

6.002

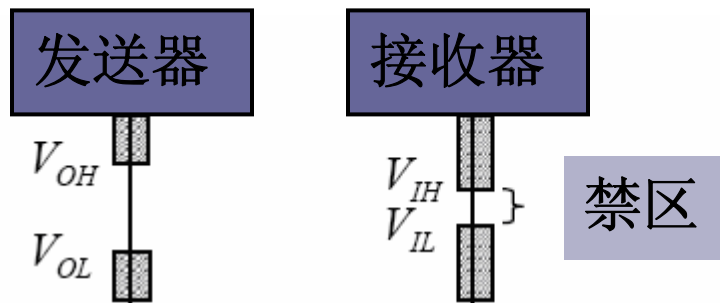
电路与
电子学

数字门的内部

复习

数字的抽象模型

- 离散量 0, 1
- 静态准则
满足不同的域值电压



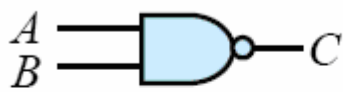
明确应该设计什么样的门.

复习

组合门模型

➡ 输出仅是输入的函数

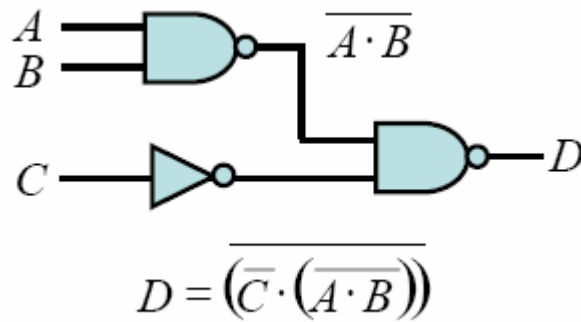
➡ 满足静态准则



与非门

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

例子：
一个数字电路



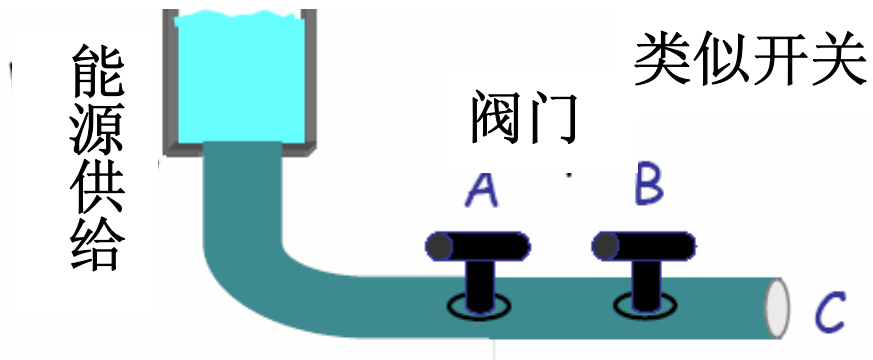
包含三个门的电路

■ 一个奔腾三的微处理器包含了四百万多个门

■ 麻省理工大学计算机科学实验室设计的计算机读写芯片大约包含三百万个门。

如何建造一个数字门电路

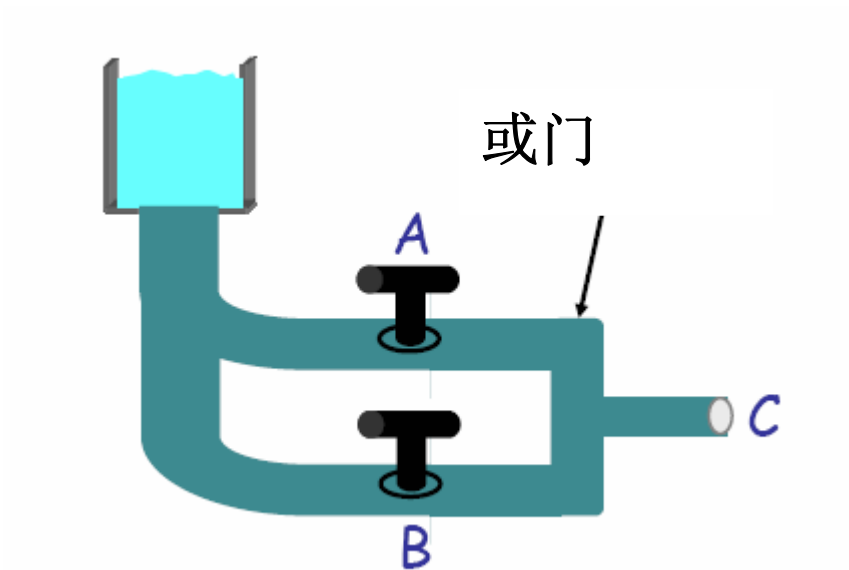
类似下图



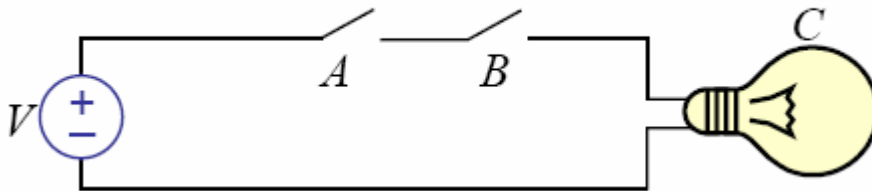
