

实验项目二 AM/DSB 调制解调仿真

实验项目目的：

- (1) 掌握 AM 的调制/解调原理和 MATLAB/Simulink 仿真方法；
- (2) 掌握 DSB 的调制/解调原理和 MATLAB/Simulink 仿真方法；

实验项目要求：

学生在学习通信原理相关理论的基础上，在规定时间内，完成实验线路的连接及结果分析。

实验项目学时：

4 学时。

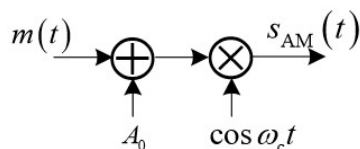
[实验项目准备]

1.实验项目的基本原理

(1) AM 调制基本原理

所谓调制，就是在传送信号的一方将所要传送的信号附加在高频振荡上，再由天线发射出去。高频振荡波就是携带信号的运载工具，也叫载波。振幅调制，就是由调制信号去控制高频载波的振幅，直至随调制信号做线性变化。在线性调制系列中，最先应用的一种幅度调制是全调幅或常规调幅，简称为调幅（AM）。在频域中已调波频谱是基带调制信号频谱的线性位移；在时域中，已调波包络与调制信号波形呈线性关系。

$m(t)$ 为取值连续的调制信号， $c(t)$ 为正弦载波。下图为 AM 调制原理图：

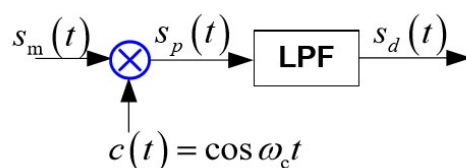


(2) AM 解调基本原理

从高频已调信号中恢复出调制信号的过程称为解调(demodulation)，又称为检波(detection)。对于振幅调制信号，解调(demodulation)就是从它的幅度变化上提取调制信号的过程。解调(demodulation)是调制的逆过程。可利用乘积型同步检波器实现

振幅的解调，让已调信号与本地恢复载波信号相乘并通过低通滤波可获得解调信号。

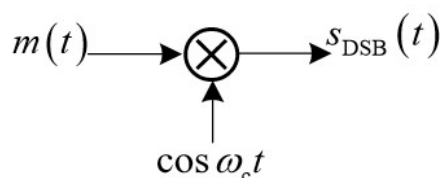
下图为 AM 解调原理图：



(3) DSB 调制的基本原理

在幅度调制的一般模型中，若假设滤波器为全通网络，调制信号中无直流分量，则输出的已调信号就是无载波分量的双边带调制信号（DSB）。每当信源信号极性发生变化时，调制信号的相位都会发生一次突变 π ，调制的目的就是进行频谱搬移，把调制信号的频谱搬移到所希望的位置上，从而提高系统信息传输的有效性和可靠性。

DSB 调制原理框图如图：



- 经调制后，调制信号的带宽变为原基带信号的 2 倍：模拟基带信号带宽为 W ，则调制信号的带宽为 $2W$ ；
- 调制信号中不含离散的载频分量，因为原模拟基带信号中不含离散直流分量；
- 包含上下两个边带，且携带相同信息（双边带）；
- 不论是确定信号的频谱，还是随机信号的功率谱，都是基带信号频谱/功率谱的线性搬移，因而被称为线性调制。

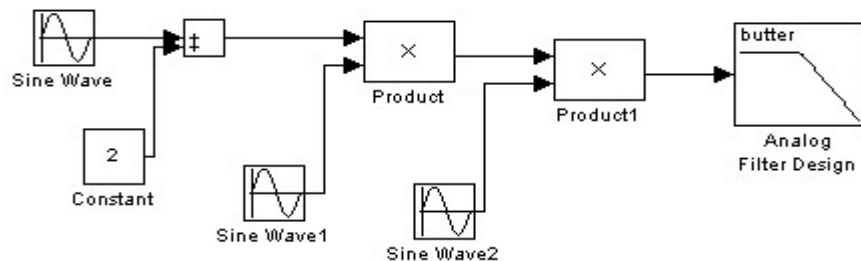
(4) DSB 解调的基本原理

DSB 只能进行相干解调，其原理框图与 AM 信号相干解调时完全相同；

- 当恢复载波与原载波频率不完全一样时，解调信号是原基带信号与低频正弦波的乘积；
- 若恢复载波与原载波频率相同，而相位不同时，输出信号达不到最大值。

[实验项目实施]

