

CAPÍTULO 23

AMPLIFICADORES DE ÁUDIO

Circuitos Amplificadores:

Quando dizemos circuitos amplificadores queremos trazer a tona todos os circuitos que “pegam” um sinal com uma determinada amplitude e a tornam maior.

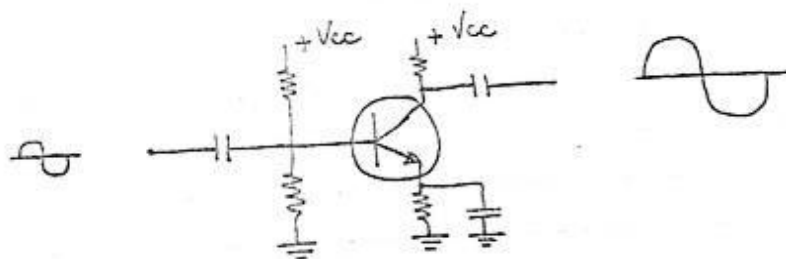
O Transistor como Amplificador:

Uma pessoa corrente injetada ou circulante pela base de um transistor criará uma corrente bem maior entre o coletor e o emissor do mesmo. O quanto esta corrente será maior depende de fatores intrínsecos ao transistor. Esses fatores ou essa capacidade de amplificação recebe o nome de Beta e é representada por β .

Concientes disto vamos a alguns tipos de amplificadores com transistores:

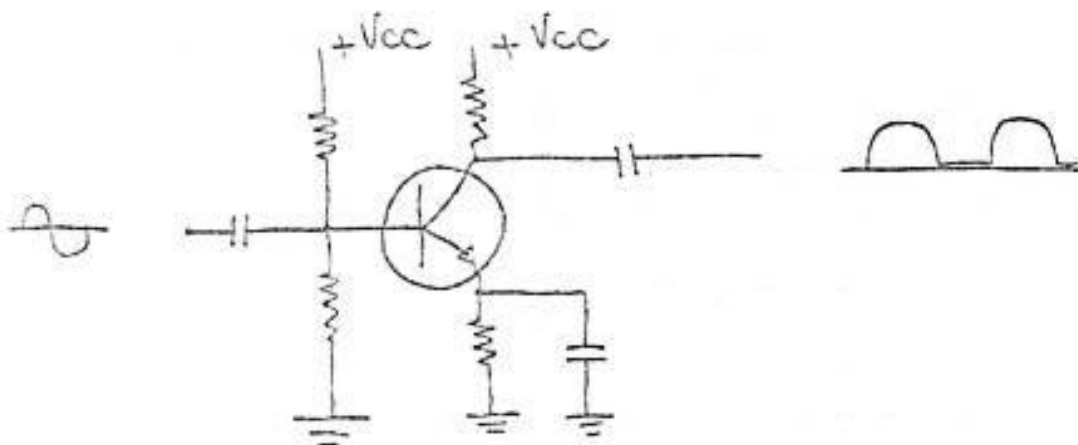
Amplificador Classe A:

Este tipo amplificará todo o sinal. Por exemplo, se “jogarmos” uma forma de onda senoidal em sua base teremos ela toda amplificada na saída.



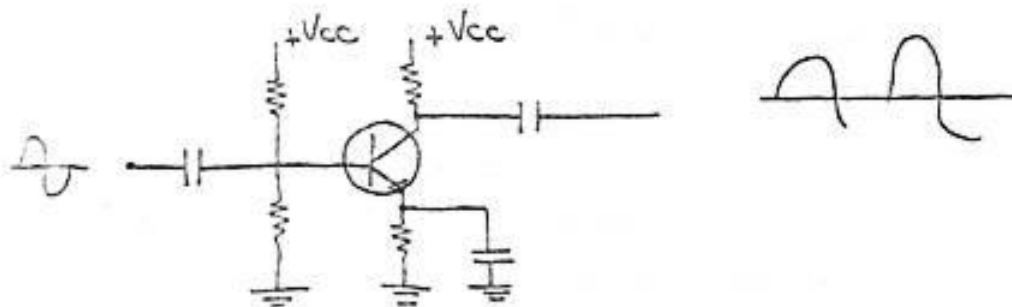
Amplificadores Classe B:

Este tipo amplificará apenas 180° do total da forma de onda ao contrário do classe A, que amplifica 360°.



