

MATLAB 课程实验作业五

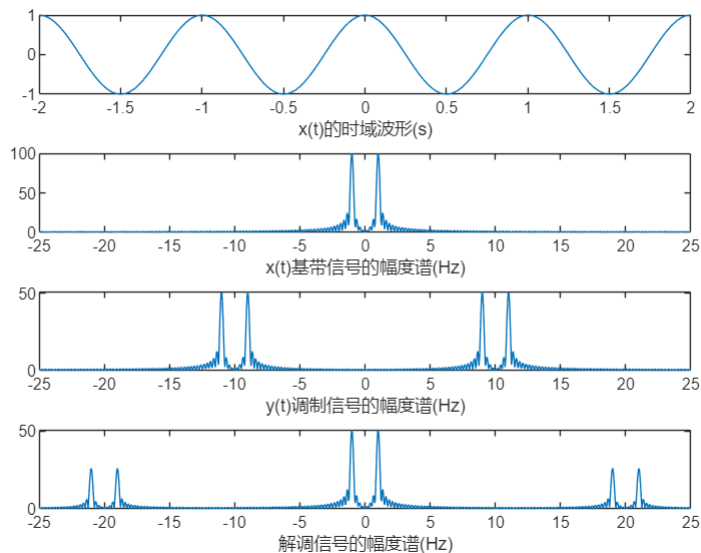
实验目的：调制解调，采样定理

实验要求：

- 1、要求在 MATLAB 环境下运行验收，独立完成不得与他人共享。
- 2、会解释程序中每一行语句。

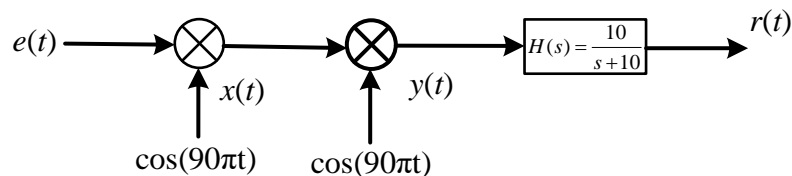
一、已知基带信号 $x(t) = \cos(2\pi t)$ ，调制信号 $y(t) = \cos(2\pi t) \cdot \cos(20\pi t)$ ，其中时间 t 的范围为 $-2:0.02:2$ (采样率为 50Hz)，画出 $x(t)$ 的时域波形和幅度谱，并利用 $\cos(20\pi t)$ 信号对 $y(t)$ 利用进行解调，绘制出 $y(t)$ 和解调后信号的幅度谱。以上图形在一个 figure 中利用 subplot 进行绘制，幅度谱的横坐标设置为 Hz，从而观察基带信号、调制信号、解调信号的频谱变化。

```
%%%%%%x(t)的时域波形和幅度谱%%%%%%%%
t=-2:0.02:2;
fs=50;
x=cos(2*pi*t);
F_pre=fft(x,1024);
F=fftshift(F_pre);% 将零频分量移到中间
figure(1);
subplot(4,1,1);
plot(t,x);
xlabel("x(t)的时域波形(s)");
subplot(4,1,2);
w=(-512:511)*fs/1024;
plot(w,abs(F));
xlabel("x(t)基带信号的幅度谱(Hz)");
%%%%%%y(t)的幅度谱%%%%%%%%
y=cos(2*pi*t).*cos(20*pi*t);
P_pre=fft(y,1024);
P=fftshift(P_pre);% 将零频分量移到中间
subplot(4,1,3);
plot(w,abs(P));
xlabel("y(t)调制信号的幅度谱(Hz)");
%%%%%%解调信号的幅度谱%%%%%%%%
q=y.*cos(20*pi*t);
Q_pre=fft(q,1024);
Q=fftshift(Q_pre);% 将零频分量移到中间
subplot(4,1,4);
plot(w,abs(Q));
xlabel("解调信号的幅度谱(Hz)");
```



调制信号的频谱图和基带信号的频谱图形态相似，但幅值是基带信号频谱的一半，且两个峰值中心与基带信号差了 10Hz；解调信号的频谱图和基带信号的频谱图形态相似，但是中心幅值是基带信号频谱的一半，且多出了两个峰值中心相差 20Hz，幅值只有 1/4 的波峰。

二、所示框图实现调制解调功能，输入信号为 $e(t)=\sin(\pi(t-5))/(\pi(t-5))$ ，时间 t 的范围为 0:0.01:10(采样率为 100Hz)，利用 subplot 绘制出输入信号 $e(t)$ 、调制信号 $x(t)$ 、解调信号 $y(t)$ 及最后输出信号 $r(t)$ 的时域波形，并进行比较；在另一个 figure 中同样利用 subplot 绘制出输入信号、调制信号、解调信号及最后输出信号 $r(t)$ 的幅度谱，并进行比较。绘制 $H(s)$ 的在 $[10^{-1}, 10^2]$ 幅度谱，并说明作用。

