

第一节 逻辑门电路（一）

教学目的： 让学生掌握与门电路的工作原理及符号

教学重点： 与门电路的逻辑关系

教学难点： 与门电路的工作原理

教学方法： 讲授法

教学课时： 一课时

教学过程：

一、复习提问：

晶体管反相是如何工作的？加速电容有何作用？

二、新授：

（一）概述：

1、逻辑门电路的定义：

是指具有多个输入端和一个输出端的开关电路。

2、逻辑电路中 0 和 1 的含义：

表示两种对立的状态。并不表示数量的大小。0 和 1 分别称为逻辑 0 和逻辑 1

3、正、负逻辑体制：

若 1 表示高电平，0 表示低电平，称为正逻辑；若 1 表示低电平，0 表示高电平，则称为负逻辑

4、基本的逻辑门电路有：与门、或门、非门

8.3.1 与门电路

一、与逻辑关系

当一件事情的几个条件全部具备之后，这件事情才能发生，否则不发生。这样的因果关系称为与逻辑关系。

举例说明：以开锁为例和书上的开关串联为例。

让学生联系生活说明有哪些常见的与逻辑。（讨论）

二、与门电路

1、电路图 电路如右图 8-9 所示

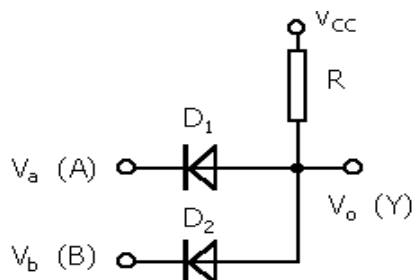


图 8-9 二极管与门电路

2、其输入与输出的关系

当 V_a 、 V_b 为高电平

(5.7V); 当 V_a 、 V_b

(0V): V_o 为低电平

“与”逻辑功能, 称

输 入		输出
A	B	Y
0V	0V	0 V
0V	3V	0 V
3V	0V	0 V
3V	3V	3 V

(5V): V_o 为高电平

有一个是低电平

所以该电路完成

为“与门”

3、真值表

表 8-3 与门真值表

输 入		输出
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

所谓真值表是指表明逻辑门电路输入端状态和输出端状态逻辑对应关系的表格

从真值表可以看出: 与门电路的逻辑功能是:
“有 0 出 0, 全 1 出 1”。

4、逻辑符号



图 8-10 与门逻辑符号

该符号是电气和电子工程师协会制订的标准, (既 IEEE 标准)。这是目前常用的标准, 在新版杂志和书籍中广泛采用。但在阅读资料时可能还会遇到以前的资料采用的以前的国际标准符号, 我会在以后给同学们列出, 希望同学们在现在阅读资料时不要感到陌生。

对于与门电路要重点讲解, 但对于其他门电路在相同内容和相似的分析过程中不再重复。以留给学生一定的思考空间, 也为学生的个性化发展提供的前提。

4、逻辑函数式

$$Y=A \cdot B \quad (\text{中间点乘也可以去掉})$$

小结：与逻辑关系的定义（强调所有条件均具备）

第一节 逻辑门电路（二）

教学目的： 让学生掌握门电路的基本类型

教学重点： 门电路的逻辑关系

教学难点： 各门电路的逻辑关系与逻辑表式与真值表的联系

教学方法： 讲授法

教学过程：

一、复习提问：

1、什么叫与逻辑关系？与门电路的符号怎么画？其功能是什么？

二、新授：

(一) 或门电路：

1、 或逻辑关系

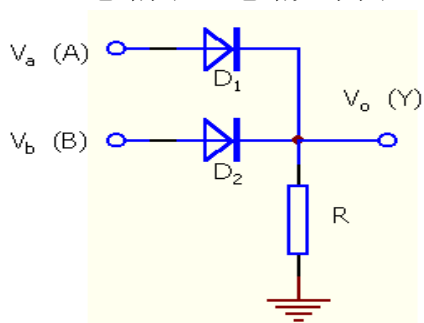
在决定一件事的各种条件中，至少具备一个条件，这件事就会发生。这样的因果关系称为或逻辑关系。