如果 **A** 打开并且 **B** 打开
C 能流出水来，
否则 **C** 不能。

用这个例子建立一个与门电路

如何建造一个数字门电路



电路模拟



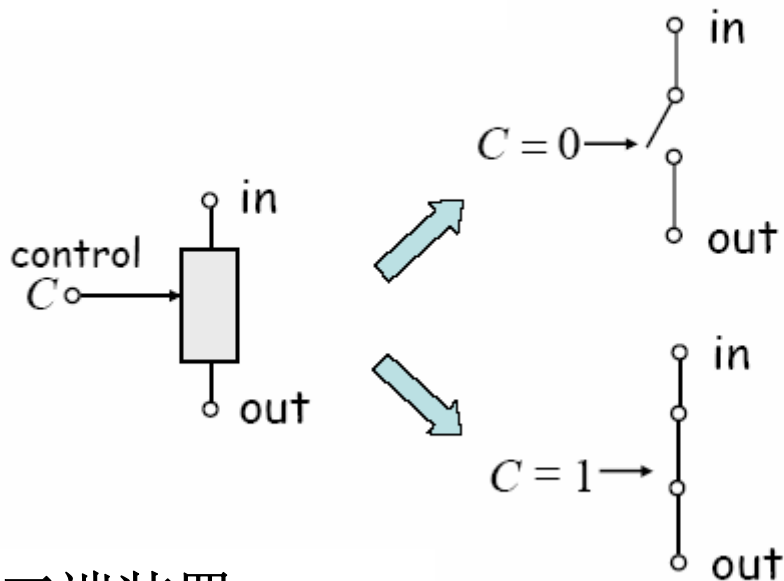
当 A 和 B 都合上时，电灯 C 亮

关键：“开关”器件

电路模拟

开关器件

等效电路



三端装置

如果 $C=0$

短接 IN 和 OUT 之间的电路

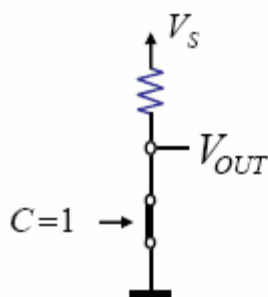
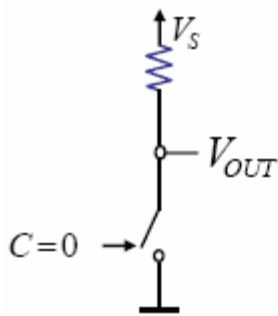
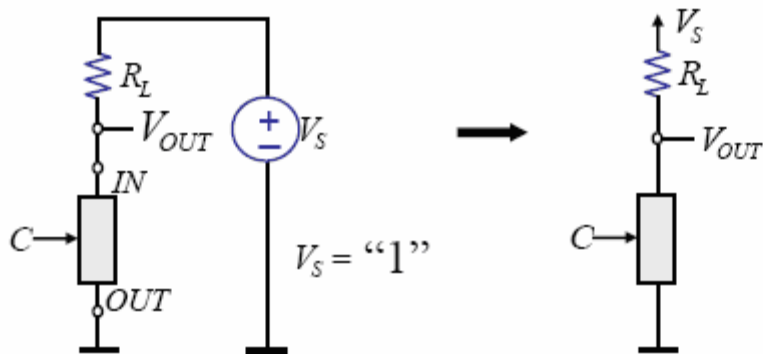
否则

断开 IN 和 OUT 之间的电路

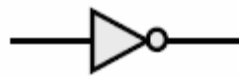
对于机械开关

控制 **➡** 机械按钮

思考

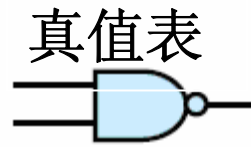
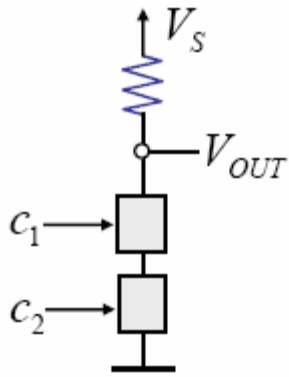