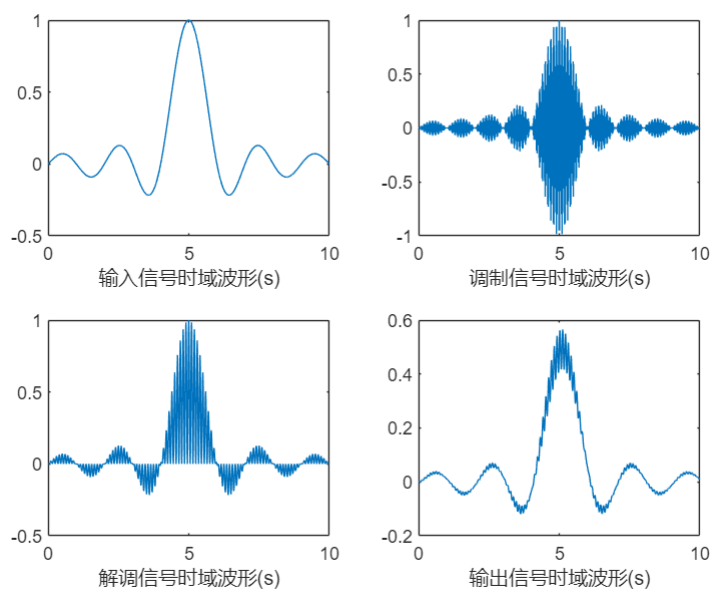


```
fs=100;
t=0:1/fs:10;
%%%%%输入信号%%%%%%%%
e=(sin(pi*(t-5))+eps)./(pi*(t-5)+eps);
E_pre=fft(e,1024);
E=fftshift(E_pre);
%%%%%调制信号%%%%%%%%
x=e.*cos(90*pi*t);
X_pre=fft(x,1024);
X=fftshift(X_pre);
%%%%%解调信号%%%%%%%%
```

```

y=x.*cos(90*pi*t);
Y_pre=fft(y,1024);
Y=fftshift(Y_pre);
%%%%%输出信号%%%%%%%%
A=[10];
B=[1 10];
sys=tf(A,B);%给定系统
r=lsim(sys,y,t);
R_pre=fft(r,1024);
R=fftshift(R_pre);
%%%%%时域波形%%%%%%%%
figure(2);
subplot(2,2,1);plot(t,e);xlabel('输入信号时域波形(s)');
subplot(2,2,2);plot(t,x);xlabel('调制信号时域波形(s)');
subplot(2,2,3);plot(t,y);xlabel('解调信号时域波形(s)');
subplot(2,2,4);plot(t,r);xlabel('输出信号时域波形(s)');

```



```

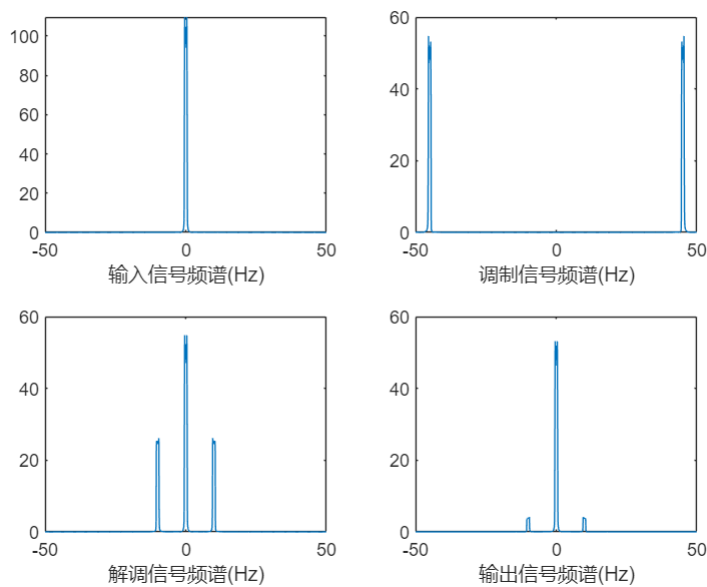
%%%%%幅度谱%%%%%%%%
w=(-512:511)*fs/1024;

%N=1024;
%w=(0:N-1)*fs/N-fs/2;%设置频率刻度

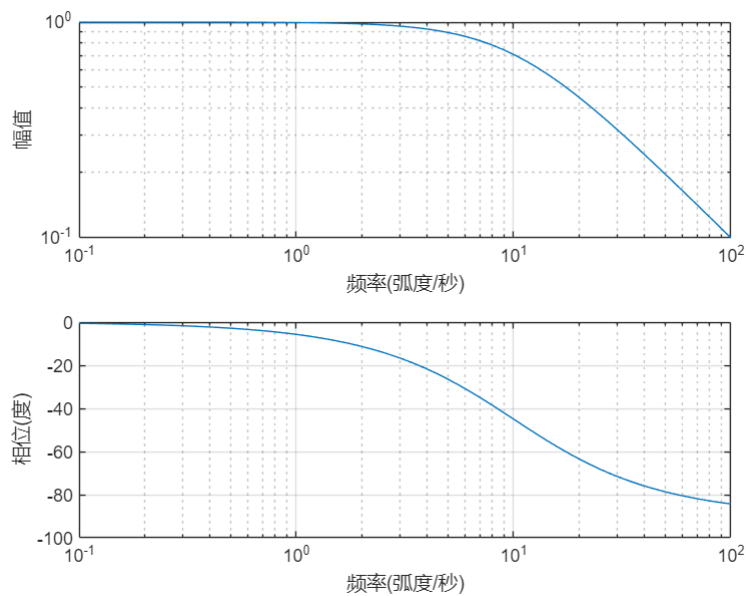
%point=512;
%w=(-point:point-1)*(1/fs/point/2);

figure();
subplot(2,2,1);plot(w,abs(E));xlabel('输入信号频谱(Hz)');
subplot(2,2,2);plot(w,abs(X));xlabel('调制信号频谱(Hz)');
subplot(2,2,3);plot(w,abs(Y));xlabel('解调信号频谱(Hz)');
subplot(2,2,4);plot(w,abs(R));xlabel('输出信号频谱(Hz)');

