

# STC32G 系列 MCU 用于 AVAS 语音变频输出方案

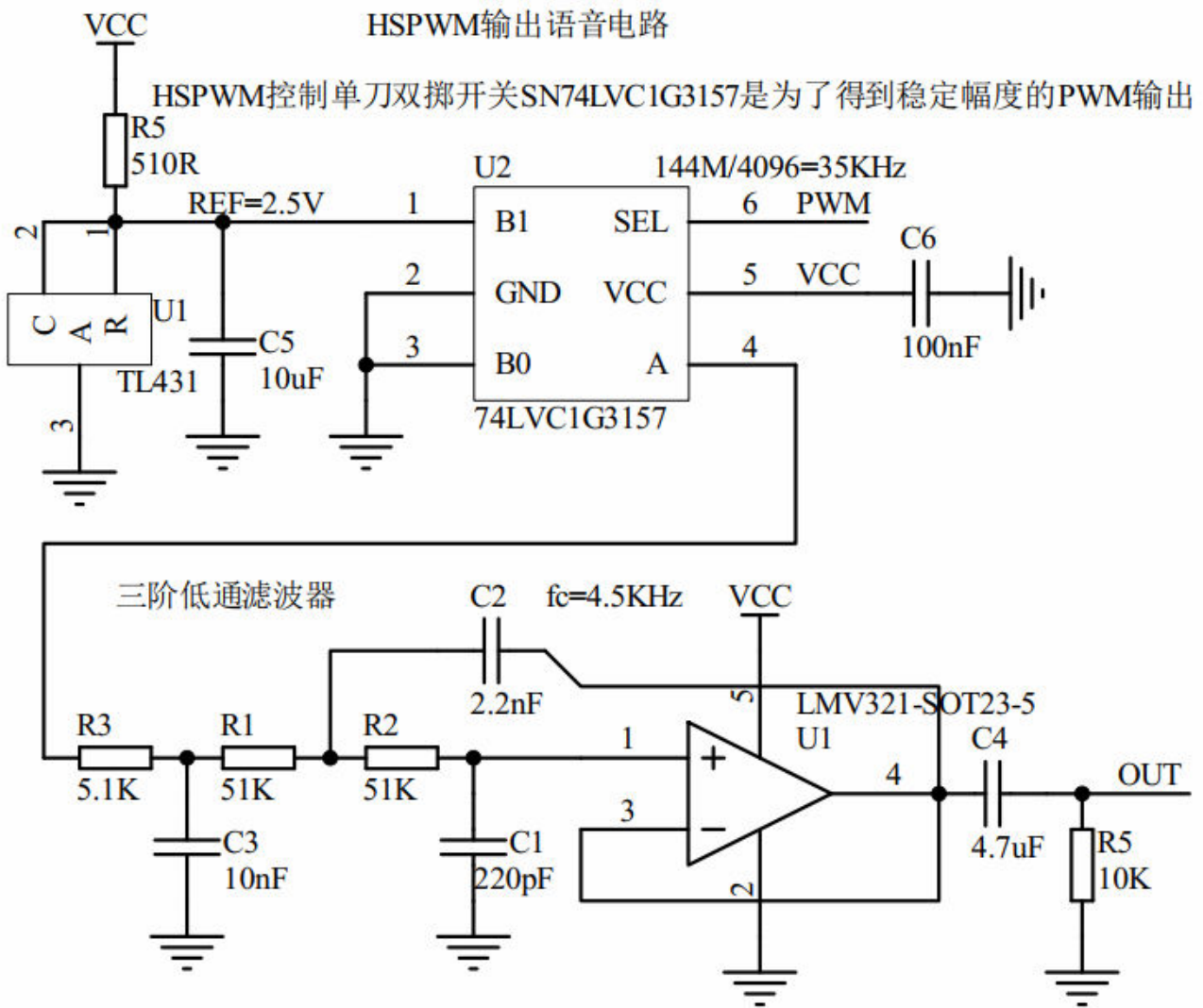
梁工 2025-12-31

AVAS 语音需要连续变频输出，还要变幅度（音量）输出，标准的 I2S 接口由于 MCLK、LRCK、BCLK 需要有一定的倍数关系，变采样率无法做到采样率微小变化，所以不使用 I2S 接口。