举例说明：以开锁为例和书上的开关并联为例。

让学生联系生活说明有哪些常见的或逻辑。（讨论）

2、 或门电路

(1)、电路图 电路如下图 8-12 所示



V_a 、 V_b 有一个是高电平(5V)： V_o

为高电平； V_a 、 V_b 两个都为低电

图 8-12 二极管或门电路

(1)、真值表

表 8-4 或逻辑关系

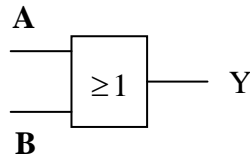
输入		输出
A	B	Y
0	0	0
0	1	1

从真值表可以看出：与门电路的逻辑功能是：“有 1 出 1，全 0 出 0”。

1	0	1
1	1	1

3、逻辑符号

图 8-13 或门逻辑符号



4、逻辑函数式

$$Y=A+B$$

(二)、非门电路:

1、 1、非逻辑关系:

事情和条件总是呈相反状态。这种系称为非逻辑关系。

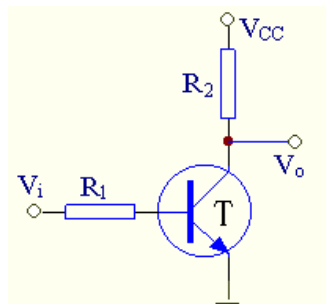
举例说明:以书上的开关和灯并联为例。

让学生联系生活说明有哪些常见的非逻辑。(讨论)

输入	输出
A	Y
0	1

2、非门电路

(1) 电路图 三极管反相器电路如下图 8-15:



当 V_i 为高电平

当 V_i 为低电平

所以该电路完成“非”

图 8-15 非门电路

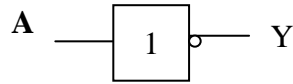
2、真值表

表 8-6 非门真值表

从真值表可以看出: 与门电路的逻辑功能是: “有 1 出 0, 有 0 出 1”。

1	0
---	---

3、逻辑符号



4、逻辑函数式

$$Y = \bar{A}$$

学习重点提要：各门电路的逻辑符号、逻辑函数表达式、真值表（记住逻辑功能）

学习方法：对于逻辑符号要用自己的方式去理解，不可死记。以后还有其他的符号会形成混淆的。在刚开始的时候一定要注意多练习，记巩固所学内容。

小结：

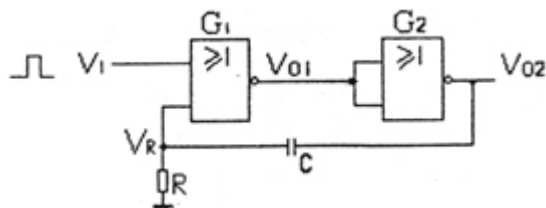
该堂课为了让学生能够理解与门、或门、非门的作用与符号，要从学生能够理解的入手，让学生能够用自己的方式去学好这三个门电路的相关知识，为数字电路的学习打下基础。教学中要广泛发挥学生的主动性，让学生参与到教学的过程中去，用讨论的方式加深学生的印象。

课堂练习：

- 1、画出三个门电路的逻辑图，写出各自的逻辑函数表达式及逻辑功能。
- 2、试分析二极管与门电路的工作原理。

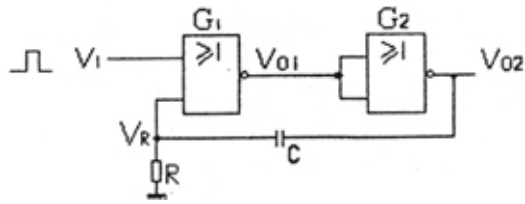
作业：

- 1、画出与门、或门、非门的逻辑符号，并写出相应的逻辑函数表达式。
- 2、画出下列实际应用电路图



课后练习：

1、查找有关资料，说明下图的作用是什么？



图一：

- 2、查找有关资料，做好相关准备，做出书上 P161 的图 8-24 电路。说明：由于市电的调节有些困难，建议对整流部分用直流电代替，对原理没有影响。
- 3、预习与非门、或非门、与或非门、异或门电路。
- 4、P₃₃₅₋₃₃₉ 你有哪些认得的门电路，在练习本上列出来。
- 5、P₁₆₇ 习题八的 T_{8.4}

第一节 逻辑门电路 (三)

教学目的: 1、让学生掌握复合门电路的类型

2、培养学生分析能力和应用能力

教学重点: 复合门电路的逻辑关系

教学难点: 各门电路的逻辑关系与逻辑表式与真值表的联系

教学方法: 讲授法

教学课时: 一课时

教学过程:

一、复习提问:

1、与门、或门、非门的逻辑功能与逻辑表达式。(用提问方式)

二、引入课题:

通过学习这些基本的门电路,掌握了数字电路的入门技巧,那我下面我们来扩展学习内容,加深学习程度,以便在实际中能很好的应用。只有学好了这些门电路的作用,在数字钟的应用中我们才能掌握他的过程。

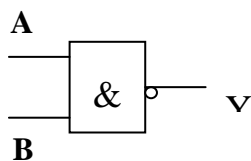
(一)、与非门

1、构成:将一个与门和一个非门联结起来,就构成了一个与非门。(图 8-17)

2、逻辑函数表达式:

$$Y = \overline{A \cdot B} \quad (\text{中间点乘也可以去掉})$$

3、逻辑符号:



逻辑符号与与门和非门有很大的联系。

4、与非门真值表:(在讲解中,由与门过渡到与非门)

表 8-7 与非门真值表

X	Y	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

5、逻辑功能（最好让学生总结出来，可以由真值表总结出来，也可以由与门和非门的逻辑功能总结出来）：“有 0 出 1，全 1 出 0”

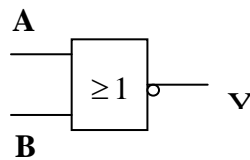
8. 3. 5 或非门

1、构成：将一个或门和一个非门联结起来，就构成了一个或非门。（图 8-18）

2、逻辑函数表达式：

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

3、逻辑符号：



4、或非门真值表：（在讲解中，由或门过渡到或非门）
表 8-8 或非门真值表

X	Y	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

5、逻辑功能（最好让学生总结出来，可以由真值表总结出来，也可以由或门和非门的逻辑功能总结出来）：“有 1 出 0，全 0 出 1”

（二）、与或非门

教法：

由于实际中跟本没有单独的与或非门，故可以不讲，只是在组合使用中，与或非应用又较为广泛，故可以采用推理来讲解，来减轻学生的学习负担，提高学生的学习积极性。

1、构成：由二个或多个与门和一个或门，再和一个非门串联而成。（图 8-19）

2、逻辑函数表达式：（重点，在逻辑电路化简中常用）

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

3、逻辑符号：（不常见，故该符号也以不掌握，在应用中用与门和或非门构

成)

4、或非门真值表:

由于在实际中没有真实的采用,只是一种组合方式,所以学生不必要花时间在真值表的理解上,只要知道如何去推出真值表即可。

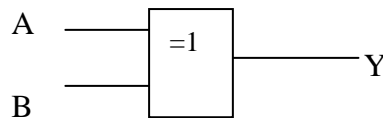
5、逻辑功能 (略去不讲)

(三)、异或门

1、异或门逻辑结构及符号

逻辑结构较为复杂,不在课堂作必掌握知识来讲,鼓励学生在课外分析逻辑结构的功能情况。

逻辑符号



更正书本上的错误,应该没有圆圈。(鼓励学生在书本上找到异或电路的应用作为佐证,说明教材有误)(在书上 P210 图 10-23 及 P336 的资料)

2、异或门真值表

表 8-10 异或门真值表

输 入		输出
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3、逻辑表达式

$$Y = \overline{A}B + A\overline{B} \quad \text{或} \quad Y = A \oplus B$$

3、逻辑功能

同出 0, 异出 1

*异或门在数字电路中作为用来判断两个输入信号是否相同的门电路。是常用的一种门电路。

教学重点明示:对于组合型的逻辑符号不再像上节课那样要求死记多少,可以直接从已有的知识中推导出来。主要是分清各逻辑功能。

学习方法引导:可以将这七种门电路的逻辑功能归总列表。

小结:

该堂课扩展讲解各常用组合逻辑门电路,其思路与上节课相似,在讲课过程中应该突出学生的总结和分析能力的培养,不要用灌输式的方式教学,以让学生能有兴趣去学习,对于教材的错误内容,要引导学生去改正,并要求学生在阅读资料时要有自己的主见,在有争议的情况下应该广泛阅读以求证自己的

