyjnym

największa teoretyczna sprawność układu jest mała i wynosi 25%
(praktycznie nie przekracza 20%)

Zalety:

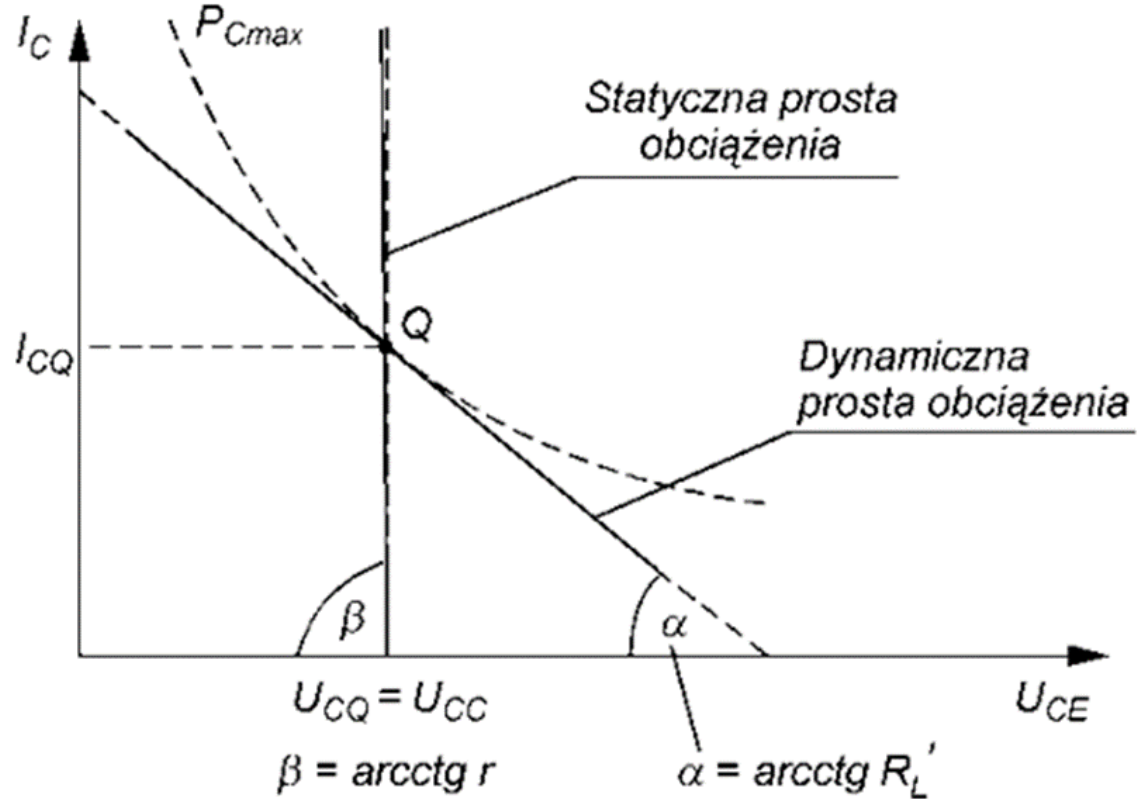
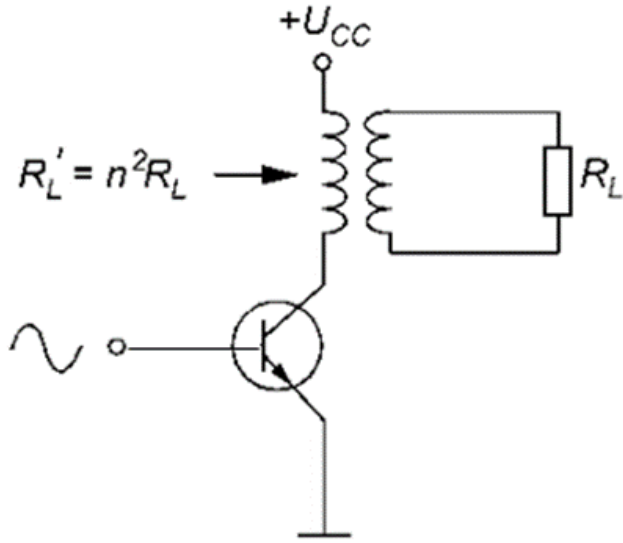
- ewidentna prostota

Wady:

- przy braku sygnału w tranzystorze i w obciążeniu tracona jest ta sama moc równa połowie mocy dostarczanej z zasilacza
- przepływ składowej stałej prądu przez obciążenie

Wzmacniacze mocy klasy A

Wzmacniacz z obciążeniem transformatorowym



r - rezystancja stałoprądowa
 (uzwojenia pierwotnego
 transformatora)

$R'_L = n^2 R_L$ - rezystancja zmiennoprądowa
 (widziana przez transformator)

n - przekładnia transformatora

Wzmacniacze mocy klasy A

Wzmacniacz z obciążeniem transformatorowym

W przypadku braku sygnału na obciążeniu R_L nie wydzielą się moc ponieważ nie przepływa tam składowa stała (separacja poprzez transformator).
Moc użyteczna jest jedyną mocą wydzielaną na obciążeniu.