1. AM 调制解调

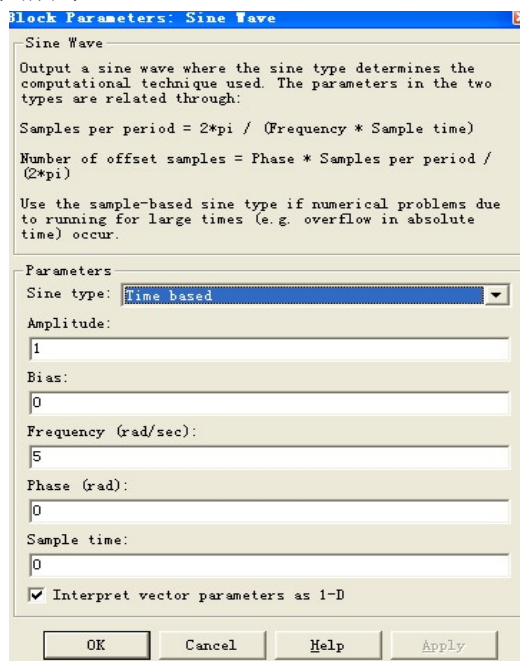


AM 调制和解调 Simulink 仿真框图

中英文注释: Sine Wave=正弦波发生器, Product=乘法器, Scope=示波器, Constant=常量或直流分量, 加法器可用 Math Operations 中的 Sum 替代, Analog Filter Design=模拟滤波器设计。

图中的 Sine Wave1 和 Sine Wave2 模块分别产生发送端和接收端的载波信号, 角频率 ω_c 都设为 60rad/s , 调幅系数为 1; 调制信号 $m(t)$ 由 Sine Wave 模块产生, 其为正弦信号, 角频率为 5rad/s , 幅度为 1V ; 直流分量 A_0 由 Constant 模块产生, 为 2V ; 低通滤波器模块的截止角频率设为 6rad/s 。此处 Sine Wave2、product1 和低通滤波器为下节解调过程所用。其中 1rad/sec (弧度每秒) 除以 2π 就等于 1HZ (赫兹)。

各个模块参数如下列图所示:



Block Parameters: Constant

Constant

Output the constant specified by the 'Constant value' parameter. If 'Constant value' is a vector and 'Interpret vector parameters as 1-D' is on, treat the constant value as a 1-D array. Otherwise, output a matrix with the same dimensions as the constant value.

Parameters

Constant value:

2

☒ Interpret vector parameters as 1-D

☐ Show additional parameters

OK Cancel Help Apply

Block Parameters: Sine Wave

Sine Wave

Output a sine wave where the sine type determines the computational technique used. The parameters in the two types are related through:

Samples per period = $2\pi / (\text{Frequency} * \text{Sample time})$

Number of offset samples = $\text{Phase} * \text{Samples per period} / (2\pi)$

Use the sample-based sine type if numerical problems due to running for large times (e.g. overflow in absolute time) occur.

Parameters

Sine type: Time based

Amplitude:

1

Bias:

0

Frequency (rad/sec):

60

Phase (rad):

0

Sample time:

0

☒ Interpret vector parameters as 1-D

OK Cancel Help Apply

Block Parameters: Sine Wave2

Sine Wave

Output a sine wave where the sine type determines the computational technique used. The parameters in the two types are related through:

Samples per period = $2\pi / (\text{Frequency} * \text{Sample time})$

Number of offset samples = $\text{Phase} * \text{Samples per period} / (2\pi)$

Use the sample-based sine type if numerical problems due to running for large times (e.g. overflow in absolute time) occur.

Parameters

Sine type: Time based

Amplitude:

1

Bias:

0

Frequency (rad/sec):

60

Phase (rad):

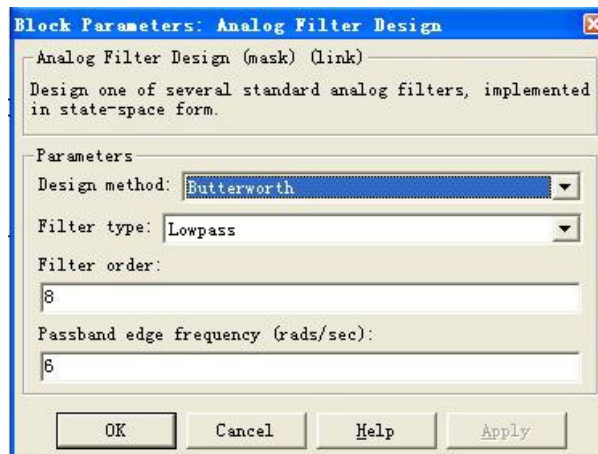
0

Sample time:

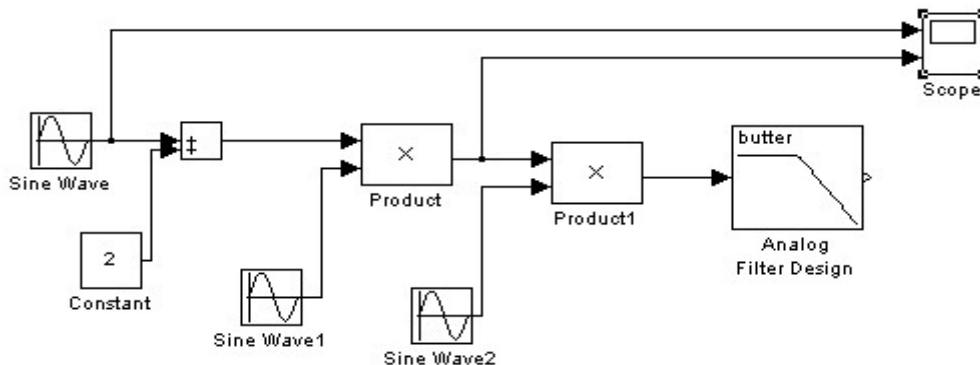
0

☒ Interpret vector parameters as 1-D

OK Cancel Help Apply



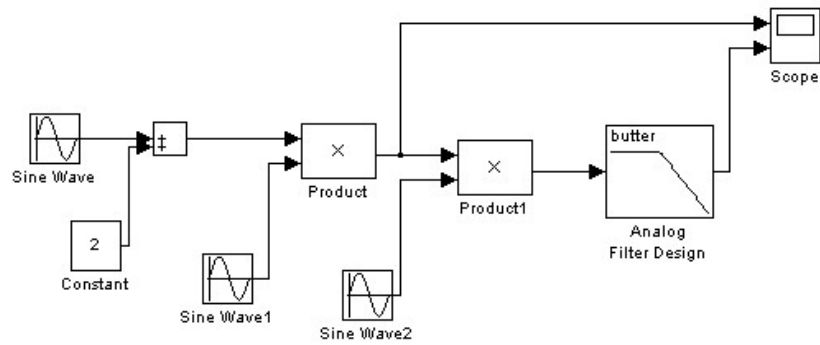
用示波器 Scope 观察 AM 调制仿真,对比调制前后信号的幅度和频率发生了哪些变化:



其中 Scope 参数 Number of Axes 用于设置示波器有几个输入端口,这里设置为 2,即有 2 个输入端口。

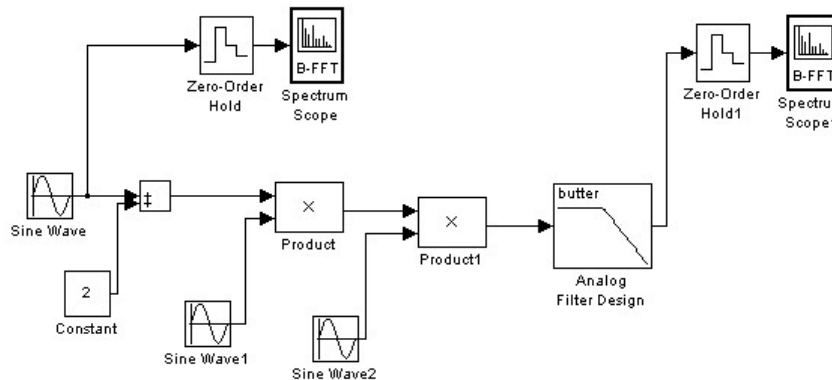
请列出 AM 的调制图形;

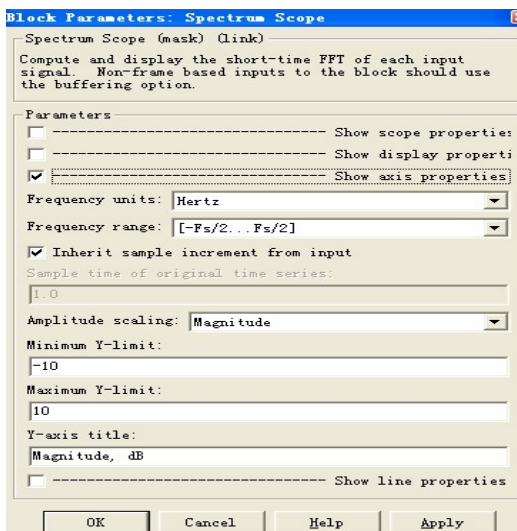
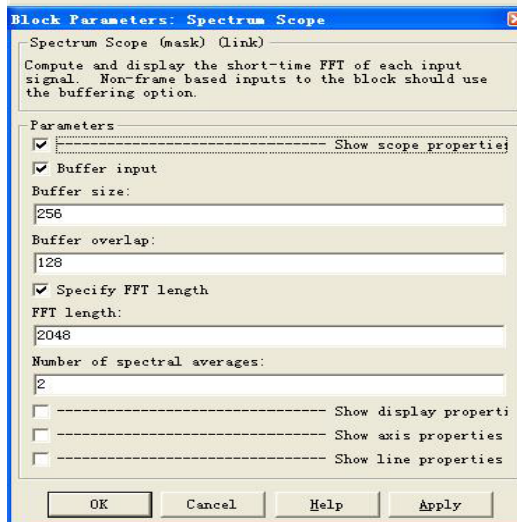
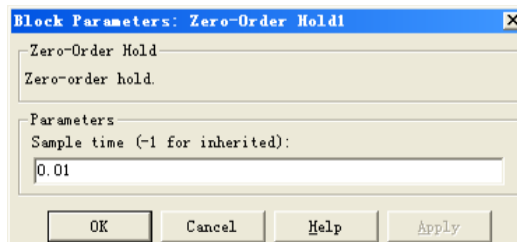
用示波器 Scope 观察 AM 解调仿真,对比解调前后信号的幅度和频率发生了哪些变化:



请列出 AM 相干解调的模拟仿真图形。

用 Zero-Order Hold 和 Spectrum Scope 观察 AM 调制仿真调制前后的频谱图，对比调制前后信号的频谱发生了哪些变化，为了便于观察频谱图，请把 sine wave 和 Analog Filter Design 模块频率改为 500rad/s, Sine Wave1 和 Sine Wave2 改为 6000rad/s。连接示意图和主要参数设置如下列各图：

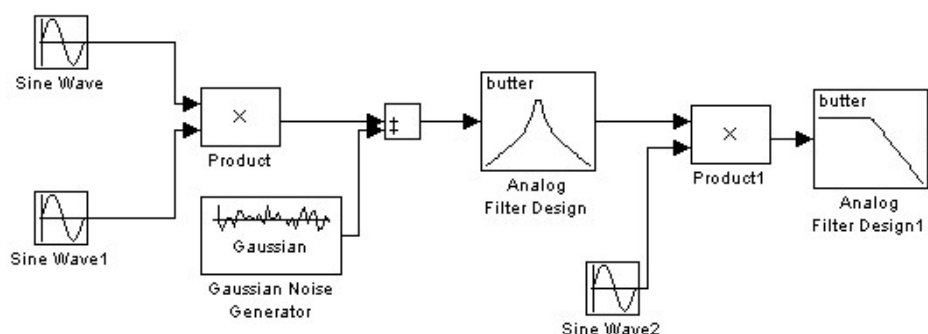




其画出上述输入波形，输出波形的频谱，并分析两者的区别？并解释是如何造成的。

2. DSB 调制解调

DSB 调制-相干解调 Matlab Simulink 仿真框图



信源 Sine Wave 参数：幅度 1 频率 10rad/s

载波 Sine Wave1 和 Sine Wave2 参数：幅度 1 频率 100rad/s

BPF (Analog Filter Design) 参数：下限频率 90rad/s 上限频率 110rad/s

LPF (Analog Filter Design1) 参数：截止频率 10rad/s

高斯白噪声模块(Gaussian Noise)参数：均值 0 标准差 0.01

用示波器 Scope 观察 DSB 调制器的输入信号和输出信号的仿真波形，对比调制前后信号的幅度和频率发生了哪些变化，Scope 连接方法和参数设置参考 AM 调制与解调仿真相关实验部分。

用示波器 Scope 观察 DSB 解调仿真，对比解调前后信号的幅度和频率发生了哪些变化？示波器 Scope 连接方法和参数设置参考实验 AM 调制与解调仿真相关实验部分。

用 Zero-Order Hold 和 Spectrum Scope 观察 DSB 调制仿真调制前后的频谱图，对比调制前后信号的频谱发生了哪些变化？为了便于观察频谱图，请把 sine wave 和 Analog Filter Design 模块频率改为 500rad/s, Sine Wave1 和 Sine Wave2 改为 6000rad/s。连接示意图和主要参数设置参考实验 AM 调制与解调仿真相关实验部分。

[实验项目结果]

1. 列出 AM 仿真的各个框图的仿真结果，以及画出上述输入波形，输出波形的频谱，并分析两者的区别，并解释是如何造成的。
2. 在 AM 调制中，不断改变 Constant 模块幅度的大小，观察调制解调后的输入信号和输出信号有什么变化？怎么保证输出的信号不失真？
3. 列出 DSB 仿真的各个仿真结果；

4. 比较调制前后两幅频谱图，有什么异同？说明了什么？对比 AM 调制后的信号频谱图和 DSB 调制后的频谱图，有什么异同？可以得出什么结论？