

数字电路

Digital Circuits

07_组合逻辑电路(1)

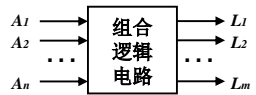
张俊霞
zjx@ustc.edu.cn

内容提纲

- 组合逻辑电路特点
- 组合逻辑电路分析
- 组合逻辑电路设计

组合逻辑电路

- 逻辑功能特点
 - 在任一时刻，电路的输出仅取决于该时刻的输入，而与电路原来的状态无关，即输出是输入的组合，简称为组合电路
- 电路结构特点
 - 仅由逻辑门电路组成，不含有记忆单元
 - 信号是单向传输的，不存在从输出到输入的反馈路径
- 模型及其描述
 - 用一组逻辑函数描述，输出信号是输入信号的函数



$$L_i = f_i(A_1, A_2, \dots, A_n) \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

组合逻辑电路分析

- 根据已知逻辑电路图，分析确定其逻辑功能

逻辑图 \Leftrightarrow 逻辑功能

- 一般步骤
 - 按照逻辑图结构，写出输出逻辑表达式
 - 化简和变换逻辑表达式
 - 列出真值表
 - 由真值表或逻辑表达式，确定电路的逻辑功能

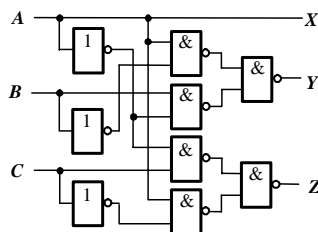
示例1—组合电路分析

- 写出各输出端的逻辑表达式，并进行化简和变换

$$X = A$$

$$Y = \overline{\overline{AB} \cdot \overline{AB}} \\ = \overline{AB} + \overline{AB}$$

$$Z = \overline{\overline{AC} \cdot \overline{AC}} = \overline{AC} + \overline{AC}$$



示例1—组合电路分析(续)

- 列写真值表

$$X = A$$

$$Y = A\overline{B} + \overline{A}B$$

$$Z = A\overline{C} + \overline{A}C$$

真值表

A	B	C	X	Y	Z
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	0

- 确定电路逻辑功能

- 对输入的三位二进制原码求反码

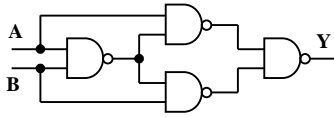
示例2 — 组合电路分析

$$Y = \overline{\overline{A}B} \overline{A\overline{B}}$$

$$= A\overline{B} + \overline{A}B$$

$$= A \oplus B$$

- 逻辑功能：
异或逻辑运算



组合逻辑电路设计

- 根据实际逻辑问题，求出所要求逻辑功能的最简逻辑电路，简称为逻辑设计，或者逻辑综合

逻辑功能 \Leftrightarrow 逻辑图

- 设计步骤
 - 逻辑抽象：分析实际逻辑问题的因果关系，确定输入/输出变量，定义逻辑状态含义，列出真值表
 - 由真值表写出逻辑表达式
 - 根据选用器件的类型，化简和变换逻辑表达式
 - 画出逻辑电路图

示例3 — 组合电路设计

- 某火车站有特快、直快和慢车三种类型的客运列车进出，试用两输入与非门和反相器设计一个指示列车等待进站的逻辑电路
 - 三个指示灯1、2、3号分别对应特快、直快和慢车
 - 列车的优先级别依次为特快、直快和慢车
 - 当特快列车请求进站时，无论其它两种列车是否请求进站，1号灯亮
 - 当特快没有请求，直快请求进站时，无论慢车是否请求，2号灯亮
 - 当特快和直快均没有请求，而慢车有请求时，3号灯亮

示例3 — 组合电路设计(续1)

- 逻辑抽象

真值表

- 输入信号：I₀、I₁、I₂分别为特快、直快和慢车的进站请求信号，有请求时为1，没有请求时为0
- 输出信号：L₀、L₁、L₂分别为3个指示灯的状态，灯亮为1，灯灭为0
- 列出真值表

I ₀	I ₁	I ₂	L ₀	L ₁	L ₂
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0

示例3 — 组合电路设计(续2)

- 由真值表写出逻辑表达式

$$L_0 = I_0 \quad L_1 = \overline{I_0}I_1$$

$$L_2 = \overline{I_0}\overline{I_1}I_2$$

真值表

I ₀	I ₁	I ₂	L ₀	L ₁	L ₂
0	0	0	0	0	0
1	x	x	1	0	0
0	1	x	0	1	0
0	0	1	0	0	1

真值表

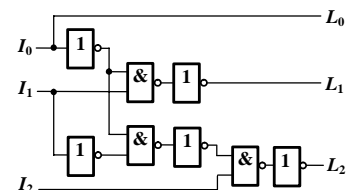
I ₀	I ₁	I ₂	L ₀	L ₁	L ₂
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0

示例3 — 组合电路设计(续3)

- 变换逻辑表达式为与非-与非形式

$$L_0 = I_0 \quad L_1 = \overline{\overline{I_0}I_1} \quad L_2 = \overline{\overline{I_0}\overline{I_1}I_2}$$

- 画出逻辑电路图



示例4—组合电路设计

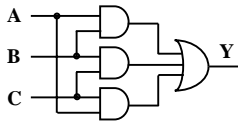
- 设计三人多数表决电路

输入变量A、B、C

1: 赞成, 0: 否决

输出变量Y

1: 通过, 0: 未通过



如何用两输入与非门实现?

真值表

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

$$Y = \bar{A}BC + A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC$$
$$= BC + AC + AB$$