

# MATLAB

## 高级编程与工程应用 (第三讲)

谷源涛  
清华大学电子工程系  
2023年7月





## MATLAB编程一

基本命令、基本绘图

## 连续时间信号与系统

时域、傅里叶变换、拉普拉斯变换

## 音乐合成

软件编程产生乐曲

## 离散时间信号与系统

时域、 $z$ 变换、DTFT

## 语音合成

变速、变调的实践研究

## MATLAB编程二

高级编程、Simulink仿真、高级绘图

## 通信系统

滤波、调制、抽样、信号矢量空间分析

## 图像处理

JPEG编码、信息隐藏、人脸检测

## MATLAB编程三

GUI、C/C++混和编程

## 控制系统

反馈、状态变量分析

## 连连看游戏

二维降噪、匹配滤波、UI设计

系统完整地讲解MATLAB  
知识，编程技术逐步深入

MATLAB编程和信号与系统  
复习密切结合，插入  
MATLAB知识点

四个综合实验使本课程  
学习进入更高境界

# 10. 高级编程知识

- 函数和变量
- 函数句柄

# 10.1 函数和变量

- 主函数
- 子函数
- 嵌套式函数
- 局部函数
- 内联函数
- 输入输出变量
- 全局变量
- 永久变量

# 知识点（21） 单元数组

- 定义
  - $A = \{\text{'hehe'}, 1; [1,2], [3;4]\};$
- 引用
  - $A(1,1)$
  - $A(2,1)$
- 取内容
  - $A\{1,1\}$
  - $A\{2,1\}$

## 10.2 函数句柄

- 函数句柄
- 匿名函数

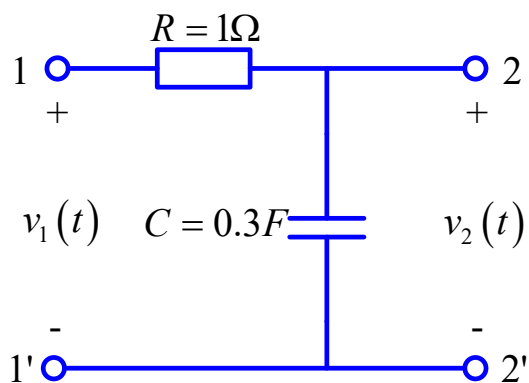
例10.1 在四个子图中分别绘制 $\sin(t)$ 、 $\cos(t)$ 、 $e^t$ 和 $t^2 - 4t + 1$ 四个信号在 $t \in [0, 2\pi]$ 区间的波形。

# 11. Simulink仿真

- 启动Simulink
- 建立、打开和保存仿真模型
- 编辑仿真模型
- 运行仿真模型
- 建立子系统
- 利用MATLAB 函数和程序
- 访问工作空间中的变量和硬盘上的数据
- Simulink 支持的库和模块

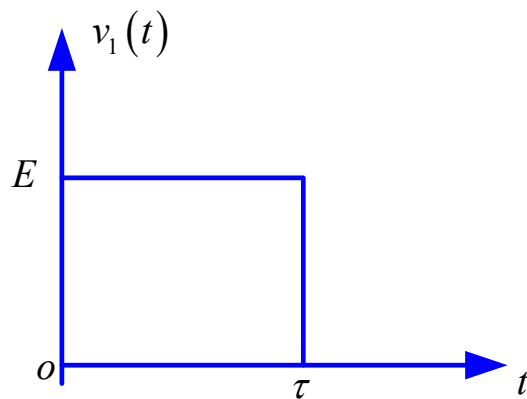
# Simulink仿真

例11.1 如下图(a)所示RC低通网络，在输入端1-1'加入矩形脉冲 $v_1(t)$ 如图(b)所示，利用傅里叶分析方法求2-2'端电压 $v_2(t)$ 。图中 $E = 1$ ， $\tau = 0.5$ 。



(a)

$$H(s) = \frac{1}{0.3s + 1}$$



(b)

$$v_1(t) = u(t) - u(t - 0.5)$$



# 13. 傅里叶变换应用于通信系统

- 利用系统函数 $H(j\omega)$  求响应
- 无失真传输
- 理想低通滤波器
- 系统函数的约束特性
- 调制与解调
- 从抽样信号恢复连续时间信号
- 脉冲编码调制 (PCM)