większa sprawność - przy pełnym wysterowaniu wynosi: 50%

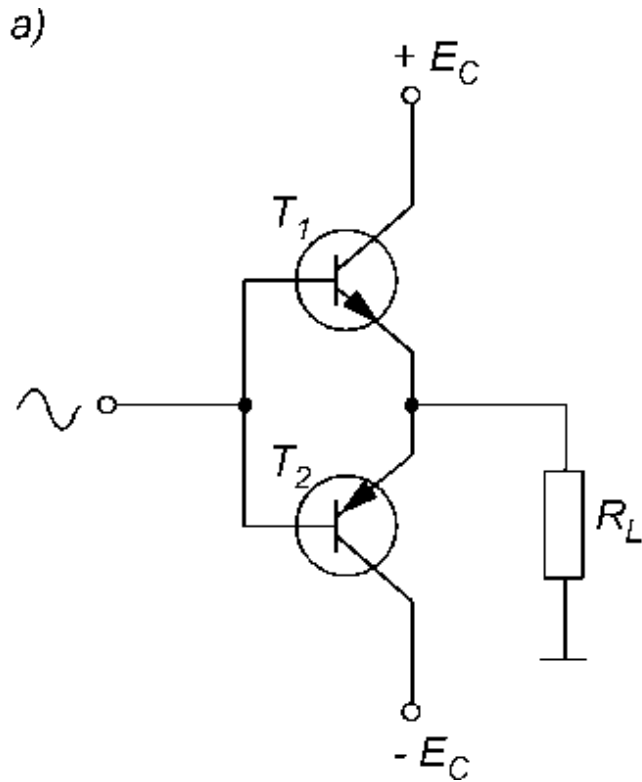
Wada

konieczność stosowania transformatora (transformator jest zwykle gabarytowo duży i ogranicza pasmo przenoszonych częstotliwości)

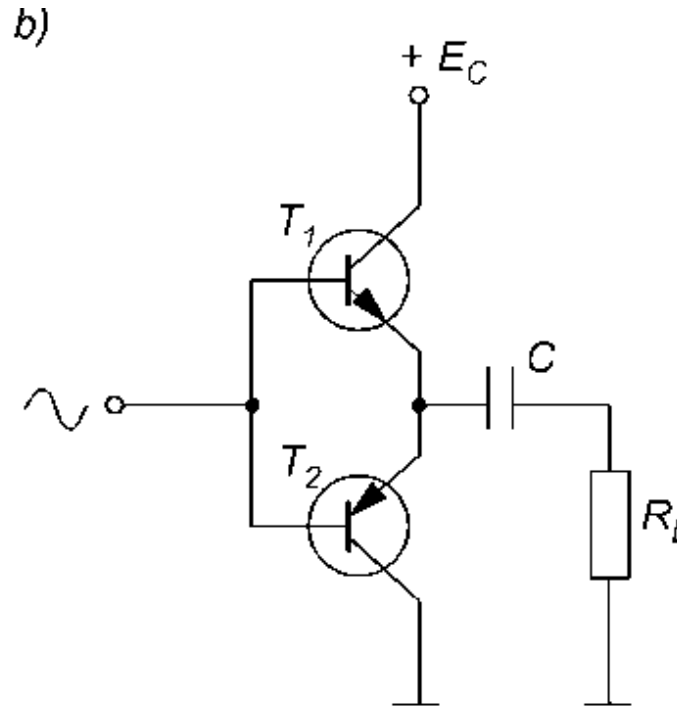
Zalety

dwukrotne powiększenie sprawności w stosunku do wzmacniacza z obciążeniem rezystancyjnym

Wzmacniacz mocy klasy B



a) zasilany z dwóch źródeł napięcia



b) zasilany jednego źródła

Wykorzystywana jest para tranzystorów komplementarnych.

Tranzystory komplementarne są to dwa tranzystory jeden p-n-p i drugi n-p-n, które różnią się jedynie typami przewodnictwa, a parametry elektryczne mają identyczne



Wzmacniacz mocy klasy B

zasilanie symetryczne

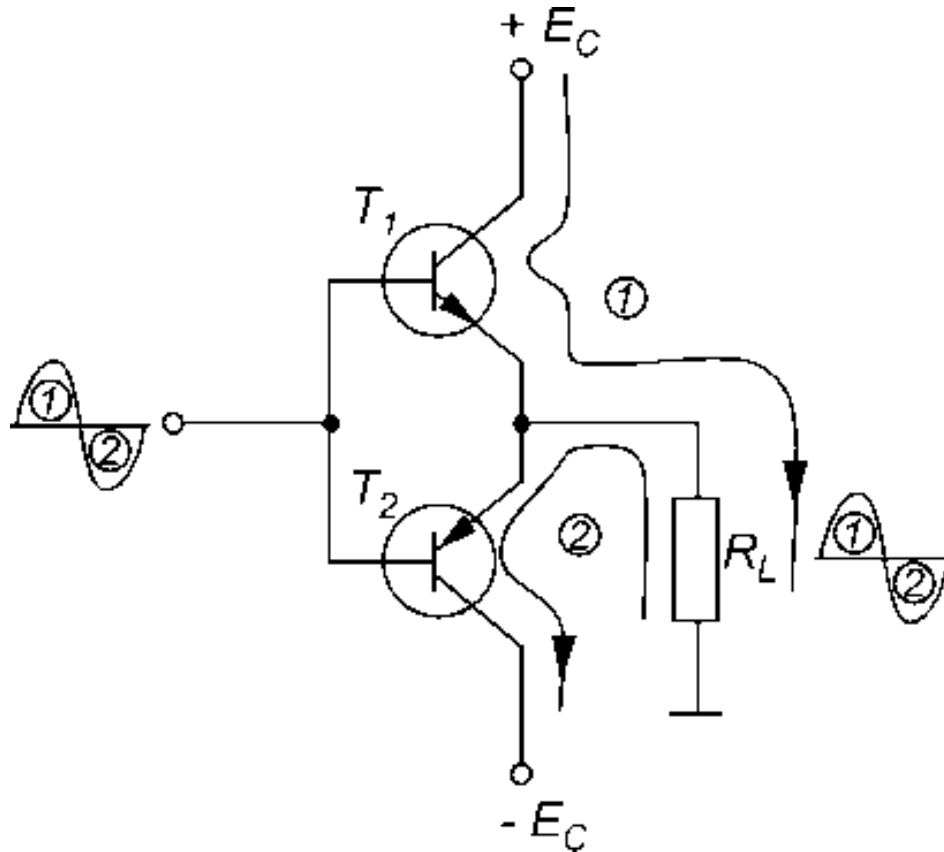
Przy braku sygnału prąd przez tranzystory T_1 i T_2 nie płynie prąd.

