



全国大学生电子设计竞赛
2020年TI杯模拟电子系统设计专题邀请赛

多种幅度调制信号发生电路（B 题）

1. 任务

设计多种幅度调制信号发生电路，包括 AM 信号发生器和一系列滤波器，得到 DSB（双边带）、LSB（下边带）和 USB（上边带）调制信号，电路框图如图 1 所示。

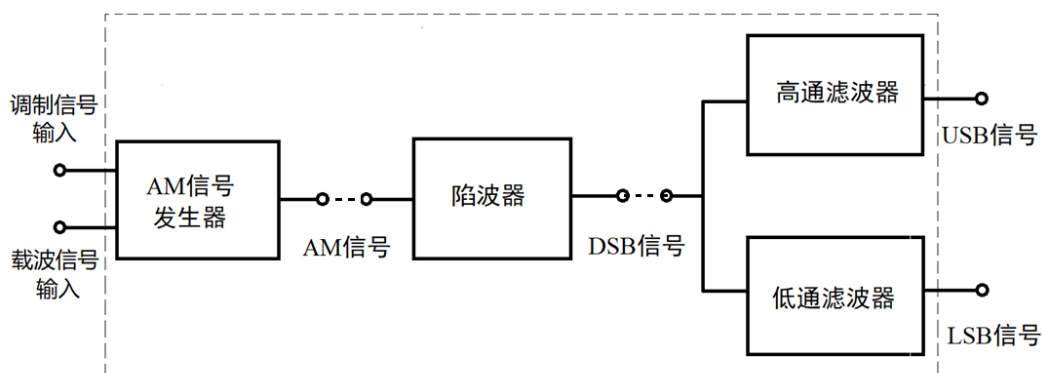


图 1 多种幅度调制信号发生电路示意框图

2. 要求

（1）设计产生 AM 信号。 （16 分）

①输入的载波信号为 8MHz 正弦信号，信号峰峰值为 200mV；输入的调制信号为频率范围 1kHz~10kHz 的单频信号，信号峰峰值为 100mV；

②要求产生的 AM 信号的载波峰峰值 V_{pp} 在 200mV~2V 范围可调；AM 信号调制度可按 50%、70%和 100%分档可调。

（2）设计一个陷波器对 AM 信号进行滤波，得到双边带 DSB 信号。陷波器的具体要求： （36 分）

①陷波器中心频率为 8MHz，误差不大于 200Hz；

②陷波器的-3dB 带宽不大于 2kHz；

③陷波器中心频率衰减不小于 20dB。

（3）设计一个低通滤波器对双边带 DSB 信号滤波，得到下边带 LSB 信号。

低通滤波器的具体要求：(25 分)

- ①低通滤波器的过渡带宽为 2kHz;
- ②低通滤波器的-3dB 截止频率 7.999MHz，误差不大于 200Hz;
- ③低通滤波器的阻带衰减不小于 30dB。

(4) 设计一个高通滤波器对双边带 DSB 信号滤波，得到上边带 USB 信号。
高通滤波器的基本要求：(25 分)

- ①高通滤波器的过渡带宽为 2kHz;
- ②高通滤波器的-3dB 截止频率为 8.001MHz，误差不大于 200Hz;
- ③高通滤波器的阻带衰减不小于 30dB。

(5) 设计报告(10 分)

项目	主要内容	满分
系统方案	方案描述，电路图	3
理论分析与计算	AM信号产生原理 三种滤波器参数计算	4
测试结果	测试结果及分析	3
总分		10

3. 说明

(1) 关于幅度调制有多种方式，包括带载波的幅度调制（AM）和抑制载波的双边带幅度调制（DSB），以及单边带抑制的单边带调制（SSB）。对于单边带调制信号，如果抑制下边带的称为上边带调制（USB），抑制上边带的称为下边带调制（LSB）。

假设调制信号为： $x(t) = V_b \cos(2\pi f_b t)$ ，则带载波的 AM 信号的表达式为：

$$y_{AM}(t) = \frac{V_{PP}}{2} \{1 + m_a \cdot x(t)\} \cos(2\pi f_c t),$$

其中， V_{PP} 和 f_c 为载波峰峰值和载波频率， m_a 为调制度。

抑制载波的双边带幅度调制 DSB 信号的表达式为：

$$y_{DSB}(t) = x(t) \cdot \frac{V_{PP}}{2} \cos(2\pi f_c t) = V_{DSB} \{ \cos[2\pi(f_c - f_b)t] + \cos[2\pi(f_c + f_b)t] \};$$

上边带调制 USB 信号的表达式为：

$$y_{USB}(t) = V_{USB} \cos[2\pi(f_c + f_b)t];$$

下边带调制 LSB 信号的表达式为：

$$y_{LSB}(t) = V_{LSB} \cos[2\pi(f_c - f_b)t]。$$

(2) 题目要求的陷波器频率特性示意如图 2 所示，其中-3dB 带宽见图中标识说明。题目要求的低通和高通滤波器的-3dB 截止频率和过渡带，可以参见下面图 3 给出的一个低通滤波器频谱特性说明示意。

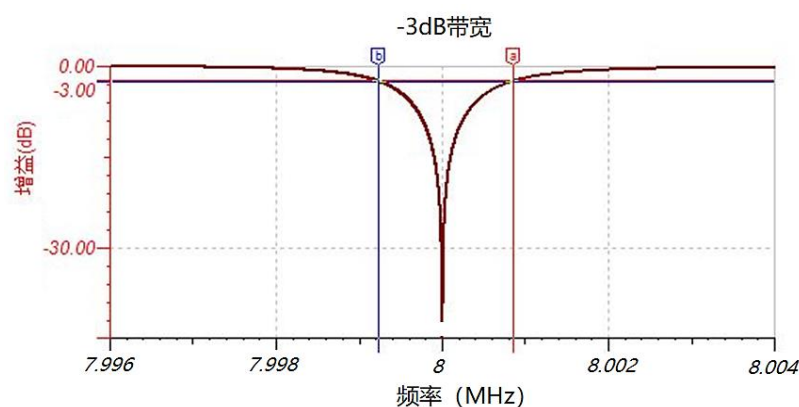


图 2：陷波器频谱示意和-3dB 带宽定义

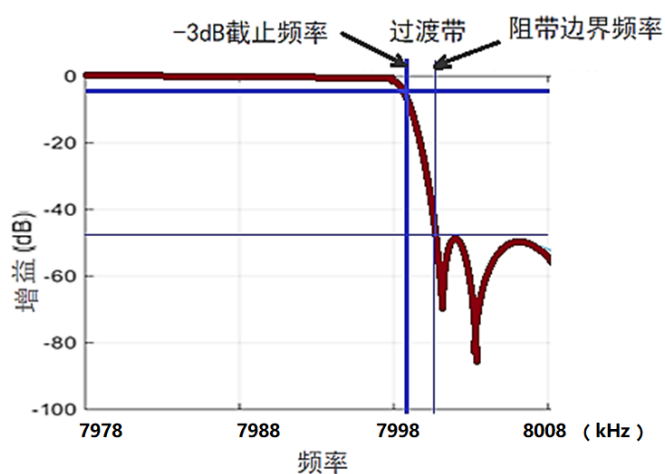


图 3：滤波器-3dB 截止频率和过渡带图示说明

(3) AM 信号发生器、各个滤波器输入输出接口采用 BNC 接头，输出电阻 50Ω，以便进行测试。