## 13.5 调制和解调

例13.6 假设基带信号为 $g(t) = 3\cos(10t) + 2\cos(20t)$ ，被调制成频带信号 $f(t) = g(t)\cos(100t)$ 。频带信号在收端又被解调为 $g_0(t) = f(t)\cos(100t)$ ，并通过低通滤波器

$$H(\omega) = \begin{cases} 1 & |\omega| < 30 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

恢复出基带信号 $g_1(t)$ ，请绘制上述各个信号的时域波形和频谱。

例13.7 基带信号、载波频率和接收端的理想低通滤波器带宽都和上例相同。请用Simulink实现双边带和单边带的调制/解调。

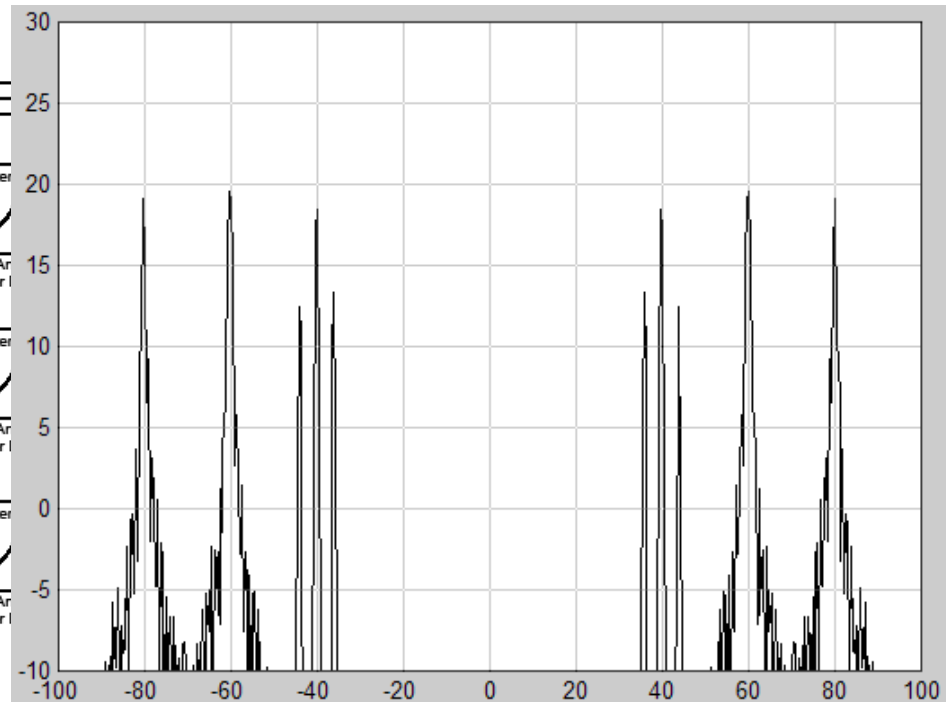
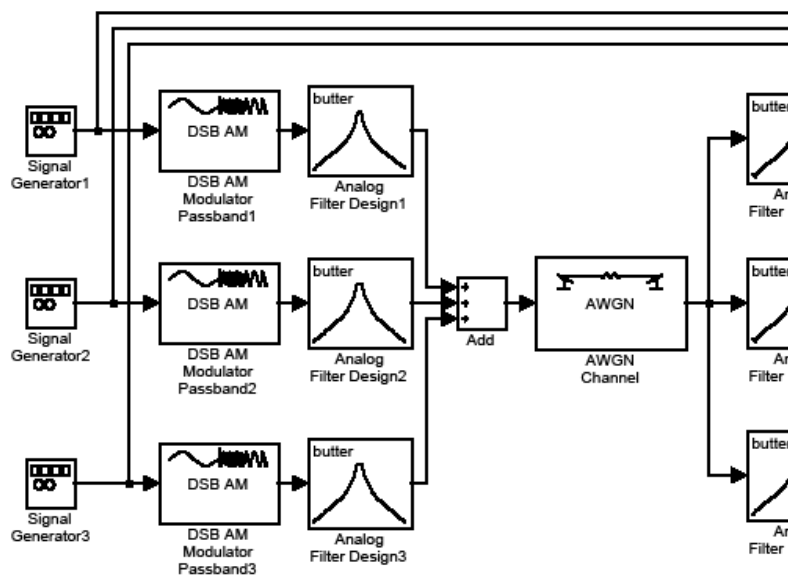
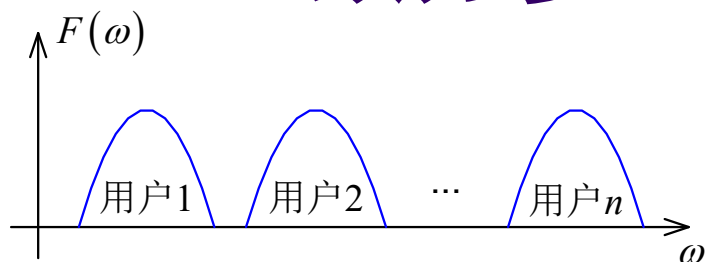
# 14. 信号的矢量空间分析