1. Gdy chwilowe napięcie sygnału jest dodatnie przewodzi tranzystor T_1 .

2. Gdy chwilowe napięcie sygnału jest ujemne przewodzi tranzystor T_2 .

Oba tranzystory nigdy nie przewodzą jednocześnie.

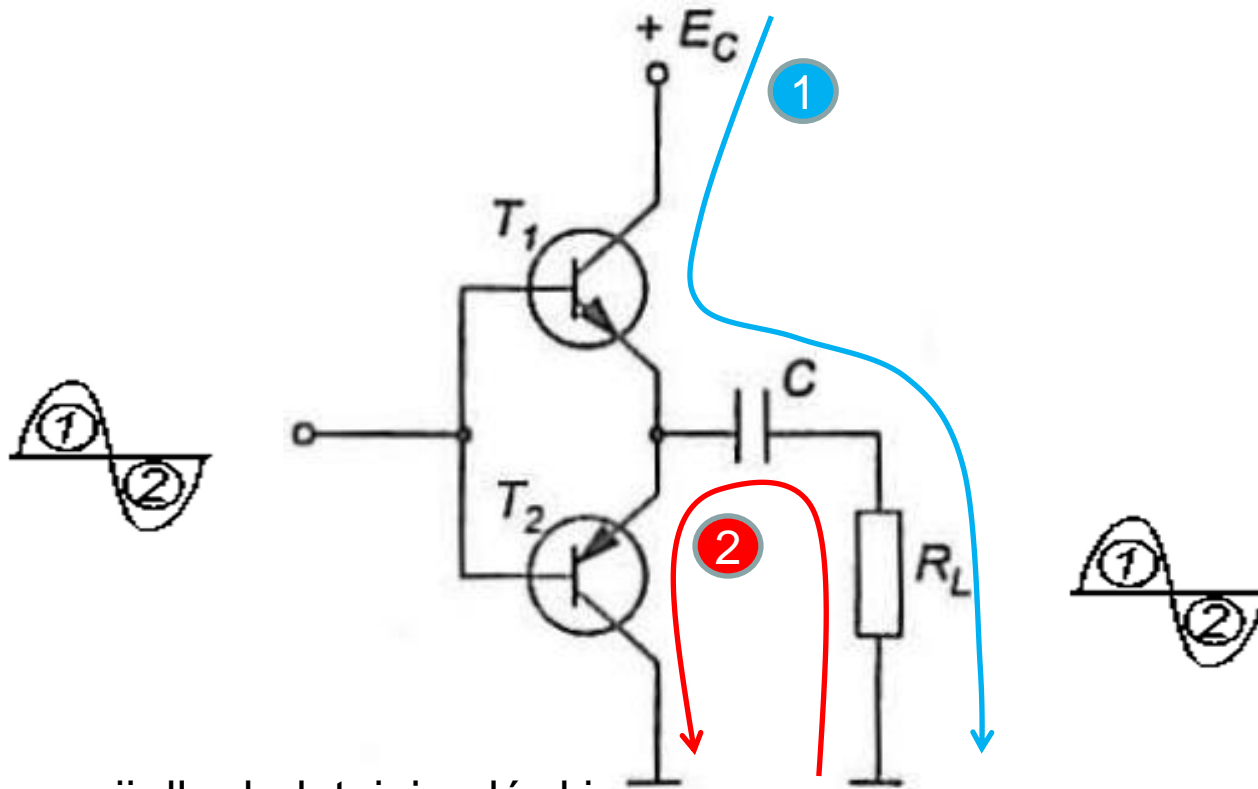
Tranzystory pracują w konfiguracji WC (wtórnik emiterowy) co zapewnia znaczne wzmocnienie prądowe.



teoretyczna sprawność dla wzmacniacza mocy klasy B wynosi 78%.