真值表

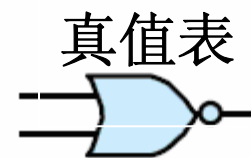
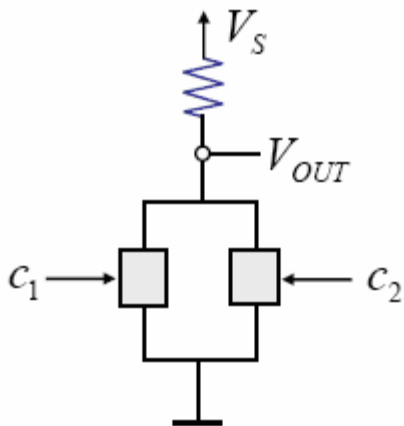


C	V_{OUT}
0	1
1	0

这个呢？



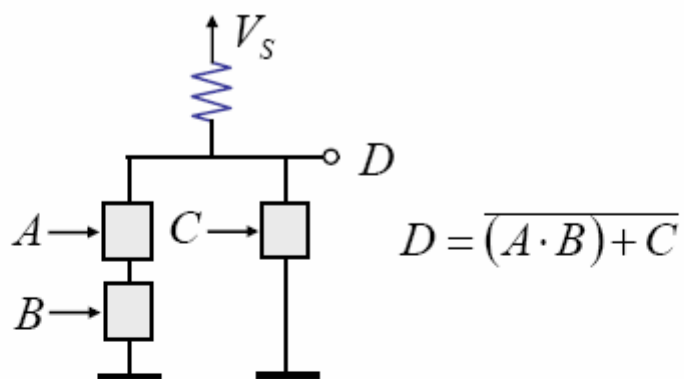
c_1	c_2	V_o
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