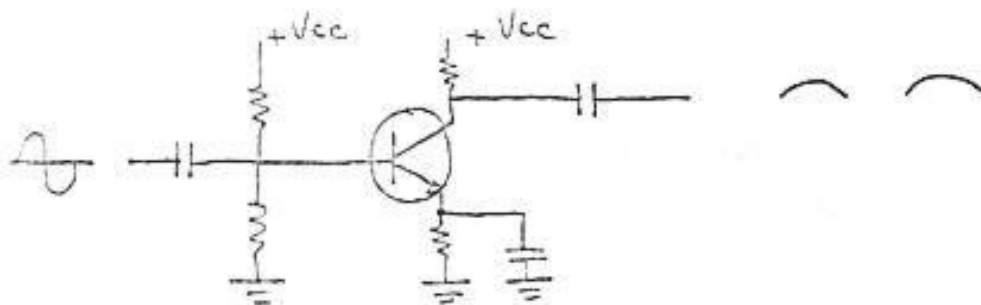
Amplificadores Classes AB:

Estes amplificam mais que 180° e menos que 360° .

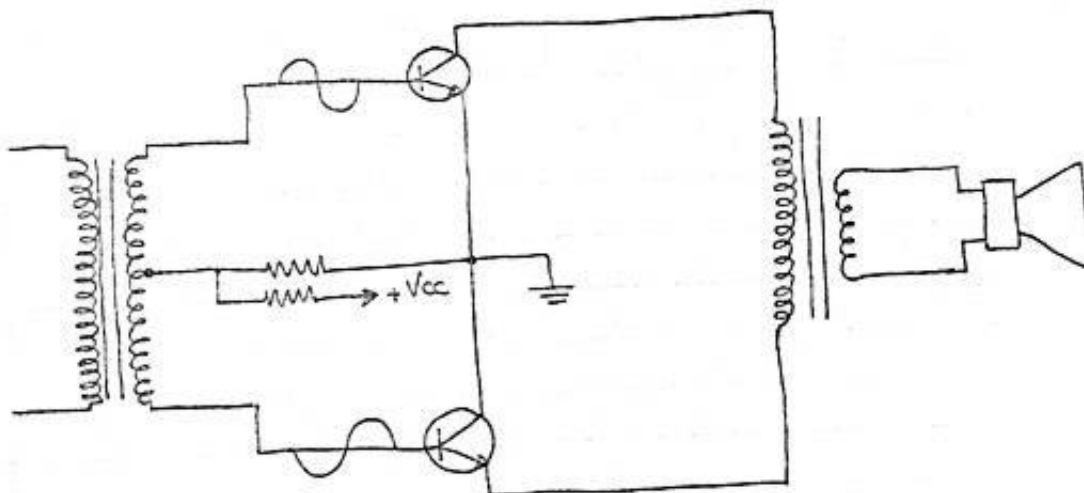


Amplificador Classe C:

Amplificam apenas parte do sinal, menos que 180° .



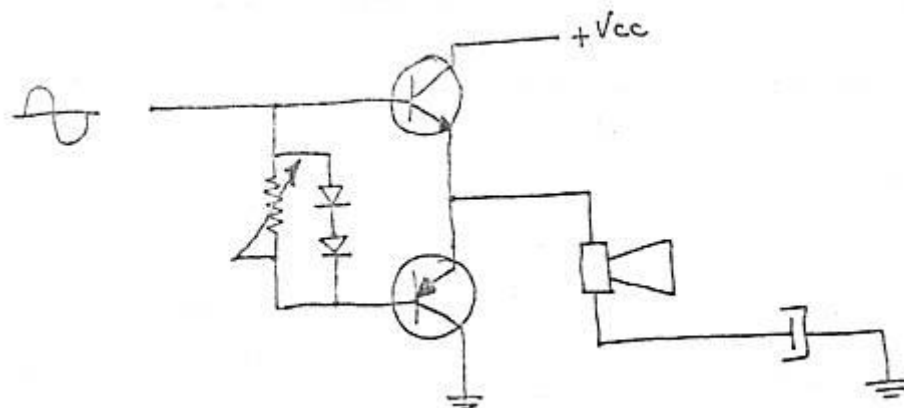
Existem circuitos Push-Pull que são amplificadores que amplificam todo o sinal a partir de 2 transistores operando classe B ou AB.



