

第四章“连续波模拟调制”作业（原理部分）

第一部分（作业本提交）：

习题 1

对于以下基带信号：

(i) $m(t) = \cos 1000t$

(ii) $m(t) = 2\cos 1000t + \cos 2000t$

(iii) $m(t) = \cos 1000t \cdot \cos 3000t$

(a) 画出 $m(t)$ 的频谱；

(b) 画出 DSB-SC 调制后的信号 $m(t)\cos 10000t$ 的频谱；

(c) 指出哪些频率成分属于上边带，哪些属于下边带。

习题 2

对于下列调制信号 $m(t)$ ，重复习题 1 的问题(a)，(b)，(c)

(i) $m(t) = \sin(10^4 t)$ ；

(ii) $m(t) = e^{-|t|}$ ；

(iii) $m(t) = e^{-|t-1|}$ ；注意 $e^{-|t-1|}$ 比 $e^{-|t|}$ 延迟一秒，在这里要考虑幅度和相位频谱。

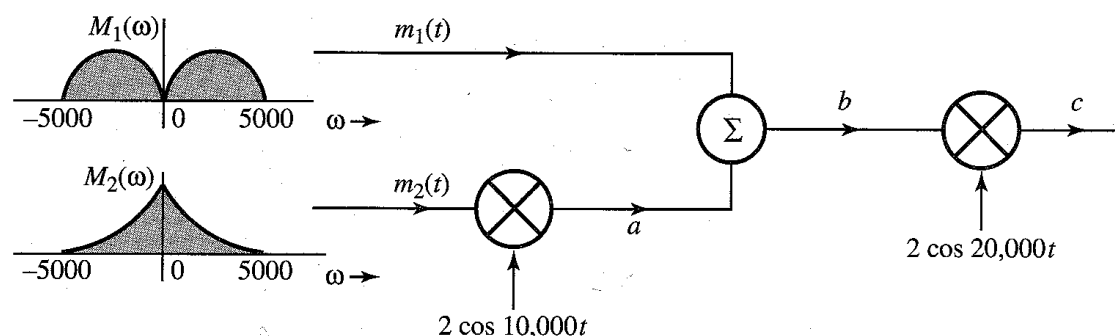
习题 3

两个基带带宽为 5000rad/s 的信号 $m_1(t)$ 和 $m_2(t)$ ，通过多路频分复用的方式同时在一个信道中传输。如下图所示，在 b 点处的合路信号将被调制在角频率为 $20,000\text{rad/s}$ 的载波上，最终 c 点处的信号发送到信道中

(a) 画出在 a，b，c 点处信号的频谱；

(b) 信道的带宽应该为多少；

(c) 设计一个接收机，从 c 点处的已调信号中恢复出信号 $m_1(t)$ 和 $m_2(t)$ 。



习题 4

一个角度调制信号如下所示，载波频率为 $\omega_c = 2\pi \times 10^5$

$$s_{EM}(t) = 10\cos(\omega_c t + 5\sin 3000\pi t + 10\sin 2000\pi t)$$

(a) 求调制后信号的功率；

(b) 求最大频偏 Δf ；

- (c) 求调频系数 β ;
- (d) 求最大相位偏移 $\Delta\phi$;
- (e) 估计 $s_{EM}(t)$ 的频带宽度。

第二部分（将程序与结果上传至 e-learning）:

习题 1

- (1) 阅读 `demo_speech.m` 程序，运行该程序记录一段语音波形，画出时域与频域波形（能量谱密度）图。
- (2) 编写程序计算该语音波形的 90% 带宽，98% 带宽。
- (3) 将该语音波形作为一个 AM 系统的基带信号（取 98% 带宽内信号），分别给出该基带信号经过 DSB-LC，DSB-SC，SSB 调制后的时域波形与频域波形。

习题 2

用 matlab 记录一段基带语音信号，采样频率设为 44.1kHz。产生一个高斯白噪声随机过程，并将噪声叠加在语音信号上（相当于将语音信号通过一个高斯信道）。

- (1) 设定不同的噪声信噪比，画出并比较高斯信道接收端的信号时域波形，播放接收信号。
- (2) 由于语音信号的范围通常在 3kHz 以内，在接收端加载一个低通滤波器，截止频率为 3kHz，画出并比较滤波前后的信号时域波形，并播放滤波后的信号。

习题 3

产生一个频率为 1kHz 的单音信号，载波为 1MHz，采用 FM 调制，画出调制后信号的时域、频域波形，改变不同的调制系数 k_f ，观测频谱，计算 98% 带宽，验证 Carson's rule。

习题 4

通过此题熟悉 matlab simulink 工具，并复习掌握正交调制以及等效基带模型内容。

- (1) 用 matlab simulink 打开 “Basic_DSB_SC.slx” 文件，熟悉相关模块。
- (2) 将相干解调模块 “DSBSC AM Demodulator Passband” 用自己编写的新模块替换，新模块由一个接收端本地载波，一个乘法器（下变频），和一个低通滤波器构成。改变本地载波的频偏和相偏，观测解调后信号对这些非理想参数的敏感程度。
- (3) 将 (2) 中的 simulink 程序扩展至正交调制方式，I 和 Q 路的基带信号分别是 $\cos 2\pi f_m t$ 和 $\sin 2\pi f_m t$ ，其中 $f_m = 50\text{Hz}$ 。载波还是 1KHz。将两路解调后信号送入示波器的两个通道，用 Scope 模块观测信号的时间波形，用 XY Graph 模块观测 X-Y 图形。
- (4) 改变 (3) 中 I、Q 两路信号各自幅度、频率、相位，观察输出波形的变化，并给出解释。
- (5) 改变 (3) 中载波的频偏与相偏，观察输出波形的变化，并给出解释。