Wzmacniacz mocy klasy B

zasilanie niesymetryczne

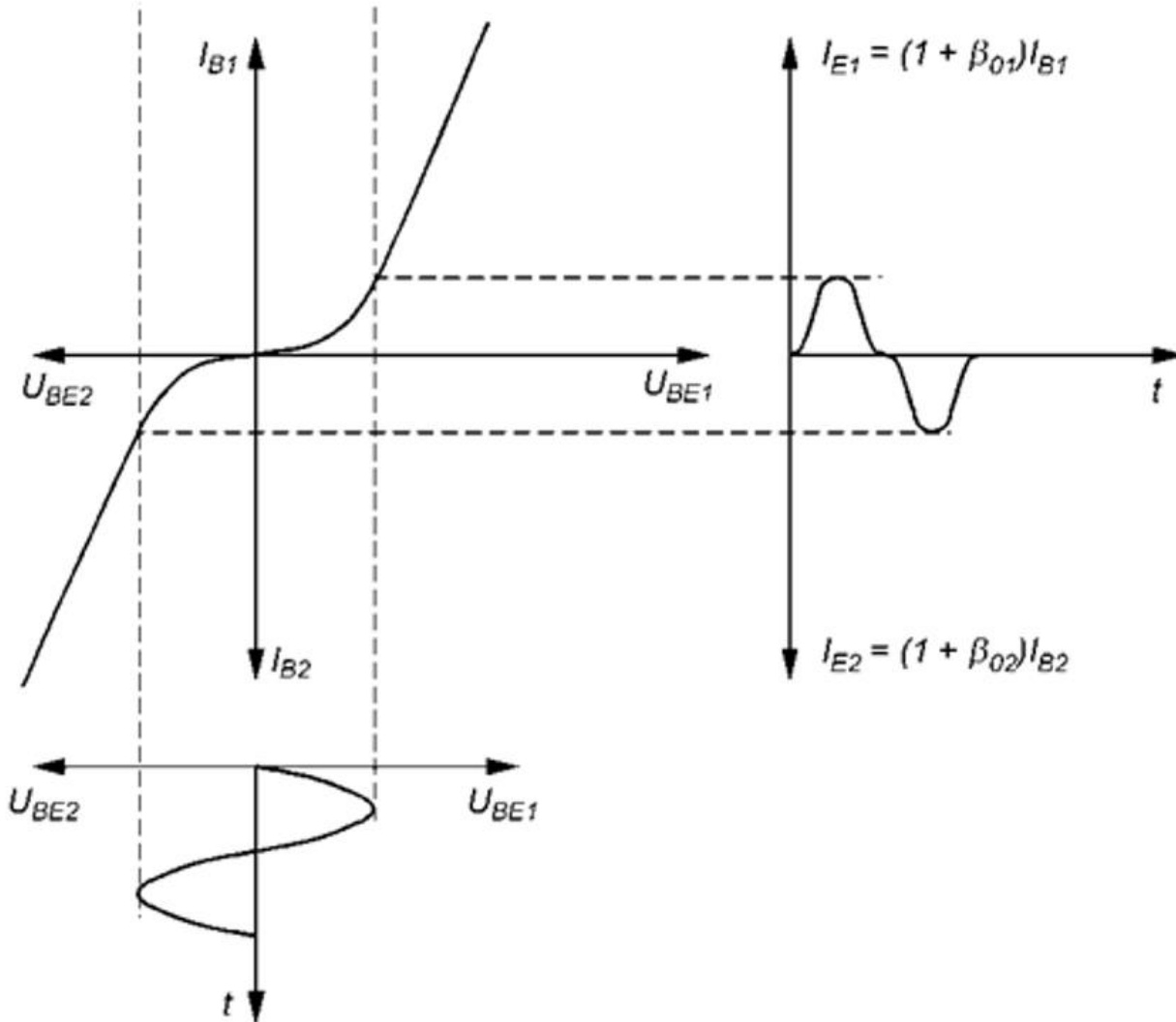


źródłem energii dla dodatniej połówki sygnału jest zasilacz $+E_C$, a dla ujemnej połówki źródłem jest ładunek zgromadzony na kondensatorze podczas trwania poprzedniej fazy pracy wzmacniacza

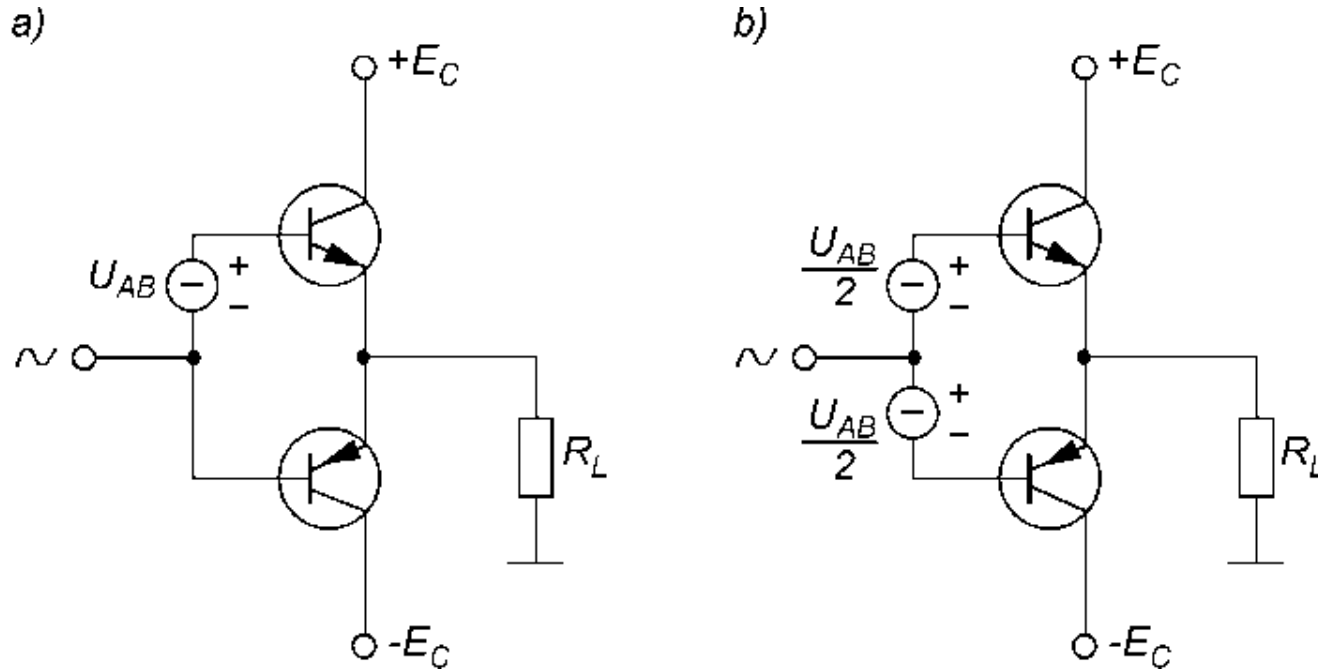
Wzmacniacz mocy klasy B

Wada wzmacniacze klasy B
zniekształcenia skrośne

Ujawniają się one przy
naprzemiennym przejmowaniu
pracy przez tranzystory T_1 i T_2 .
W zakresie małych napięć U_{BE}
charakterystyka tranzystora
jest silnie nieliniowa. Ponadto
dla wartości mniejszych niż ok.
0,5V prąd bazy jest pomijalnie
mały. Powoduje to silnie
zniekształcenie przebiegu
napięcia na obciążeniu dla
zakresu małych napięć
sygnału.



