



数字电路与逻辑设计

课程总结

电子信息与通信学院

钟国辉

zhonggh@hust.edu.cn

课程目的

数学基础

- 掌握数字逻辑电路的**基本原理**
- 掌握数字逻辑电路基本**分析和设计方法**
- 掌握数字**集成电路**的**使用**
- 可编程逻辑器件应用入门
- 掌握数模和模数接口设计方法

工具的应用

业界要求

这些都能解决
什么问题？

桥梁和纽带

课程内容与知识体系

章节	内容安排	章节	内容安排
1	数字逻辑概述	6	时序逻辑电路
2	逻辑代数	7	半导体存储器
3	逻辑门电路	8	CPLD和FPGA
4	组合逻辑电路	9	脉冲波形的变换与产生
5	锁存器和触发器	10	模数与数模转换器

Ch2 逻辑代数

○ 逻辑函数的简化方法

● 代数法

○ 吸收律、添加项规则

● 卡诺图法

○ **2ⁿ**大圈、可重复、有新意

○ 含无关最小项的逻辑函数化简

最简与或式、最简或与式在卡诺图当中的圈注方法

○ 技巧性质

● 同或、异或门

● 各种吸收律

● 对偶、反演规则

● 逻辑函数标准型及其性质

Ch2 逻辑代数

- 现代EDA技术开发流程
 - 逻辑仿真和逻辑综合的概念
- Verilog HDL基本语法
 - 基本单元——模块
 - 变量类型：wire和reg
 - 赋值控制方式：assign和always
 - 分支：if-else, case-endcase
- 用Verilog描述组合逻辑电路
- 用Verilog描述时序逻辑电路
 - 状态图的描述

Ch3 逻辑门电路

输出高低电平模型

- 集成逻辑门的模型

- MOS逻辑门

- **NMOS/CMOS**逻辑门结构、参数特性

- 输入端结构和输出端结构

- 反相器→与非门→**OD门**→三态门

- OD门、三态门应用中应注意的问题

OD门的外接电阻
如何计算？三态门
是哪三态？

- 逻辑门使用过程中应当注意的问题

- 逻辑电压、驱动电流的匹配

- 多余引脚的处理

Ch4 组合逻辑电路

○ 一般性组合逻辑电路

- 设计步骤、分析步骤

重点要写出
电路功能

○ 功能性组合逻辑电路

- 编码、译码器

编译码器
的扩展

- 加法器、数值比较器

- 数据选择器（多路器）、分配器

用译码器、数据选择
器实现逻辑函数

- 奇偶校验器

- MSI功能器件的扩展

用Verilog HDL实现
组合逻辑电路

○ 组合电路逻辑冒险的检查 and 消除

- 代数检查法、卡诺图检查法
- 消除逻辑冒险的方法

Ch5 锁存器和触发器

○ 触发器的特点

- 两种状态、快速翻转、次态保持

引入时钟节拍概念，
 Q^n 、 Q^{n+1} 概念

○ 触发器的类型

- 基本RS触发器→**时钟RS触发器**→主从RS触发器
- 主从JK触发器→D触发器
- T/T'触发器

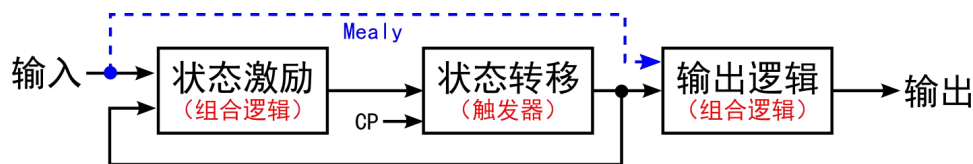
○ 触发器的描述方式

- **状态转换真值表**
- 特征方程
- **激励表**/状态图
- **工作波形图**/时序图

如何画工作波形图

Ch6 时序逻辑电路

○ 一般性时序逻辑电路



● 设计步骤

○ **状态图**：画状态图的原则

○ 状态图简化

- **输入相同输出相同时，次态相同、交错、循环**

- 隐含表法

○ 状态分配：对未使用状态**必须做自启动检查**

○ 确定函数：状态转移激励要求获得激励函数和输出函数

○ 画电路图

● 分析步骤

○ 通过电路图获得激励函数和输出函数

○ **获得所有状态的转移图**

○ 描述电路功能

**用Verilog HDL实现
时序逻辑电路（有限状态机）**

Ch6 时序逻辑电路

○ 功能性时序逻辑电路

- 寄存器、锁存器
- 移存器
- 计数器

寄存器和锁存器的区别？

○ 计数器

- 同步：模 2^n 计数器、任意进制计数器
- 异步计数器（连接；模 2^n ）
- MSI器件应用（以161/193为例）
 - 同步/异步置数
 - 同步/异步清零
- 序列信号发生器

两种模型

Ch7 半导体存储器

- RAM/ROM的结构

- 存储矩阵、地址译码、读写控制

需要刷新电路配合

- RAM存储单元

- SRAM六管结构和DRAM的**单管结构**

- ROM的分类

- ROM、PROM、EPROM、**EEPROM**、**FLASH**

- RAM/ROM的应用

- 时序和接口
 - **实现任意组合逻辑电路**
 - RAM/ROM的**扩展**

实现组合电路有几种方法？

- 地址扩展

- 字长扩展

Ch8 CPLD和FPGA

- 可编程逻辑器件的**表示方法**
 - 基本门符号、连接符号、缺省连接符号
 - 可编程多路开关、极性表示、三态缓冲器
- PLD的结构
 - PROM、PAL、PLA
 - PAL→GAL→**CPLD**
 - RAM应用→LUT→**FPGA**
- 用PLD器件的实现来表示简单的电路
 - 用PLD实现组合逻辑电路

Ch8 CPLD和FPGA

- **FPGA**和**CPLD**的区别
 - **LUT结构**与**PT结构**的区分
 - 适用场合不同：**时序电路**为主、**组合电路**为主
 - **较高速复杂算法**场合、**高速逻辑控制**场合
 - FPGA需外挂NVM进行上电配置

Ch9 脉冲波形的变换与产生

- 脉冲信号参数
 - 频率、占空比、脉冲幅度、脉冲宽度
- 脉冲电路构成：开关电路+惰性网络
- 施密特触发器（回差迟滞比较特性）
 - RS触发器构成；集成运放构成；门电路构成
- 单稳态电路
 - 可重触发、不可重触发在应用上的区别
- 自激多谐振荡器

Ch10 模数及数模转换器

○ 数模转换基础

- 用**电子网络**和**运放**转换达到 $A = kD = k \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i$

○ 数模转换器的结构

变化应用**POT**

- 电压型**DAC**

- 权电阻网络、权电容网络、T型电阻网络、树型开关网络

- 电流型**DAC**

- 倒T型电阻网络**DAC**、权电流型**DAC**

○ 数模转换器的参数

- **分辨率**
- **建立时间**
- 线性度
- 转换误差

Ch10 模数及数模转换技术

- 模数转换器基础
 - 四个阶段：采样、保持、量化、编码
- 模数转换器的结构
 - 直接转换型
 - 全并型、并串型（流水线型）、逐次比较型、 Σ - Δ 型
 - 间接转换型
 - V-F转换、V-T转换（双积分）
- 模数转换器的参数
 - 分辨率
 - 转换时间
- 模数、数模转换器的应用（接口和时序）



The End