- 相关
- 能量谱和功率谱
- 信号通过线性系统的分析
- 匹配滤波器

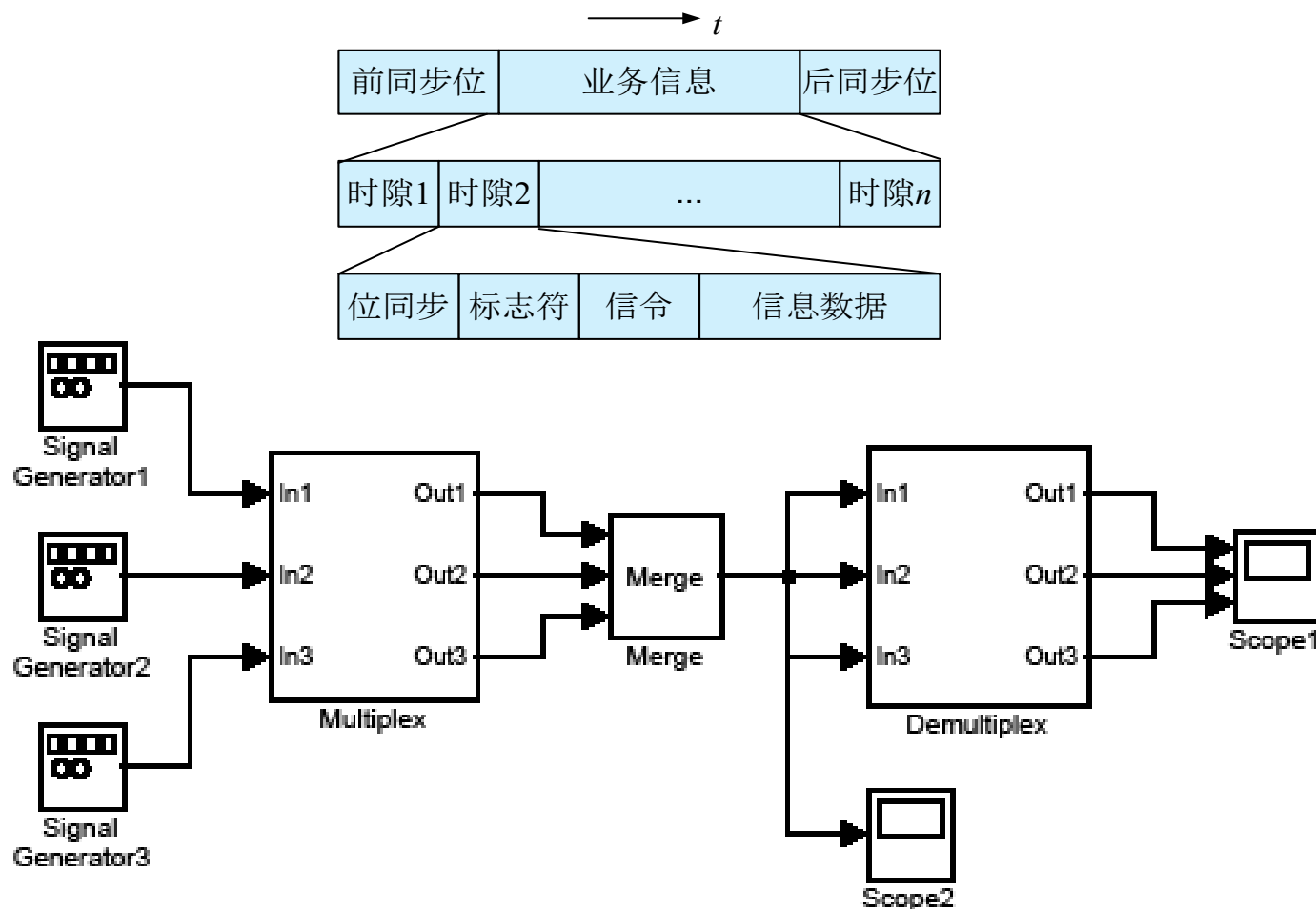
# 15. 通信系统仿真

- 频分多址(FDMA)
- 时分多址(TDMA)
- 码分多址(CDMA)