c_1	c_2	V_o
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

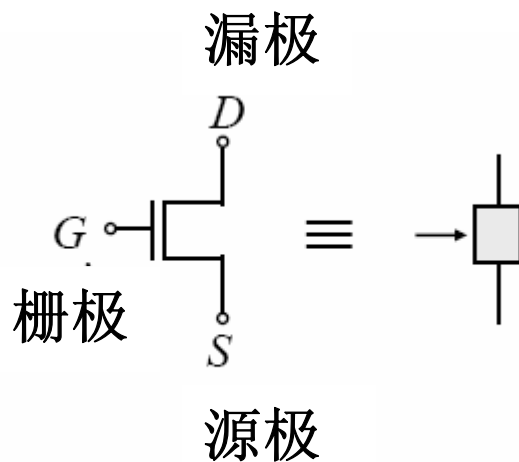
这个呢？

也能搭建组合电路



MOSFET 场效应晶体管器件

金属氧化物半
导体场效应晶
体管器件



G D S 三端的行为表现类似一个开关

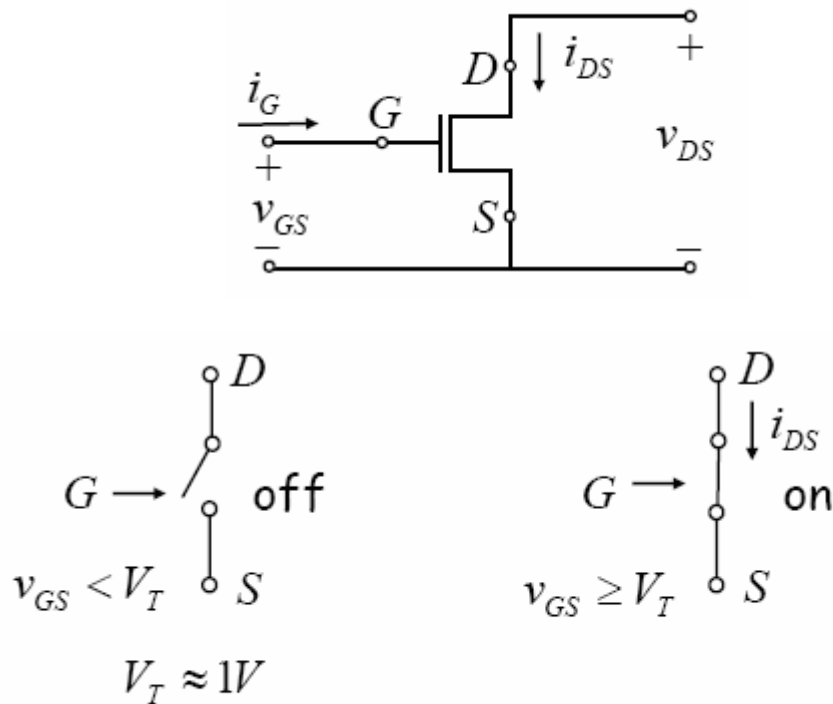
G : 控制端

D S : 以相应的方式运行（根据我们的需要）

金属氧化物半导体场效应晶体管装置

将它看成一个二端元件来理解其工作原理

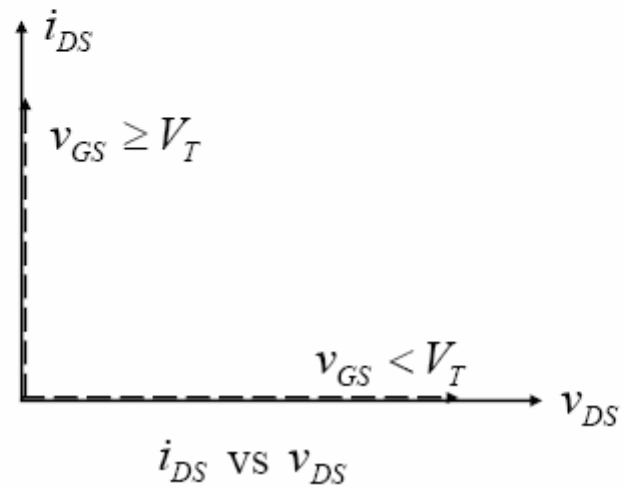
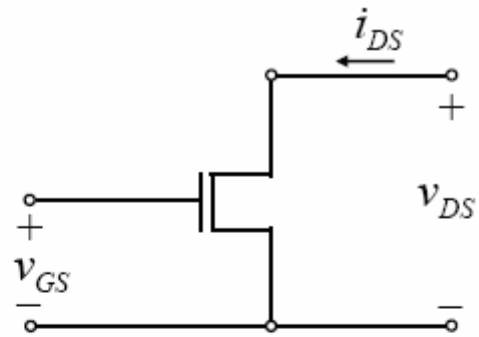
到课本中查阅它的内部结构



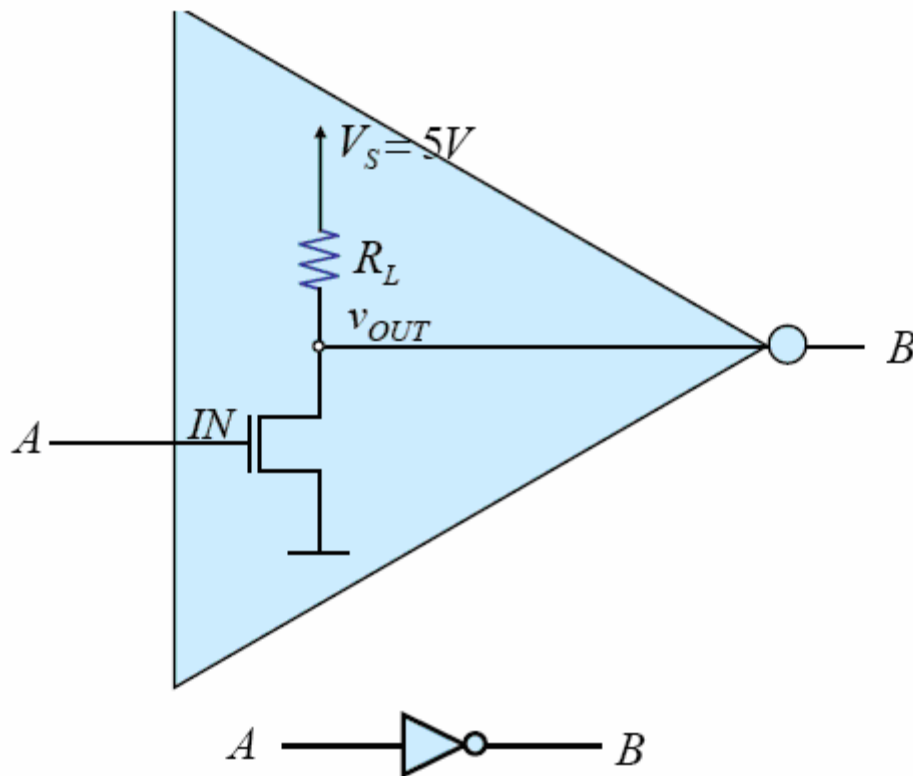
开关模仿金属氧化物半导体场效应晶体管器件, 金属氧化物半导体场效应晶体管器件的开关模型。