Quando um transistor estiver conduzindo, o outro estará cortado e vice-versa, desta forma todo o sinal será amplificado a partir da “meia” amplificação de cada transistor.

“Eles cortarão por receber um sinal de polaridade contrária na base”.

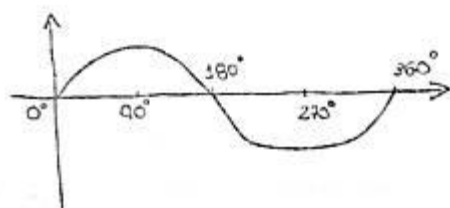
O circuito abaixo desenhado é conhecido como amplificador em simetria complementar e é sobre ele a nossa próxima exploração.



Quando um transistor conduzir, o outro estará cortado, isto devido a tensão contrária em sua base.

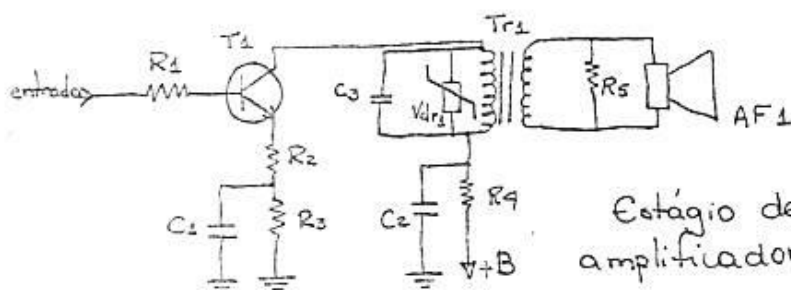
A diferença básica entre este e o push-pull está na ausência dos transformadores e na polaridade dos transistores. Enquanto o push-pull utiliza 2 transistores de mesma polaridade, no caso NPN, a simetria complementar utiliza um NPN e outro PNP.

Observação:



Em TV existem muitos tipos de circuitos amplificadores. Em alguns receptores encontramos, por exemplo, o circuito integrado como o LA4220.

Um exemplo de circuito, estágio, amplificador de áudio pode ser o seguinte:



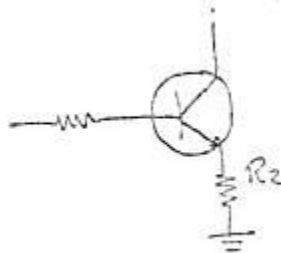
Estágio de potência de um amplificador de áudio.

Neste estágio de potência de saída de áudio o transistor T1 trabalha como amplificador em classe A, ou seja, amplifica todo o sinal.

A variação do sinal aplicado na base de T1 causará uma variação de corrente entre coletor e emissor de T1. Esta corrente, que também circula pelo enrolamento primário de Tr1, ao variar induzirá uma tensão no secundário de Tr1 e esta tensão se transformará em som ao ser aplicada no alto-falante (AF1).

O resistor R1 polariza a base de T1, limitando a corrente de base. R2 e R3 são os resistores de polarização do emissor. C2 é um capacitor de desacoplamento, cuja função é (devido a sua baixa X_c) curto-circuitar R3 para os sinais alternados presentes após R2.

Desta forma o circuito equivalente para o sinal alternado seria o seguinte:



R3 é colocado em curto por C1.

O transformador Tr1 faz o casamento de impedância entre o coletor do transistor e o auto-falante, transpondo assim, para o alto falante, toda a potência possível, com poucas perdas.

R4 é um resistor que limita a corrente de coletor.

C2 é um capacitor de filtro.