判断。

课堂练习：

- 1、 在一条长廊中，想用三个开关去控制一盏灯，如奇数个开关合上时，则灯亮；如偶数个开关合上时(0 是偶数)，则灯熄。根据该文字描述建立真值表。
- 2、 汽车行驶至某交通路口时,若信号灯是绿的 (A)，或信号灯虽是红的但没有其它汽车穿越路口时 (B)，该汽车可以右转 (Y)。写出汽车可以右转的逻辑函数表达式。 $Y=A+B$

第一节 逻辑门电路 （四）

教学目的： 让学生掌握同或门电路的作用

教学重点： 同或门电路的逻辑关系

教学难点： 同或门电路的逻辑关系与逻辑表式与真值表的联系

教学方法： 讲授法

教学过程：

一、复习提问：

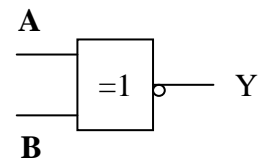
上节课我们学过常用复合门有哪些？它们的功能分别是什么

二、引入课题：

同或门 （补充内容）

1、同或门逻辑符号

（就是在异或门的基础上加一个非号）



2、同或门真值表

表 8-10 同或门真值表

输 入		输出
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

3、逻辑表达式

$$Y=A\odot B$$

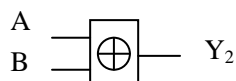
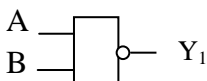
4、逻辑功能

