

放大器类型

作者: ADI公司
Hank Zumbahlen

引言

运算放大器(简称“运放”)通过输出级的类型加以区分。本小型指南是一系列分立电路指南之一。

区分放大器的其中一种方式是通过其输出级的类型。这种分类由输出器件接通的输出周期百分比决定。基本考量是失真与功率的关系。

基本分类为A、B、C和D类。D类是一种完全不同的概念,因此本指南中不做详细介绍(将会为D类放大器单独制作一份小型指南)。D类放大器采用开关模式电路。输出器件可以饱和(接通)或截止(断开)。这在概念上与开关模式电源类似。

有些放大器采用D类输出构建而成。D类放大器效率非常高。在必须提供较大的输出电流且担心芯片功耗问题的应用中,这点尤其具有吸引力。很多消费电子应用中的扬声器驱动器就是该类放大器的一个例子。由于输出驱动器自身的功耗极小且多数电流都输送至负载,因此D类在电池供电电路中也颇受欢迎。事实上,那是这类放大器的主要属性。D类的主要缺点是必须应对高频杂散辐射。

可能还会遇到一些其它分类,但那些都非常少见。这类放大器往往与以某种方式改变电源电平来最大程度地降低功耗有关。本指南不讨论这些类型。

C类放大器有时会应用于RF电路,但大部分时候不会在运算放大器电路中使用。因此,就剩下A类和B类。

最简单的配置为A类。在该类放大器中,输出器件会进行偏置,使其在整个输出波形周期一直接通。这样可以使失真降至最低。不过,缺点是输出器件上会产生功耗。A类放大器从电源获取的功率是恒定的。未输送给负载的功率消耗在输出器件上。

基本的A类输出如图1所示。上方器件(Q1)为输出驱动器。它在整个输出周期内均接通。下方器件(Q2)只是一个恒流负载。空闲电流设置为大于预期将输出给负载(R_{LOAD})的电流。

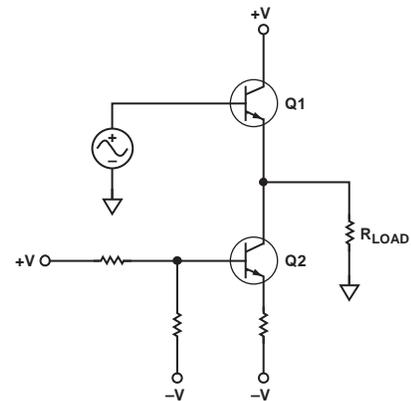


图1. A类输出级

从A类放大器的负载线路(见图2)可以看出,偏置点经过设置,使得输出器件在整个周期内接通。

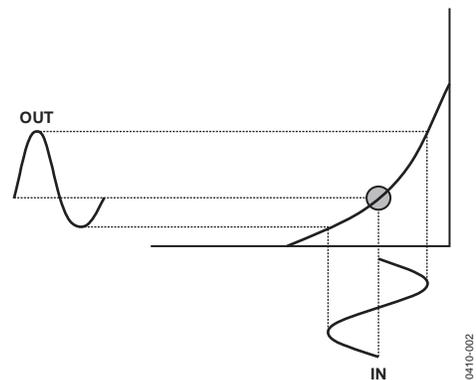


图2. A类负载线路

在B类输出级中,输出器件均经过偏置,使得各器件在整个周期内接通。这意味着,这种配置必然是一种推挽配置。这样的优势是可以极大降低输出器件的功耗。只有输出给负载的电流才会通过输出器件。这使得B类输出远比其他几类输出更为适合单芯片运算放大器。输出产生的热量会导致输入级出现漂移。