C3 junto com o VDR (Vdr1) fazem o amortecimento do primário do transformador. É importante ressaltar que chamamos de amortecimento a atenuação de picos de tensão que podem aparecer em um indutor devido a variação brusca de circulação de corrente sobre o mesmo.

Um VDR (resistor dependente da tensão) é um componente que ao perceber um pico de tensão altera sua resistência de um valor muito alto, onde não há condução de corrente para um valor baixo onde a condução de corrente inicia, suprimindo assim os picos de tensão e impedindo-os de comprometer o funcionamento dos outros componentes do circuito.

A curva de um VDR ou varistor é dada pelo gráfico.

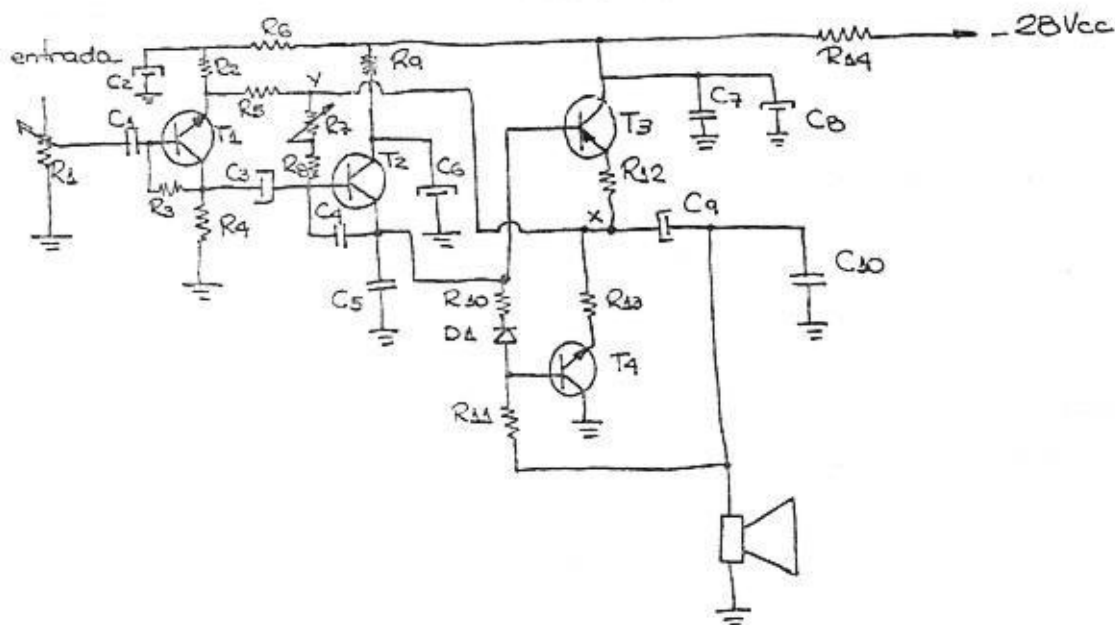


Podemos perceber pelo gráfico que a partir de um determinado valor de tensão aplicado sobre a VDR, independente da polaridade, ele começa a conduzir. A este “determinado valor de tensão” damos o nome de: Máxima tensão permitida.

No caso do amplificador estudado, se um pico de tensão aparecer no primário de Tr1, o VDR estará dimensionado para conduzir e assim atenuar este pico de tensão que poderia estragar o transistor T1, ou mesmo passar para a linha de alimentação e estragar outro componente qualquer.

C3, participa do amortecimento colocando oscilações, que possam aparecer no enrolamento primário de Tr1, devido a rápida condução de Vdr1, em curto. Desta forma ele as elimina.

A entrada deste estágio de potência pode ser ligado a um pré-amplificador transistorizado ou mesmo a um circuito integrado.



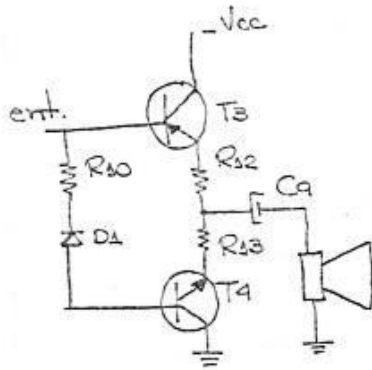
O circuito acima é um outro exemplo de amplificador de áudio. Este tipo de circuito recebe o nome de saída em par complementar, visto que T3 e T4 são transistores idênticos somente variando a polaridade, um é PNP e o outro NPN.

