

工作于 2.7V、仅吸收 5mA 电流的 SSB 调制器

栾成强 译

与标准的幅度调制相比，单边带调制（SSB）对于频谱和输出功率的利用率更高。虽然 SSB 没有用于数据传输，但在 HF 和 VHF 低端的话音通信系统的应用非常普遍。图一所示电路利用单片 IC 和宽带、低压运算放大器相配合，能够产生 35MHz 到 80MHz 的 SSB 信号。所有 IC 工作在 2.7V 到 3.3V。

产生 SSB 信号的传统方法是：首先对载波进行调制，然后滤除不需要的边带和载频。这种方式效率较低，因为大约 2/3 的功率被滤波器消耗。（当然，因为滤波器不是总安装在输出级，因此，系统并非必须浪费 2/3 的发射功率。）

一个产生 SSB 的方法是移相法或代数法，这种方法用两个调制器（混频器）产生所需要的边带并抑制不需要的边带和载波。图中 IC1 内就包括两个通常用于 QAM 调制的 I 和 Q 调制器，用这种方法设计的电路有以下优点：

1. 低功耗，低成本。
2. 输出信号（35MHz—80MHz）涵盖了 4m 和 6m 的业余无线波段。
3. 调换接线就可以更换上下边带（而不需更换滤波器）。
4. 不需要滤波器。
5. 单片 IC 提供振荡器，调制器和加法放大器。

这个电路不需要滤波器抑制边带和载频是因为在调制过程内部进行频率抑制。例如（忽略幅度），载频是 $\sin\omega_1 t$ ，调制频率是 $\sin\omega_2 t$ ，则：

$$[\sin\omega_1 t] \times [\sin\omega_2 t] = 0.5\cos(\omega_2 - \omega_1)t - 0.5\cos(\omega_2 + \omega_1)t$$

正弦信号相移 90° 是余弦信号，我们把两个输入相移 90° 再相乘，

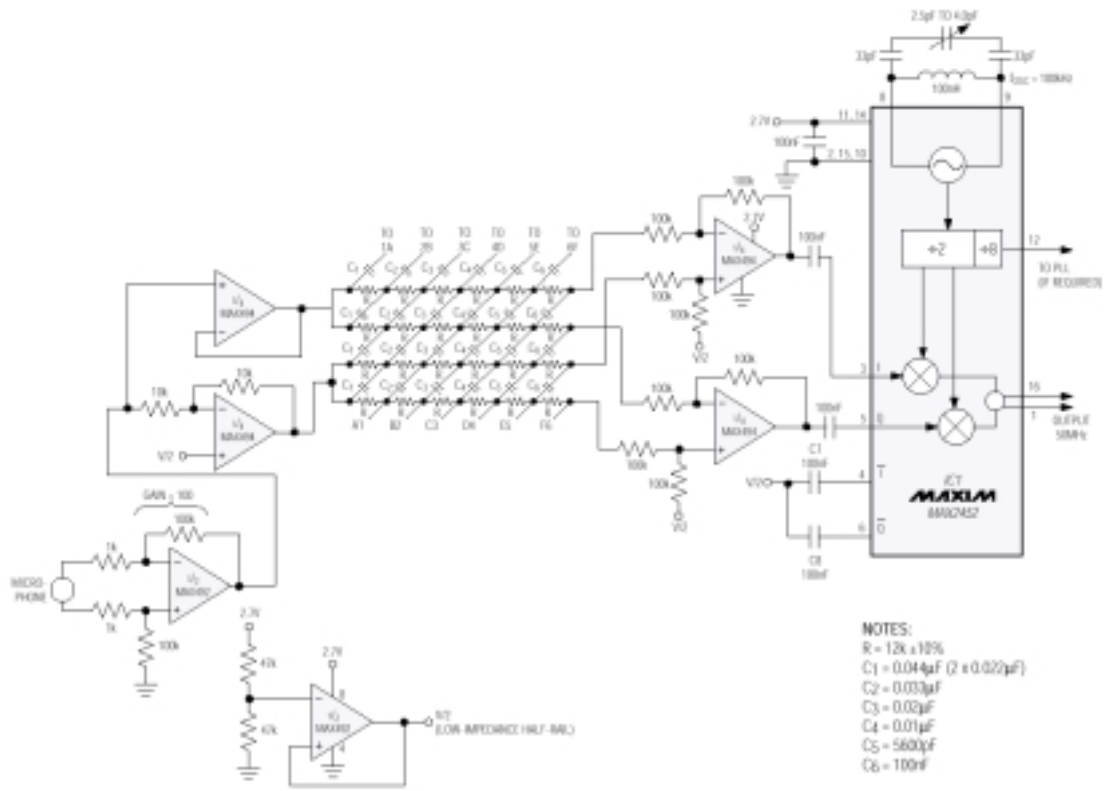
$$[\cos\omega_1 t] \times [\cos\omega_2 t] = 0.5\cos(\omega_2 - \omega_1)t + 0.5\cos(\omega_2 + \omega_1)t$$

这两个调制器的输出相加得到下边带，相减得到上边带。

为简化设计，选用 RC 相移网络。该网络利用精度 5% 的元件，在 300Hz 到 3500Hz 的范围内，可获得小于 1° 的相位误差，幅度误差小于 0.2dB。IC1 对不需要的载波和边带的抑制能力（-35dB）比做为商用目的的期望值低 5dB，但在功率低于 5W 时并无显著差异，抑制率一定程度上与没有使用的调制器的反相输入端的两个电容（C4，C5）有关。输出级可以是单管缓冲器、C 类放大器或是其他电路。

为简化设计，图示电路中使用 IC1 的内部振荡器，这种设计稳定度较低，为补偿其不稳定性，可以选择外部信号源或将振荡器输出连到一个外部锁相环路，具体用法请参见 IC 数据手册（MAX2452），采用外部振荡源能大大扩展发射频率范围。

当该电路工作与 142MHz 振荡频率和 71MHz 载频时对其进行测试，载频抑制（-27dB）比数据手册标出的典型值低 8dB，但对采用单端方式驱动 IC1 的 I 和 Q 输入电路是可以接受的（差分驱动可以提高性能）。边带抑制至少 -36dB（接近测试设备的噪声本底）。



图一、该 SSB 调制器由高频载波调制的声频信号产生下边带调制输出