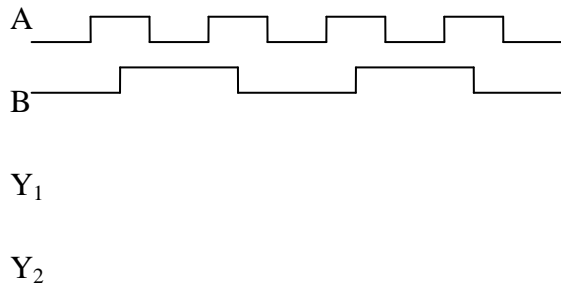
同出 1，异出 0

三、找两个学生上台，要求画出八个逻辑门的符号以及写出它们的功能

作业：

1、出下图的表达式，并根据输入画出输出波形。

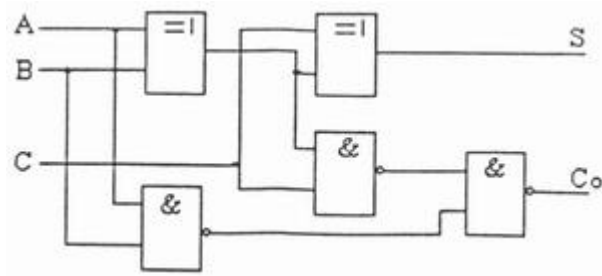




逻辑表达式 Y₁= _____ ; Y₂= _____

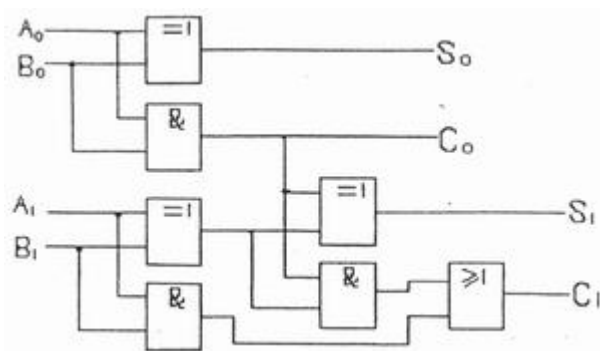
2、试分析如图所示写出逻辑表达式。

A、 C₀= _____ S= _____



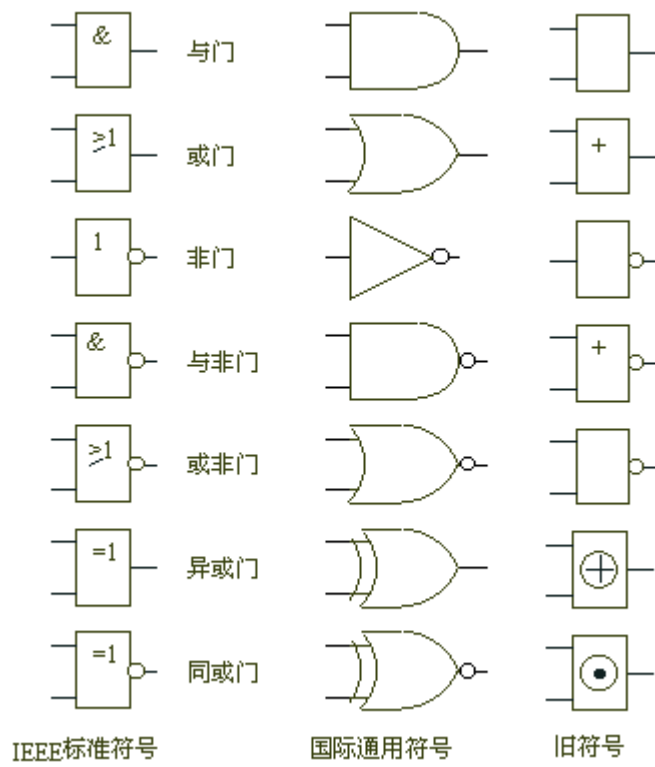
B、 C₀= _____ C₁= _____

S₀= _____ S₁= _____



知识扩展：（有利于学生在课外阅读资料）

新旧符号对照：



课后练习：

- 1、P₁₆₈ 习题八的 8-5、8-6、8-7 与 8-13
- 2、熟悉 P₁₆₆ 的基本逻辑门一览表

第二节 TTL 集成逻辑门

教学目的： 1、让学生掌握逻辑门电路的实际情况
2、培养学生应用能力，提高学生的动手能力
3、培养学生的资料阅读能力

教学重点： TTL 集成逻辑门电路的特点

教学难点： TTL 集成逻辑电路的应用注意事项及动手能力的培养

教学方法： 讲授法

教学课时： 一课时

教学过程：

一、复习提问：

1、写出各种逻辑门电路的逻辑功能与逻辑表达式。

并就学生的预习情况作一了解，（调查方式） 目的：引导学生预习并养成习惯。

只有真正了解了学生的学习状况，引导好了学生的学习思想，才能让学生主动的去学习，才能很好的掌握所学内容。

二、引入课题：

通过学习这些基本的逻辑门电路，掌握了基本数字电路的逻辑功能，那我下面我们来学习逻辑门电路在实际中的应用情况，加深学习程度，以便在实际中能很好的应用。只有学好了这些门电路的作用，在数字钟的应用中我们才能掌握他的过程。

三、新授：

新授主旨：为了不加重学生的学习负担，在集成逻辑门电路讲解中以突出应用为主，对参数的有关内容不做讲解，提高学生在实际应用中的动手能力，解决学生查阅资料难的问题。

新授方式：以讲解具体的集成逻辑电路为引导，让学生切实体会到数字逻辑电路的应用较为简单。

（一）、TTL 集成逻辑门

1、解释何谓 TTL：就是晶体管-晶体管逻辑门电路。

2、外形封装（实物展示）

解释为什么标 1A、1B、1Y、2A、2B、2Y 等。

A、B 表示是输入端，Y 表示是输出端，而数字表示是第几个门。

各引脚的编号判断方法：

把标志（半圆形凹口）置于左端，逆时针方向自下而上顺序读出序号

要特别注意每个集成逻辑门电路都有地和电源，地方也是固定的，都是第一排的最后一脚为地（一般是第七脚），最后一脚为电源（一般为 14 脚）。

二、TTL 集成逻辑门电路主要参数

- 1、输出高电平 V_{OH} 和输出低电平 V_{OL}
- 2、输入高电平 V_{IH} 和输入低电平 V_{IL}
- 3、输出高电平电流 I_{OH} 和输出低电平电流 I_{OL}
- 4、传输延时时间 t_{PHL} 和 t_{PLH}
- 5、扇出系数 N_O

三、TTL 与非门的电压传输特性

1、特性曲线分析：

曲线大体可分为 AB、BC、CD、DE 四段。分别为截止区、线性区、过渡区、饱和区

2、阈值电压、关门电平、开门电平和输入信号噪声容限

(1) 阈值电压

也叫门槛电压，并用 V_T 表示， V_T 是一个很重要的参数， $V_I > V_T$ 时，输出为高电平； $V_I < V_T$ 时，输出为低电平。

(2) 关门电平 V_{OFF} ：

在保证输出为额定高电平的 90% 条件下，允许的最大输入低电平值称为关门电平

(3) 开门电平 V_{ON} ：

在保证输出为低额定电平时，所允许的最小输入高电平值称为开门电平

(4) 输入信号噪声容限

高电平噪声容限：在保证输出为低额定电平时，所允许加在输入高电平上（极性和输入信号相反）的最大噪声电压，称为高电平噪声容限，用 V_{NH} 表示

低电平噪声容限：在保证输出为额定高电平的 90% 条件下，所允许加在输入低电平上（极性和输入信号相反）的噪声（或干扰）电压，称为低电平噪声容限，用 V_{NL} 表示