Wzmacniacz mocy klasy AB

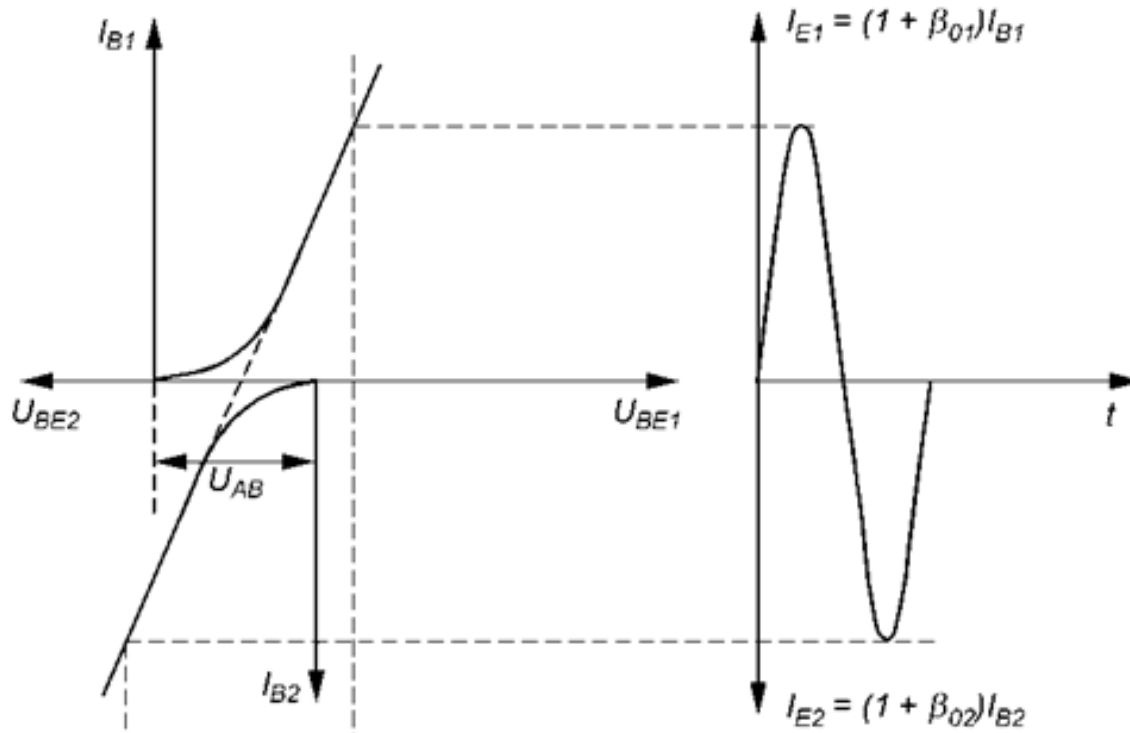


U_{AB} , $U_{AB}/2$ - napięcia polaryzacji wstępnej we wzmacniaczu klasy AB;

a) jedno źródło napięcia

b) dwa źródła napięcia

Wzmacniacz mocy klasy AB



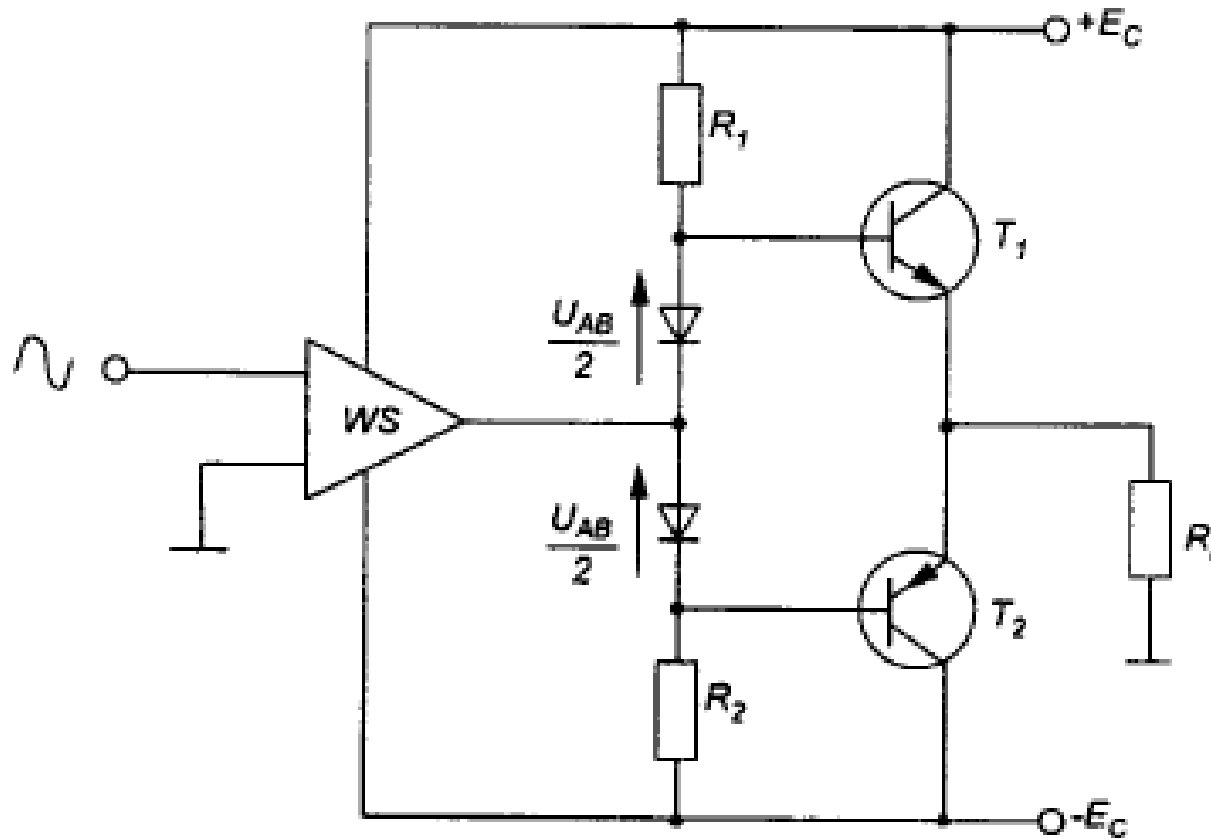
**efekt zastosowania polaryzacji wstępnej
eliminującej zniekształcenia skrośne**

Punkt pracy każdego z tranzystorów przesunięty powyżej silnego zagięcia charakterystyki wejściowej dla małych prądów

Przy małych sygnałach pracują obydwa tranzystory, przy czym różnica ich prądów linearyzuje charakterystykę.

