

在双线式麦克风电路中使用MEMS麦克风

作者: Jerad Lewis

简介

如今MEMS麦克风正逐渐取代音频电路中的驻极体电容麦克风(ECM)。ECM和MEMS这两种麦克风的原理相同,但各自和系统其余部分之间的连接却不一样。本应用笔记将会介绍这些区别,并根据一个简单的基于MEMS麦克风的替换电路提供设计详情。

音频电路的ECM连接

ECM有两根信号引线:输出和接地。麦克风通过输出引线上的直流偏置实现偏置。这种偏置通常通过偏置电阻提供,而且麦克风输出和前置放大器输入之间的信号会经过交流耦合。

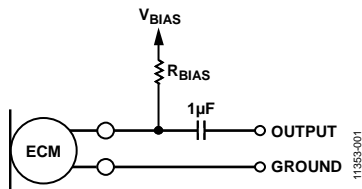


图1. ECM电路连接

ECM的常见用例是在手机上连接的耳机中用作内联式语音麦克风。这种情况下,耳机和手机之间的连接器有四个引脚:左侧音频输出、右侧音频输出、麦克风信号以及接地。在这种设计中,ECM的输出信号和直流偏置电压在同一信号线路中传输。偏置电压源通常约为2.2 V。

MEMS麦克风区别

模拟MEMS麦克风的信号引脚上不使用输入偏置电压。但是,它是一种三端器件,有不同的引脚分别用于电源、接地和输出。 V_{DD} 引脚的供电电压一般为1.8至3.3 V。MEMS麦克风的信号输出通过直流电压实现偏置,一般等于或接近0.8 V。在设计中,该输出信号通常会经过交流耦合。

相对于ECM,使用MEMS麦克风的关键优势在于它的电源抑制(PSR)性能更强。MEMS麦克风的PSR通常至少为70 dBV,ECM却根本没有电源抑制能力,因为偏置电压直接通过电阻连接至麦克风。

用MEMS麦克风取代ECM时需要进行的电路更改

对于原本围绕ECM设计的系统,改用MEMS麦克风时面临的基本难题是,电源和麦克风输出没有单独的信号,例如使用耳机式麦克风时。如果对电路进行一些小的更改,就可以在此类设计中使用MEMS麦克风。首先,必须将信号链中直流偏置提供的下游信号与麦克风的输出信号隔离。其次,必须将此直流偏置用于为MEMS麦克风供电,而且不能让麦克风的输出信号干扰电源。直流偏置的隔离可通过交流耦合电容实现, MEMS麦克风的电源可通过仔细设计的电路提供,该电路充当分压器和低通滤波器。以下设计中使用了ADMP504 MEMS麦克风作为示例。其中用到了一个2.2 kΩ偏置电阻。

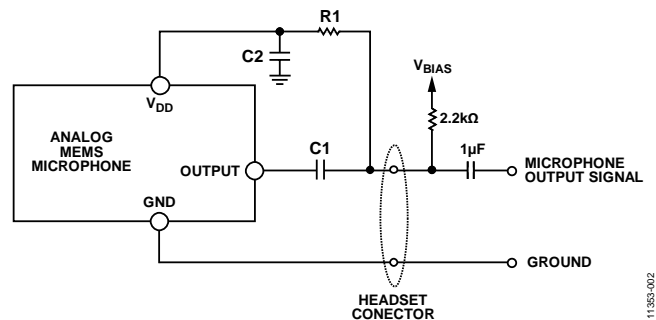


图2. 将一根线用于电源和输出信号的MEMS麦克风

图2显示了一个实现上述功能的设计示例。在耳机的设计中,耳机连接器左侧的电路部分将会在实际耳机中,2.2 kΩ偏置电阻和1 μF交流耦合电容则在源设备(例如智能手机)中。

电阻 R_1 和 $R_{\text{偏置}}$ 形成分压器, MEMS麦克风将 $V_{\text{偏置}}$ 电压降至 V_{DD} 引脚的供电电压。根据 $V_{\text{偏置}}$ 、 $R_{\text{偏置}}$ 和所需 V_{DD} 电压的值,电阻 R_1 可能需要非常小,如下例所示。要计算所需的串联电阻($R_{\text{偏置}} + R_1$),可将麦克风建模为一个电阻,将有固定电流从中流过。 $V_{DD} = 1.8 \text{ V}$ 时, ADMP504的典型供电电流为180 μA。根据欧姆定律, V_{DD} 上的电压为1.8 V时,该麦克风可建模为一个10 kΩ的电阻。要求解合适的电阻 R_1 值,所用的分压器公式为:

$$[\text{麦克风 } V_{DD}] = [\text{偏置电压}] \times (10 \text{ k}\Omega / (10 \text{ k}\Omega + R_1 + R_{\text{偏置}}))$$