```



```
figure();
freqs(A,B);
```



作用：模拟系统 $H(s)$ 可以用作低通滤波器。

三、为了观察不同采样频率对于信号频率分量的影响，用不同采样频率对信号 $\frac{\sin(10\pi t)}{10\pi t}$ 进行采样， t 的时间范围 $[-1, 1]$ ，采样序列进行 FFT 变换并画出其幅度谱，观察不同采样信号的幅度频谱差异。

1. 以时间间隔 $T_s=0.2$ 对上面信号采样，画出其幅度频谱；
2. 以时间间隔 $T_s=0.05$ 对上面信号采样，画出其幅度频谱；

分析两种采样率后信号频谱的差异及其原因。

```

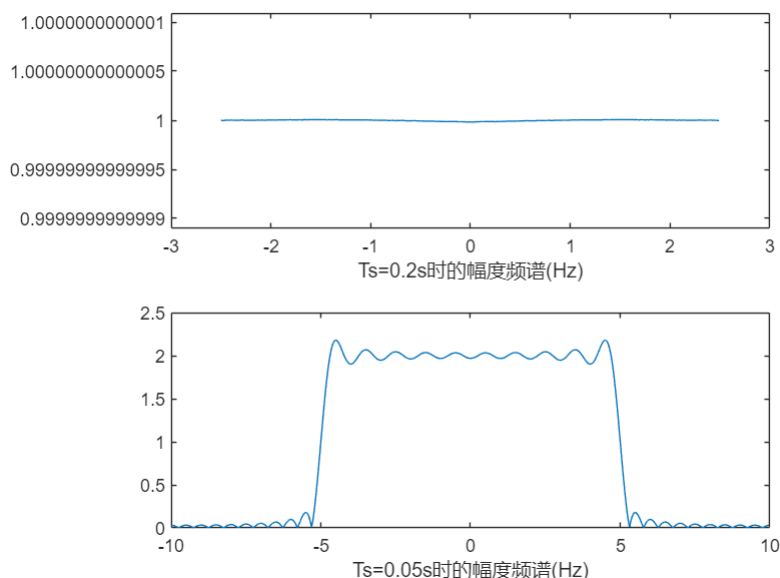
% 时间间隔
ts1=0.2;
fs1=1/ts1; % 计算第一个采样频率
ts2=0.05;
fs2=1/ts2; % 计算第二个采样频率
t1=-1:ts1:1;
t2=-1:ts2:1;

% 频谱变换
f1=(sin(10*pi*t1)+eps)./(10*pi*t1+eps); % 计算第一个时间序列的频谱，使用
sinc 函数，eps 避免除零
f2=(sin(10*pi*t2)+eps)./(10*pi*t2+eps); % 计算第二个时间序列的频谱
F1_pre=fft(f1,512); % 对第一个频谱进行快速傅里叶变换，长度为 512
F1=fftshift(F1_pre); % 将 FFT 结果中心化
F2_pre=fft(f2,512); % 对第二个频谱进行快速傅里叶变换，长度为 512
F2=fftshift(F2_pre); % 将 FFT 结果中心化

% 画图
figure(); % 创建新的图形窗口
w1=(-256:255)*fs1/512; % 计算第一个频谱的频率轴
subplot(2,1,1); % 在 2 行 1 列的子图中选择第一个位置
plot(w1,abs(F1)); % 绘制第一个频谱的幅度
xlabel('Ts=0.2s 时的幅度频谱(Hz)');

w2=(-256:255)*fs2/512; % 计算第二个频谱的频率轴
subplot(2,1,2); % 在 2 行 1 列的子图中选择第二个位置
plot(w2,abs(F2)); % 绘制第二个频谱的幅度
xlabel('Ts=0.05s 时的幅度频谱(Hz)');

```



差异：Ts=0.2s 时，幅度谱呈一条幅值几乎为 1 的水平直线；而 Ts=0.005s 时，幅度谱呈现以 5Hz 的门状。

原因：因为 Ts=0.2 时采样频率小于奈奎斯特频率，导致所得图像发生混叠，Ts=0.05 时，采样频率大于奈奎斯特频率，信号没有发生混叠。