Dla dużych sygnałów tranzystory pracują na zmianę.

Wzmacniacz mocy klasy AB



Wzmacniacz mocy klasy AB z układem sterowania (wzmacniacz sterujący WS) oraz diodami, których spadki napięć polaryzują wstępnie końcówkę mocy.

Aby otrzymać dużą moc wyjściową wzmacniacza trzeba stosować tranzystory o dużych wartościach współczynników wzmocnienia prądowego β .

W tym celu używa się często dwóch tranzystorów zestawianych w układzie Darlingtona.

Oba te tranzystory można traktować jako jeden o końcówkach zaznaczonych jak na rysunku.

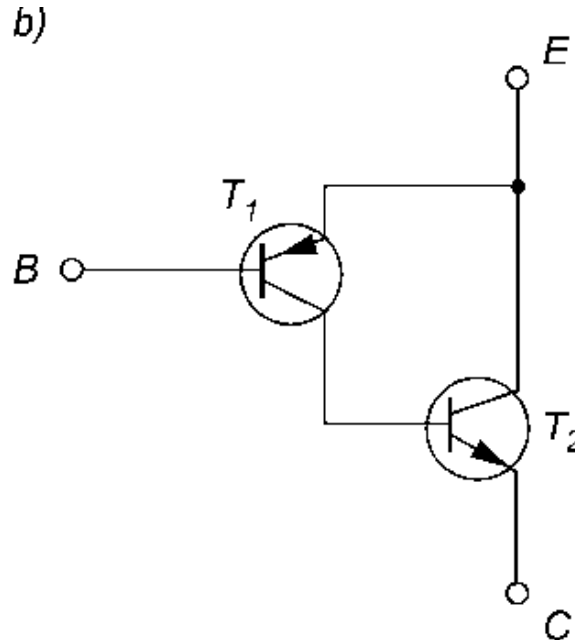
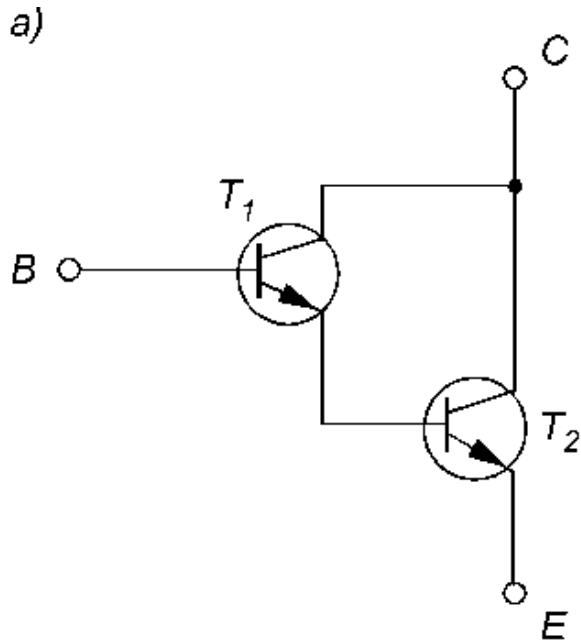
Współczynnik wzmocnienia prądowego w układzie Darlingtona wynosi:

$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2$$

gdzie:

β_1 - współczynnik wzmocnienia prądowego tranzystora T_1

β_2 - współczynnik wzmocnienia prądowego tranzystora T_2

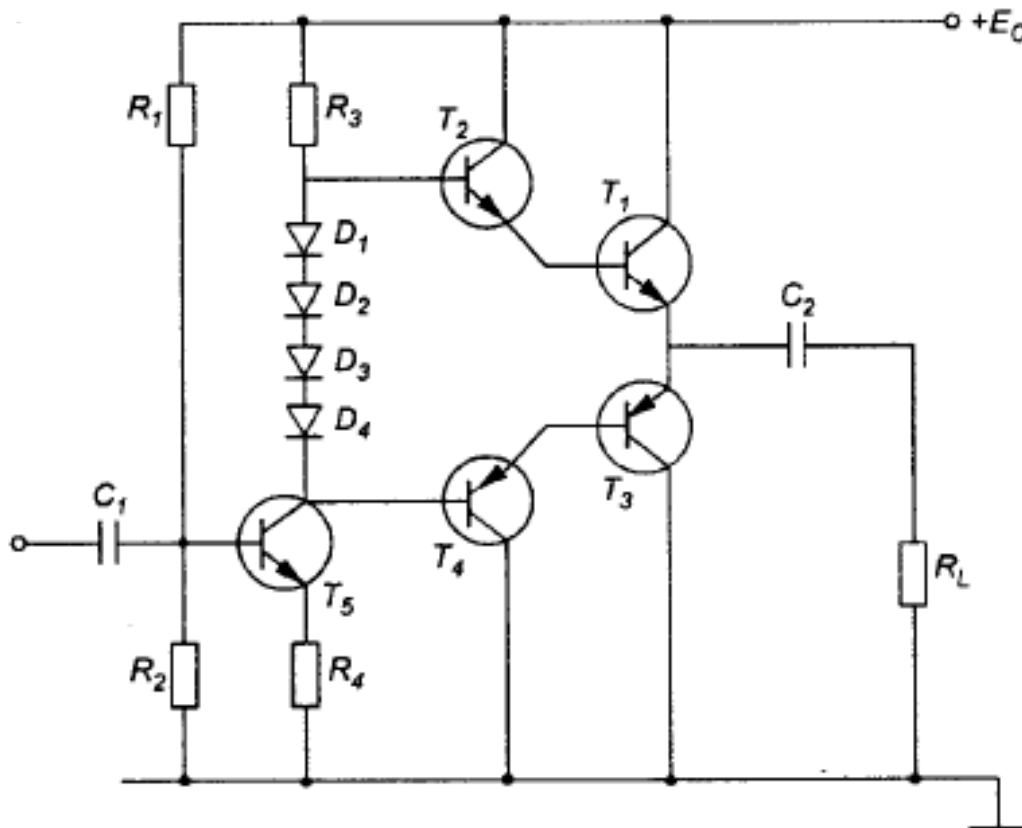


Układ Darlingtona;