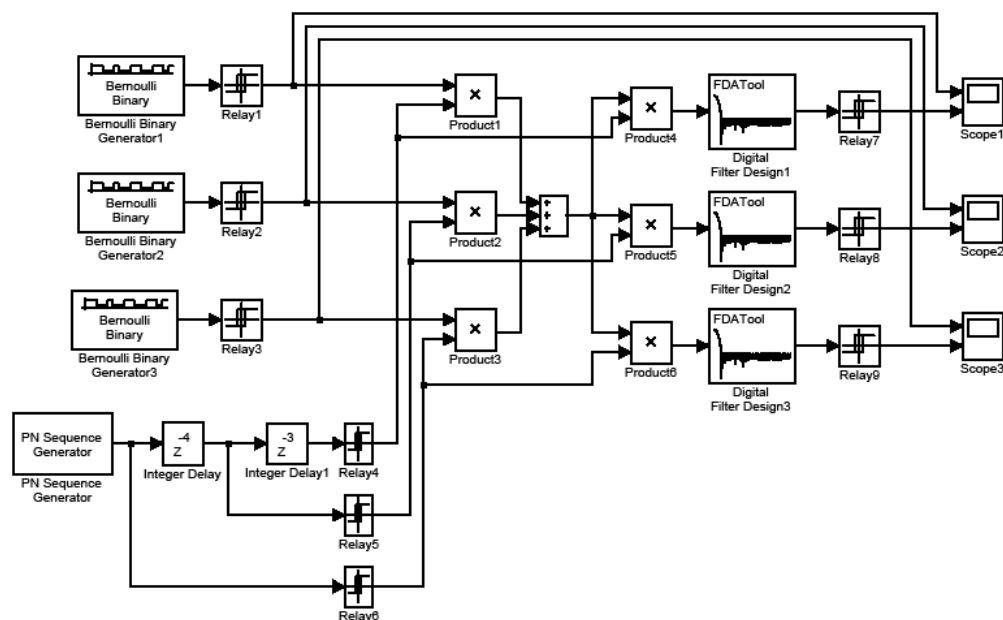
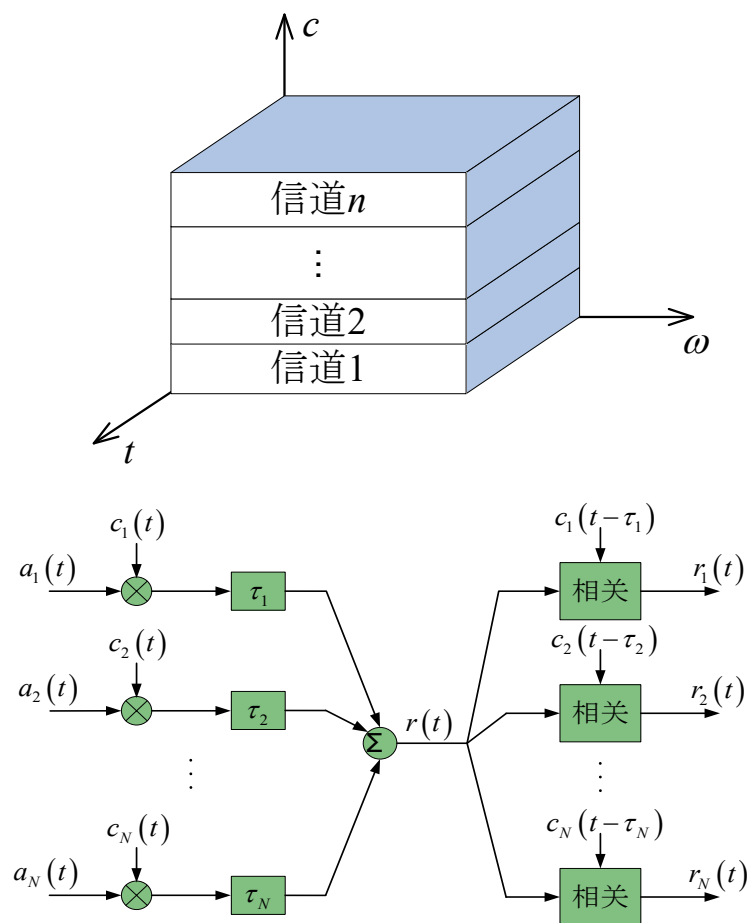
# FDMA（频分多址）