我仔细测试了两个方案，推荐方案二。

**方案一：使用 HSPWM 滤波后输出语音。不推荐。**

电路如下：



MCU 使用 HSPWM 输出，使用 144MHz 的 PLL 时钟，12 位 PWM，则：

PWM 频率=144000KHz/4096≈35KHz。

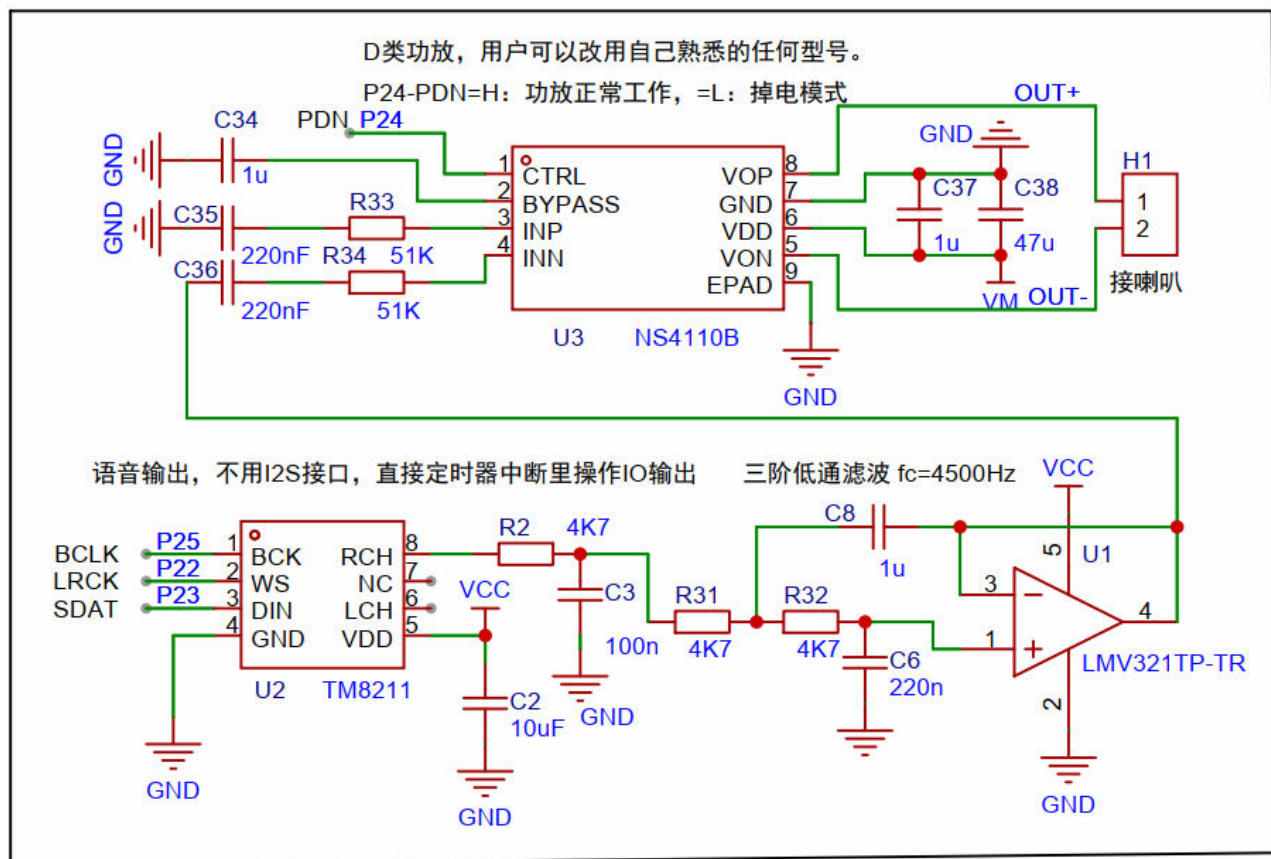
由于 MCU 是通过 IO 输出 PWM，MCU 的电源电压变化或波动也会导致 PWM 输出幅度的变化，从而导致噪声大，所以本方案使用 PWM 控制单刀双掷模拟开关 SN74LVC1G3157，PWM=H，SN74LVC1G3157 选择 TL431 的 2.5V 低噪声电压输出，PWM=L，SN74LVC1G3157 选择地线 0 电压输出，这样就避免了电源轨的影响。定时器 Timer0 中断于语音采样率，比如 16KHz，中断里更新语音数据送 PWM。

实测输出音频正常，但是发现采样率与 PWM 的频率差会导致调制噪声，因为 PWM 频率不够高，才

35KHz，通常要求 100KHz 以上才有较好的效果，所以不推荐此方案。

## 方案二：使用 TM8211 输出语音。推荐。

电路如下：



TM8211 或 PT8211 属于 R-2R 输出类型的 DAC，不需要连续稳定的数据流，也不需要 MCLK，但是没有过采样处理，所以要接运放做低通滤波输出。TM8211 可以只输出一个声道的 16 位数据，然后左右声道信号 WS (LRCK) 上升沿、下降沿锁存即可输出到两个声道，直接 IO 操作输出 2 字节并锁存至左右声道输出耗时 3.2us@36MHz，采样率 16KHz 时耗时占比 5.12%，CPU 负担轻。输出接三阶低通滤波，得到光滑的语音信号。滤波后输出到功放放大驱动扬声器（喇叭），用户可以改用自己熟悉的任何型号功放。

在 Timer0 中断里直接 IO 操作 TM8211 输出语音，定时器中断率就是采样率，可以微小调整，输出语音相位连续，变频丝滑。

提供两个测试程序：

- 1、输出变频正弦波，采样率 8KHz~24KHz，正弦波频率 500~1500Hz，频率上升、下降时间均为 4 秒，变频丝滑无噪声。用户可以通过变量 volume 来调整音量，音量取值 0~128，0 为静音，128 为满幅度。
- 2、输出语音，采样率 16KHz，输出急促的警车警报声 2 秒，例子中为了压缩数据量（源数据为 16 位、16KHz 采样 2 秒一共 64KB 数据），使用 A 率压缩、解压缩，数据量为 32KB。

用户可以通过变量 volume 来调整音量，音量取值 0~16，0 为静音，16 为满幅度。

用户可以调整 period 来改变采样率，输出语音信号仍然是相位连续的，变频丝滑， $period = FOSC / F_s$ ，FOSC 为系统主频 36MHz， $F_s$  为语音输出采样率。