a) z tranzystorami tego samego typu

b) z tranzystorami przeciwstawnymi

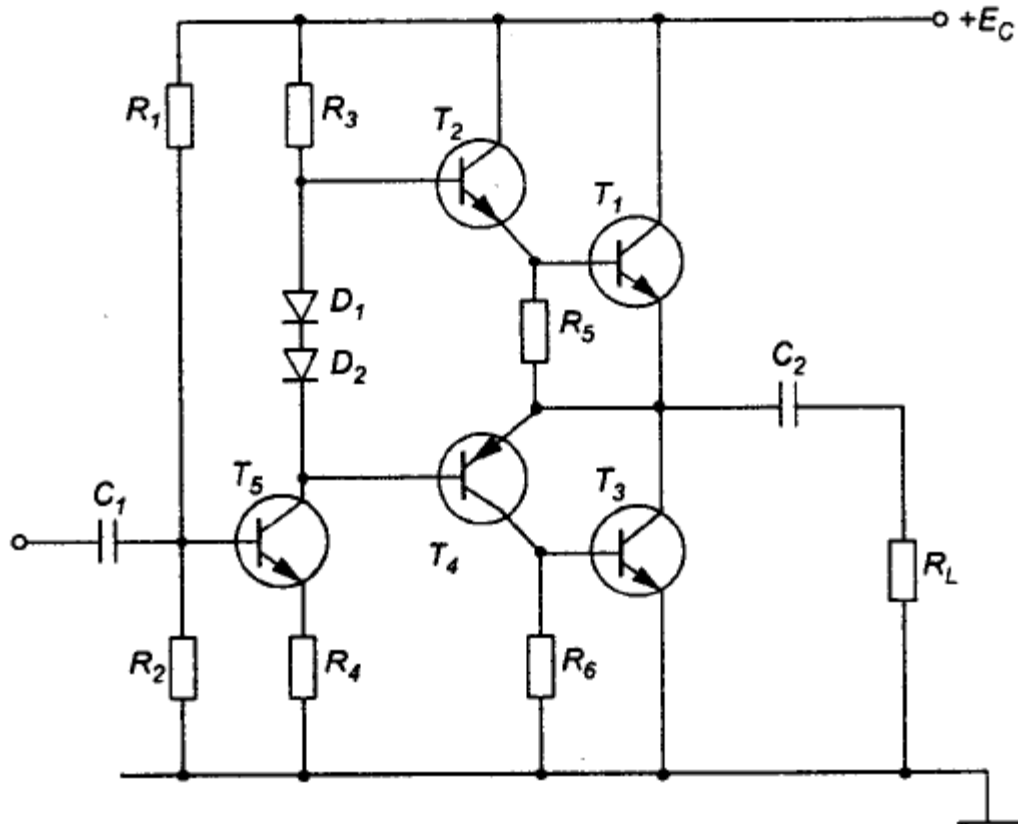
Wzmacniacz mocy klasy AB - realizacja układowa



C_1 – kondensator doprowadzający sygnał do wzmacniacza,
 T_5 - stopień sterujący,
 R_1, R_2 – potencjometryczne zasilanie bazy,
 R_4 – rezystor emiterowy,
 R_3 – rezystor kolektorowy,
 $D_1 D_2 D_3 D_4$ – polaryzacja wstępna wzmacniacza utrzymująca punkt pracy w klasie AB,
 $T_2 T_4$ i $T_1 T_3$ - dwie pary komplementarne
 C_2 – kondensator wyprowadzający wzmacniony sygnał na obciążenie R_L

Schemat wzmacniacza mocy klasy AB o symetrii komplementarnej

Wzmacniacz mocy klasy AB - realizacja układowa

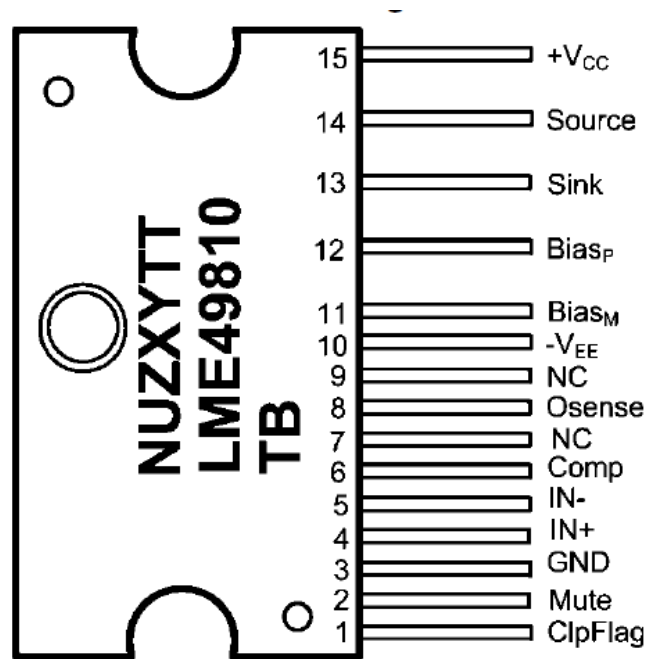


C₁ – kondensator doprowadzający sygnał do wzmacniacza,
T₅ - stopień sterujący,
R₁, R₂ – potencjometryczne zasilanie bazy,
R₄ – rezystor emiterowy,
R₃ – rezystor kolektorowy,
D₁ D₂ – polaryzacja wstępna wzmacniacza utrzymująca punkt pracy w klasie AB,
T₂ T₄ - para komplementarna
T₁ T₃ – para końcowa (tranzystory tego samego typu)
C₂ – kondensator wyprowadzający wzmacniony sygnał na obciążenie R_L