噪声容限是用来说明与非门抗干扰能力大小的参数，噪声容限大，说明抗干扰

能力强，反之，则弱

四、TTL 与非门应用举例：

用一只 CT74LS00 的四二输入与非门组成的一个简易的电源电压监视器
如图 8-24 所示

学会分析此电路的工作原理。

第三节 CMOS 集成逻辑门（一）

教学目的： 让学生了解 CMOS 反相器的构成、工作原理

教学重点： CMOS 反相器的特点

教学难点： CMOS 反相器的工作原理

教学方法： 讲授法，

教学过程：

一、复习提问：

TTL 集成逻辑电路有哪些主要参数？各表示什么含义？

(2) CMOS 集成逻辑门

(一) 概述

1、解释何谓 CMOS；

就是由 PMOS 和 NMOS 组成的互补电路，即为 CMOS 电路

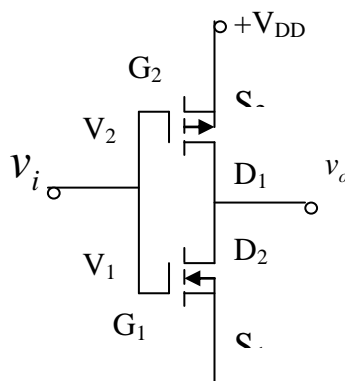
2、CMOS 集成逻辑门的特点：

- ① 静态功耗低
- ② 输出高低电平差值大
- ③ 抗干扰能力强
- ④ 扇出系数大（在 50 以上，而 TTL 电路扇出系数一般只有 10）
- ⑤ 开关速度稍慢于 TTL 电路
- ⑥ 制造 CMOS 集成电路的工艺比 TTL 电路简单
- ⑦ CMOS 集成电路封装与外形与 TTL 集成逻辑电路一样

(二) CMOS 反相器

1、电路结构：如右图所示

它是两个增强型 MOS 管互补连接而成。 V_1 是 NMOS 管，作为驱动管； V_2 为 PMOS 管，作为负载。正常工作时，要求 V_{DD} 大于两只管子的开启电压绝对值之和。即 $V_{DD} > V_{TN} + |V_{TP}|$ (V_{TN} 为正值， V_{TP} 为负值)



2、工作原理：

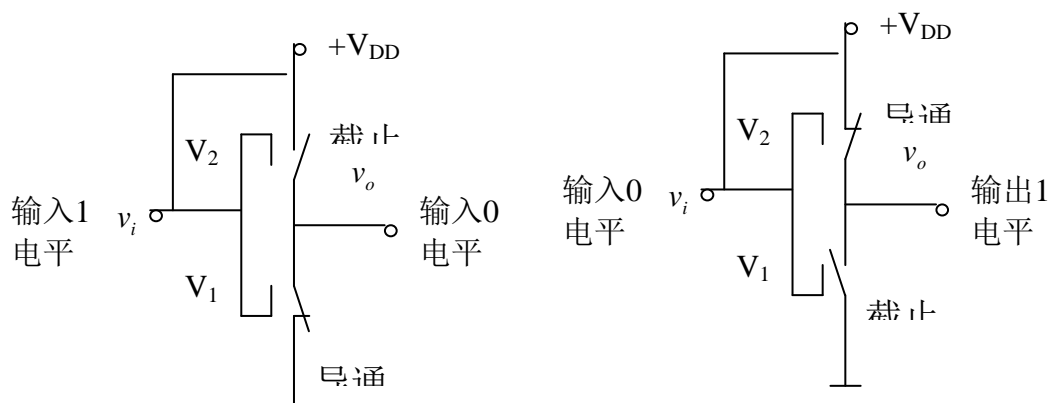
先回顾两种 MOS 管的正常导通条件，然后再分析工作原理

①当 $V_I = V_{IL}$ 时， V_1 截止； $V_{GS2} = -V_{DD}$ ， V_2 饱和， S_2 与 D_2 极间相当于短路，所以 $V_O \approx V_{DD}$