图3所示为B类输出级。Q1在周期的正值部分接通，Q2则在周期的负值部分接通。二极管补偿输出器件 V_{BE} 的压降。

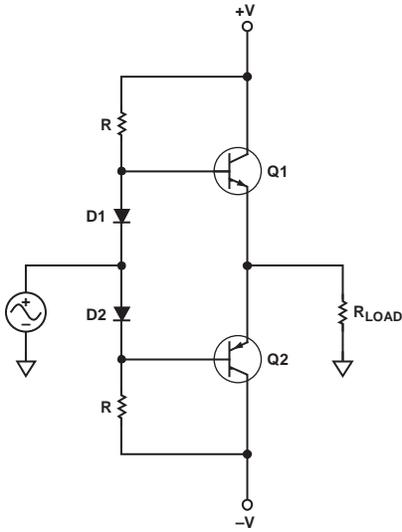


图3. B类输出级

B类放大器的负载线路如图4所示。注意，偏置点位于负载线路下方，表示器件(本例中为上方器件)靠近截止。

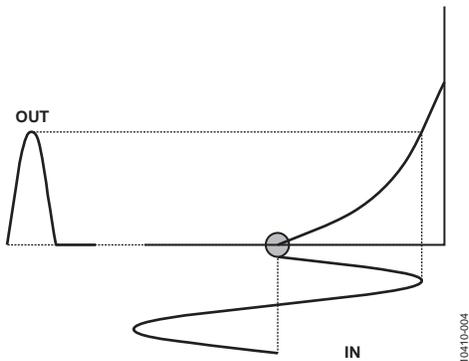


图4. B类负载线路

B类输出最大的问题是中心附近的小部分输出，此时器件均断开。这会导致出现一种称为“交越陷波”的现象。这是一个非常严重的问题，尤其是在音频应用中，因为最大失真点出现在最小信号点处。交越失真如图5所示。

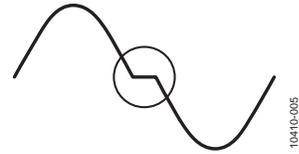


图5. 交越失真

交越陷波问题可以通过将输出级更多地偏置到线性范围来进行补偿。这样会使两个器件在输出周期的一部分时间内接通。如图6所示，B类输出级中的二极管被替换为电压源。调高这些源的电压可以使其对应器件在输出周期的更多时间内接通。这样可以减少交越陷波。不利的一面是输出级功耗会增加。

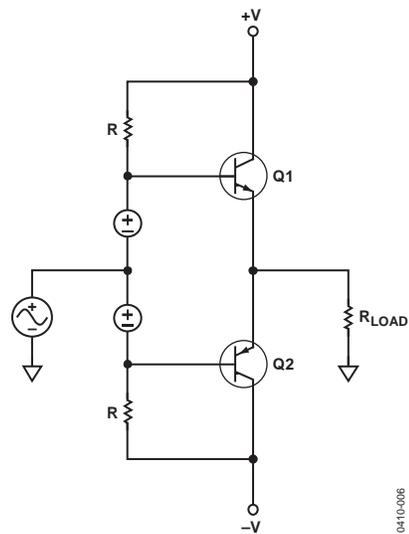


图6. AB类输出

从负载线路(见图7)可以看出, 偏置点向上偏移, 而远离截止。

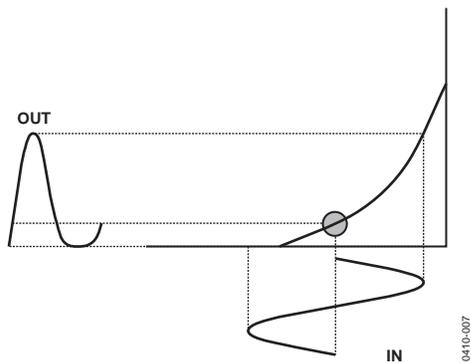


图7. AB类负载线路

有时还会看到AB类以及进一步细分成AB1和AB2类等。这些称谓与偏置点在曲线上的上移距离有关。

此处所示原理图仅供示例。实际电路可能会有所不同。例如, 轨到轨输出级往往会将输出器件从发射极跟随器(共集电极)变成共发射极。

虽然单芯片运算放大器中通常无法更改输出器件的偏置点, 但有一些外部电路可以修改输出类。

修订历史

2012年2月—修订版0: 初始版