Quando o sinal presente na entrada poderá ter sua intensidade variada de acordo com a posição do potenciômetro de volume R1.

C1 acopla o sinal de áudio, presente no cursor de R1, a base de T1. Este transistor pré-amplificará o sinal de áudio e sua polarização em DC será conseguida através de R2, R3, R4 e R5. Depois de pré-amplificado o sinal de áudio chegará a base de T2 passando pelo capacitor C3. T2 tem a função de acoplar perfeitamente o sinal de áudio em T3 e T4. Sua polarização em DC será feita por R7, R8, R9 e o próprio estágio de saída (caso contrário não haveria circulação de corrente contínua por T2, pois o coletor dele está ligado ao terra por um capacitor). O trimpot R7 define o ponto de trabalho de T2 e o ganho do circuito. O capacitor C4 elimina a capacitância na junção base-coletor de T2 e C5 trabalha como filtro.

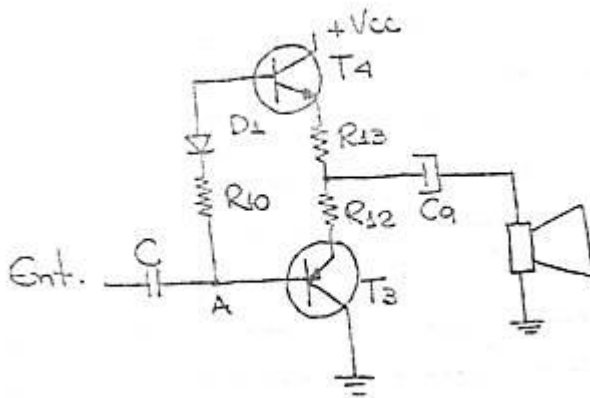
Os capacitores eletrolíticos C2 e C6 atuam como filtros e estão ligados na linha de alimentação. O resistor R6 ocasionará uma ddp aplicando assim sobre o estágio pré-amplificador (T1, R22, R3, R4 e C1) uma tensão menor que a presente no coletor de T3.

O estágio de potência, formado por T3 e T4 funcionará da seguinte forma:

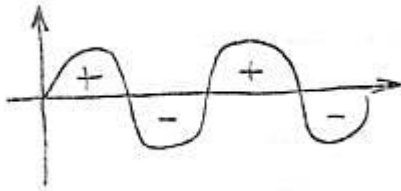


O circuito será representado de uma forma mais simples para facilitar a compreensão.

Para facilitar nosso raciocínio, alterando a referência, iremos considerar $-V_{cc}$ como terra e o terra como $+V_{cc}$. Isto pode ser feito pois ainda mantemos a polarização correta dos transistores.

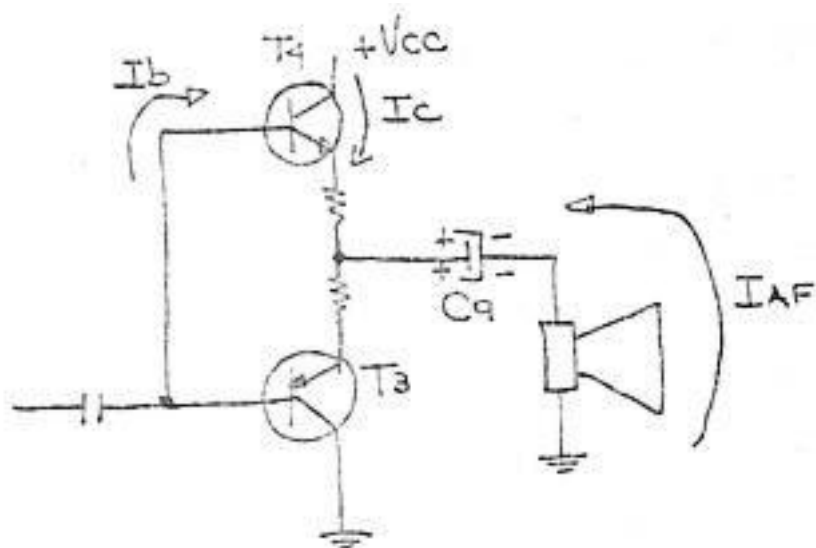


Supondo-se que um sinal alternado seja aplicado através de C e esteja presente no ponto A acontecerá o seguinte:

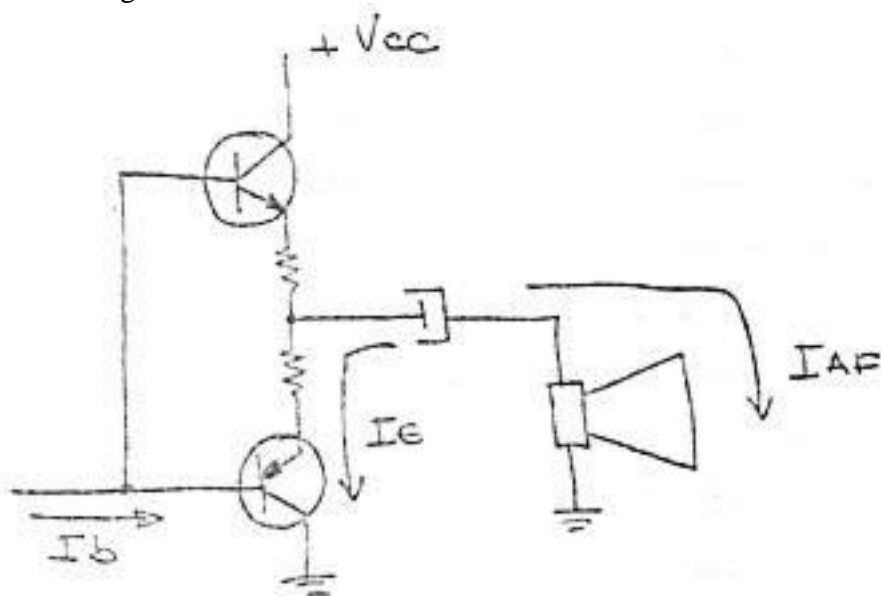


No semi-ciclo positivo o transistor T4 conduzirá devido ao fato de ele ser NPN e o transistor T3 estará cortado pois ele é PNP.

Quando T4 conduz o capacitor C9 se carrega com a seguinte polaridade.



Para que sua carga aconteça existe uma circulação de corrente pelo alto-falante (IAF). No semi-ciclo negativo T4 corta e T3 conduz, a corrente que circula pelo circuito, agora será a seguinte:



Podemos perceber que neste semi-ciclo a corrente que circulará pelo auto-falante terá sentido contrário ao anterior, desta forma teremos no alto-falante a informação alternada que corresponde ao áudio.

O mesmo princípio é utilizado no circuito completo. Nele os resistores R12 e R13 limitam a corrente circulante entre coletor e emissor de T3 e T4.

R10 e D1, atuam de forma a fazer o circuito trabalhar em classe AB (eles fazem isto polarizando os transistores corretamente) e, além disso, D1 faz a estabilização térmica do circuito (impedindo que o calor proveniente da dissipação de potência em T3 e T4 aumente suas correntes entre coletor e emissor queimando-as) é importante perceber que D1 deve ficar junto ao dissipador de T3 e T4.

CAPÍTULO 23: Amplificadores de Áudio

C9 faz o acoplamento entre a saída e o alto-falante e pode ter seu valor definido pela seguinte expressão:

$$C = \frac{1}{2\pi f \text{ mínima } X_c} \quad \text{onde} \quad X_c = \frac{R_l (\text{impedância do AF})}{10}$$

C8 trabalha como filtro eliminando o ripple da linha de alimentação.

C7 e C10 eliminam transientes (ruídos) do local onde estão ligados.

A ligação entre X e Y e o resistor R11 fornecem realimentação ao circuito para torná-lo mais estável.