②当 $V_I = V_{IH} = V_{DD}$ 时， V_1 饱和； $V_{GS2} = 0$ ， V_2 截止， S_2 与 D_2 极间相当于开路，因 V_1 饱和， S_2 与 D_2 极间相当于短路，所以 $V_O = V_{OL} = 0V$

由上可知，当输入低电平时，输出为高电平；当输入高电平时，输出为低电平。实现了逻辑反相的功能。

CMOS 反相器也可以理解为一个单刀双掷开关，如下图所示：



小结：CMOS 电路的工作原理，并与晶体管反相器进行对照

第三节 CMOS 集成逻辑门（二）

教学目的： 让学生了解 CMOS 与非门、或非门的构成、工作原理

教学重点： CMOS 与非门、或非门的构成

教学难点： CMOS 与非门、或非门的工作原理

教学方法： 讲授法，

教学过程：

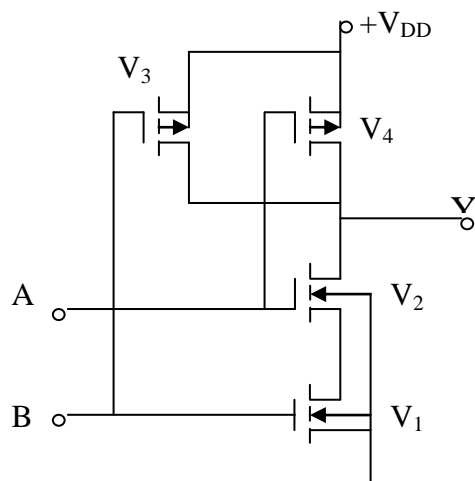
一、复习提问：

CMOS 反相器有什么功能？

二、新授：

（一）、CMOS 与非门

1、电路结构：



2、工作原理：

当A、B端有一端或两端为低电平时， V_1 、 V_2 中总有一个或两个管子截止，而 V_3 、 V_4 中总有一个或两个管子饱和导通。所以，输出为高电平 $V_O = V_{OH} = V_{DD}$

当A、B端全为高电平时， V_1 、 V_2 均饱和导通，而 V_3 、 V_4 均截止，故输出为低电平 $V_O = V_{OL} = 0V$

3、真值表：

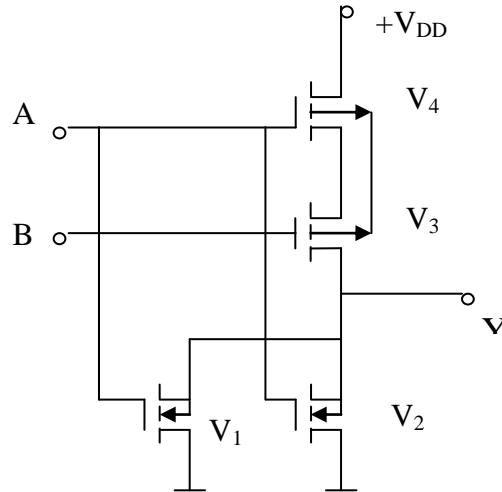
输入		输出
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1

1	1	0
---	---	---

由表可知，电路满足“有0出1，全1出0”的逻辑关系，故为与非门

(二)、CMOS 或非门

1、电路结构：



2、工作原理：

当输入端有高电平 V_{DD} 时， V_1 、 V_2 中总有一个或两个管子饱和导通，而 V_3 、 V_4 中总有一个或两个管子截止。所以，输出为低电平 $V_O = V_{OL} = 0V$