Schematy wzmacniacza mocy klasy AB o symetrii quasikomplementarnej

wykorzystanie scalonych sterowników we wzmacniaczach mocy

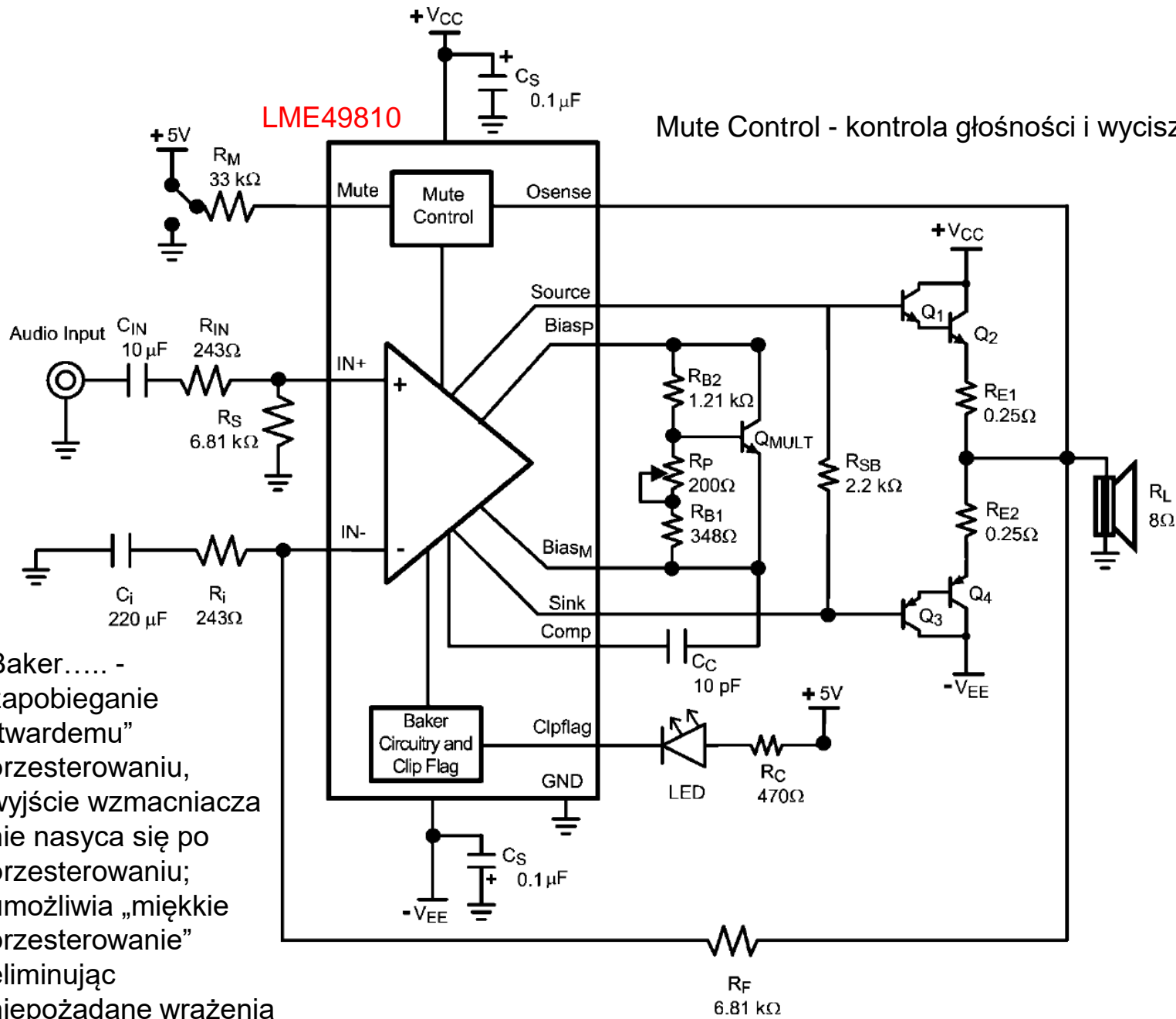
LME49810 to wysokiej jakości sterownik wzmacniacza mocy



Używając dyskretnego stopnia wyjściowego, LME49810 jest w stanie dostarczyć ponad 300 watów mocy wyjściowej przy obciążeniu 8 Ω .

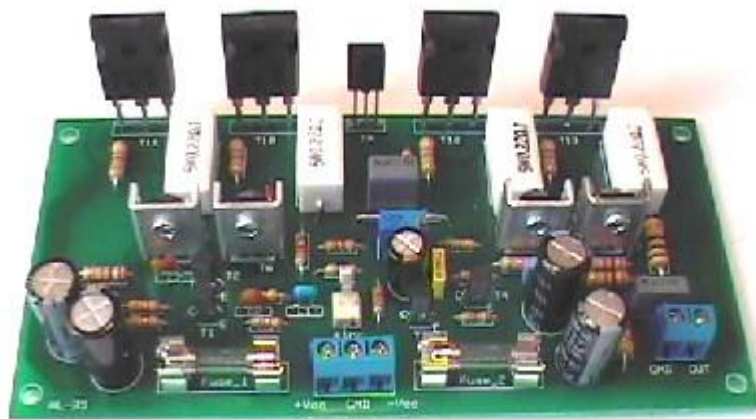
LME49810

Mute Control - kontrola głośności i wyciszenie



Baker..... -
zapobieganie „twardemu” przesterowaniu, wyjście wzmacniacza nie nasycy się po przesterowaniu; umożliwia „miękkie przesterowanie” eliminując niepożądane wrażenia dźwiękowe

11. Wzmacniacze mocy



KONIEC