# TDMA (时分多址)



# CDMA (码分多址)

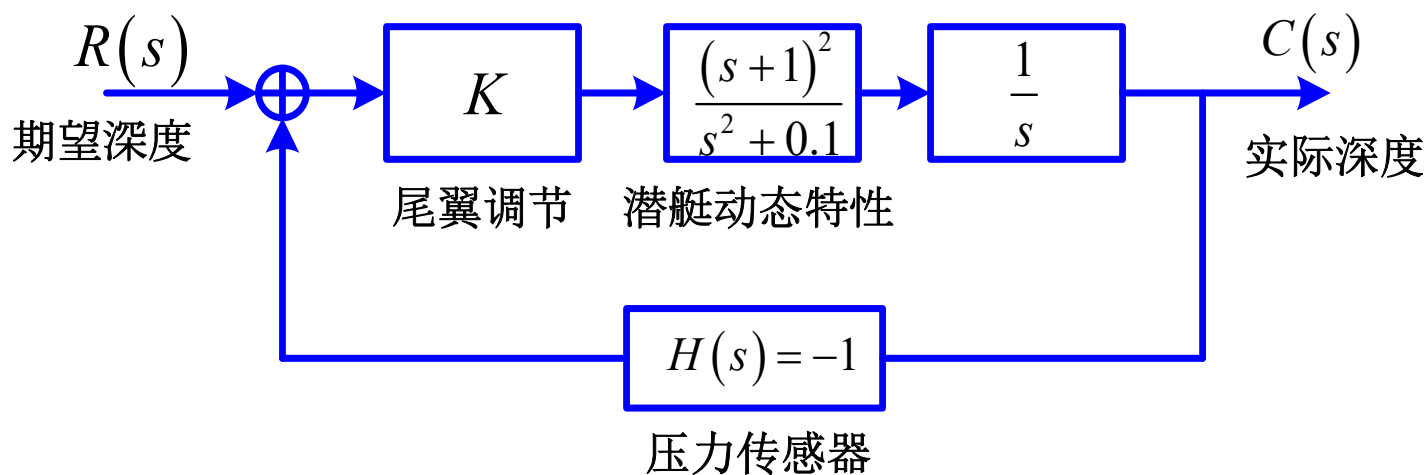


分析信道容量和远近效应

# 18. 控制系统仿真

## ● 潜水艇下潜控制

- 实际深度 $c(t)$  可以用压力传感器测出，并和期望深度 $r(t)$  进行比较，两者之间的差异被用来控制尾翼调节器，调整尾翼角度进而导致上浮或下潜。





# 12.高级绘图技术

- 三维绘图和特殊图形
- 图形高级控制

# 12.1 三维绘图和特殊图形

例12.1 对矩形脉冲信号

$$x(t) = \begin{cases} 1 & 0 < t < 10 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

做拉氏变换和傅里叶变换，绘图说明两者之关系。

例12.2 对矩形序列

$$x(n) = \sum_{i=0}^9 \delta(n-i)$$

做z变换和离散时间傅里叶变换，绘图说明两者之关系。

# 三维绘图和特殊图形

- 曲面、三维曲线、等高线、瀑布线、三维等高线、网格面
- 柱状图、三维柱状图、直方图、面积图、三维饼图、极坐标直方图、零阶抽样保持图、三维序列图、场强图、极坐标图、原点指向图、线性指向图

## 12.2 图形高级控制

- 颜色和光照控制
- 视点控制
- 图形旋转
- 动画：太阳照耀在 $z$ 平面上

# 19.图形用户界面设计

- AppDesigner
- 启动
- 设计和保存
- 运行
- 修改控件属性
- 编程控制

## 20.强大的App集合

- 分类学习器
- .....

# 图像处理大作业

- 基础知识
- 图像压缩编码
- 信息隐藏
- 人脸检测

# 连连看大作业

- 制作自己的连连看
- 攻克别人的连连看



# 作业

- 同前
- 阅读课本第十~十五章，第十九章
  - 运行并理解所有例程
- 浏览Help
  - MATLAB——Graphics, 3-D Visualization, Creating Graphical User Interfaces

# 谢谢同学们认真听讲

- 有问题请在微信群或网络学堂提出
- 或者联系
  - 谷源涛 [gyt@tsinghua.edu.cn](mailto:gyt@tsinghua.edu.cn)
  - 金澄 [jinc21@mails.tsinghua.edu.cn](mailto:jinc21@mails.tsinghua.edu.cn)