当A、B端全为低电平时， V_1 、 V_2 均截止，而 V_3 、 V_4 均饱和导通，故输出为高电平 $V_O = V_{OH} = V_{DD}$

3、真值表：

输入		输出
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

由表可知，电路满足“有1出0，全0出1”的逻辑关系，故为或非门

小结：两种电路的工作原理，并与TTL的同类门进行对照

练习：P168 8-12

第三节 CMOS 集成逻辑门（三）

教学目的： 让学生了解 CMOS 传输门的构成、工作原理

教学重点： CMOS 传输门的工作原理

教学难点： CMOS 传输门的工作原理

教学方法： 讲授法，

教学过程：

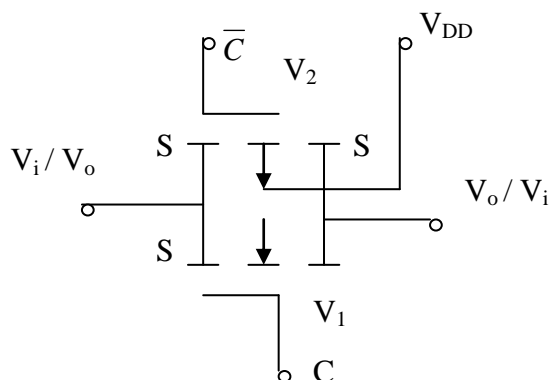
一、复习提问：

CMOS 与非门、CMOS 或非门的功能与 TTL 对应的电路的功能相同吗？它们各自分别有什么特点？

二、新授：

（一）、CMOS 传输门

二、电路结构：



2、工作原理：

设控制信号高电平 $V_{OH} = V_{DD}$ ，低电平 $V_{OL} = 0V$

(1)、当控制端C加高电平， $V_C = V_{DD}$ ，($\overline{V_C} = 0V$)时，若输入信号 V_I 在 $0 \sim V_{DD}$ 之间变化，则 V_1 和 V_2 中至少有一个管子是导通的，即传输门的输入与输出之间呈低阻状态，传输门导通，相当于开关接通。此时， $V_o = V_i$

(2)、当控制端C加低电平时， $V_C = 0V$ ，($\overline{V_C} = V_{DD}$)时，只要 V_I 在 $0 \sim V_{DD}$ 之间变化， V_1 和 V_2 均截止，相当于开关断开。

据上分析可见，CMOS传输门是一种传输信号的可控开关电路，由于MOS管结构对称，其源极与漏极可以对调使用，因此，传输门具有双向性，也称为双向开关。

(二)、CMOS 电路使用注意事项

- (1) 输入端不能悬空。多余的输入端根据逻辑功能或接高电平（如与门，与非门）或接低电平（如或门，或非门）
- (2) 电源不能接反，也不能超压。

VSS 一般也就是接地，在特殊场所可以接负电源。CMOS 与 TTL 集成逻辑电路的区别在功能上没有，主要是功耗上，现在广泛采用 CMOS 系列，也就是 40 系列。而 TTL 系列也常称为 74 系列。

讨论：对比模拟电路的应该，哪一个简单？

(三)、习题讲解

8-2: 图 a 和图 c 能发光

8-4: Y 分别等于 1 (异或门)、0 (或非门)、0 (与或非门)

8-5: 全 0 出 1, 有 1 出 0 (与非门) 根据这个逻辑功能画图即可。

8-6: $Y=A$

$$8-7: Y_a = \overline{\overline{AB} \cdot \overline{CD}} \qquad Y_b = \overline{\overline{(A+B)} \cdot \overline{C}}$$

$$Y_c = \overline{\overline{(A+B)} \cdot \overline{C}} \qquad Y_d = \overline{A \cdot B + C}$$

8-13: 图 a 非门 图 b 或门 图 c 与门 (注意步骤和规范)

小结: 该堂课的重点在练习的讲解上, 在练习过程中, 一定要让学生先做好练习, 只有学生自己做了练习才能在讲解过程中对已有知识作一新的定位认识, 才会找到自己的不足, 也才可能找到自信点。对于集成逻辑电路的讲解主要侧重于应用, 但在课堂上当场应用的可能性又不大, 只有想办法激发学生在课外的动手热情, 在课外多些时间辅导学生的制作过程。

本章总结:

第八章的数字门电路通过八课时的学习, 同学们应该要形成一个初步的印象, 养成一个良好的习惯, 在学习中的注意做好每一个细节, 因为是刚入门的内容, 虽然较浅但是却很重要, 对一些电路的习惯画法要养成。同学们一定要在课余做好复习练习, 并尽可能的完成电路的制作。

作业:

1、P₁₆₉ T₈₋₁₃

2、P₁₆₈ T₈₋₇

课后练习：

- 1、复习第八章的数字门电路的相关知识。
- 2、预习第九章第一节数制
- 3、整理好第八章习题的答案
- 4、利用课余时间做出 P161 的图 8-24 的电路。