AN-1181

根据此公式可以算出，一个2.2 kΩ的 $R_{\text{偏置}}$ 电阻和一个499 Ω的R1电阻会从2.2 V偏置电压分出1.73 V到麦克风的 V_{DD} 上。在选择R1值时，需要进行权衡取舍；如下所示，此值太大会导致 V_{DD} 过小，但为了防止C2过大，又不能让其值太小。

图3显示了该分压器的两种不同模型。左侧，ADMP504麦克风建模为180 μA电流源；右侧，麦克风则建模为具有1.8 V V_{DD} 的10 kΩ电阻。

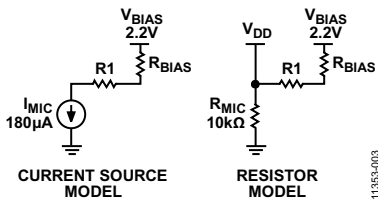


图3. 分压器模型

电容C2和电阻R1形成低通滤波器，用于对电压供电信号中输出的麦克风音频进行滤波。这种滤波器转折频率应该远低于麦克风本身的滤波器较低转折频率。将低通滤波器设计为至少低于麦克风较低转折频率的两个倍频程，这会是一个好的开端。对于ADMP504，此转折频率为100 Hz。10 μF的电容和499 Ω的R1电阻可实现转折频率为31 Hz的滤波器。较大的电容或电阻会进一步降低此转折频率，但是该滤波器的电阻大小必须与它对分压器的贡献保持平衡，其中，分压器会向麦克风提供 V_{DD} 。低通滤波器的-3 dB点的计算公式如下

$$f_{-3\text{ dB}} = 1/(2\pi \times R1 \times C2)$$

其中：
R1为分压器中的电阻。
C2为低通滤波器电容。

电容C1对麦克风输出进行交流耦合，这样它的偏置输出就会与通过手机提供的麦克风偏置电压隔离。在给定的 V_{DD} 条件下，凭借 $R_{\text{偏置}}$ 、R1和麦克风的等效电阻，该电容还会形成高通滤波器。计算高通滤波器转折频率时要考虑的总

电阻为与 $R_{\text{偏置}}$ 并联的 R_{MIC} 和R1的串联电阻。此电阻的计算公式为 $R_{\text{总}} = ((R_{\text{MIC}} + R1) \times R_{\text{偏置}})/(R_{\text{MIC}} + R1 + R_{\text{偏置}})$ 。

对于此处的示例， $R_{\text{总}} = 1810 \Omega$ 。高通滤波器转折频率为

$$f_{-3\text{ dB}} = 1/(2\pi(R_{\text{总}} \times C1))$$

要让滤波器转折频率至少低于ADMP504低频滚降频率100 Hz一个倍频程的滤波器转折频率为100 Hz，C1至少应该为1.8 μF。

图4显示了一套完整的耳机电路，其中采用了ADMP504 MEMS麦克风以及合适的电阻和电容值，并以我们处理的 $V_{\text{偏置}}$ 和 $R_{\text{偏置}}$ 值为依据。

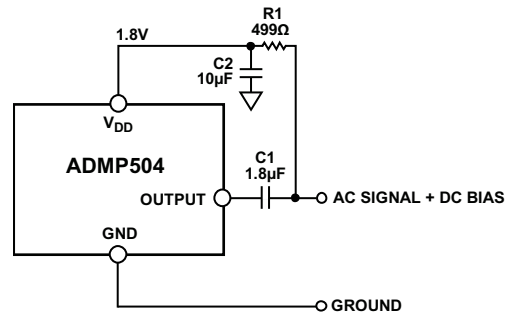


图4. 采用ADMP504 MEMS麦克风的电路

结论

通过本文介绍的电路，可以在没有单独的电源和麦克风输出信号的设计中使用MEMS麦克风。该电路只使用两个电容和一个电阻，即可让MEMS麦克风用于双线式麦克风电路中。

修订历史

2013年4月—修订版0至修订版A

全面更新链接 通篇

2013年3月—修订版0：初始版