V_T 为门电压 约为一伏

在示波器上检测 MOS 器件



一个由金属氧化物半导体场效应晶体管构成的反相器

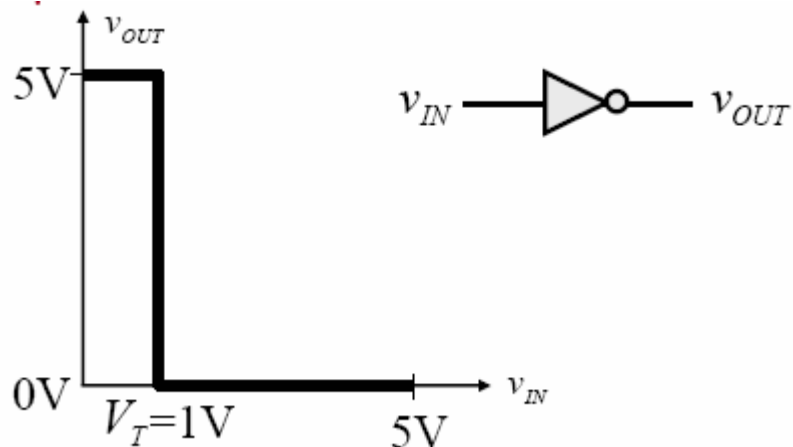


注意抽象模型的电源

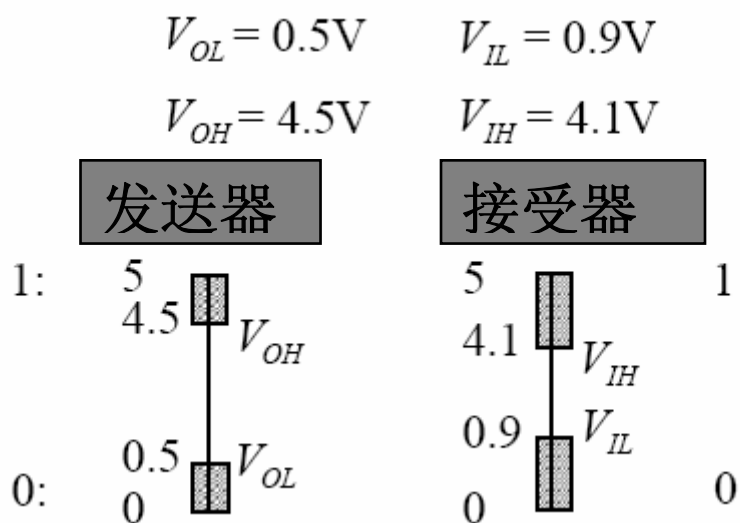
反相器的符号隐去了内部的细节如电源连接、 R_L 、 GND 等等。

（当我们构造门电路时所有门的 \uparrow and \perp 是共用的）

例如；



T1000 型的手提电脑要求门电路满足如图所示的电压阈值（静态准则），而我们的反相器能满足要求吗？



我们的反向器满足这个。

又：

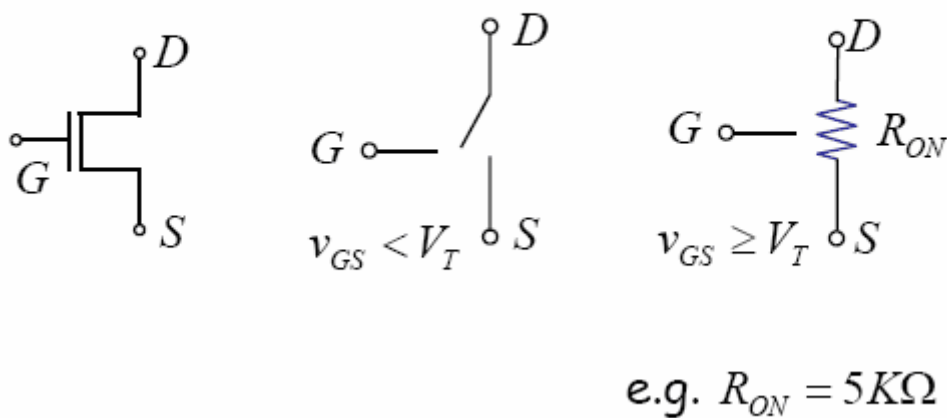
我们的反相器能满足静态准则所规定的阈值吗？

$$\left. \begin{array}{ll} V_{OL} = 0.2\text{V} & V_{IL} = 0.5\text{V} \\ V_{OH} = 4.8\text{V} & V_{IH} = 4.5\text{V} \end{array} \right\} \text{是}$$

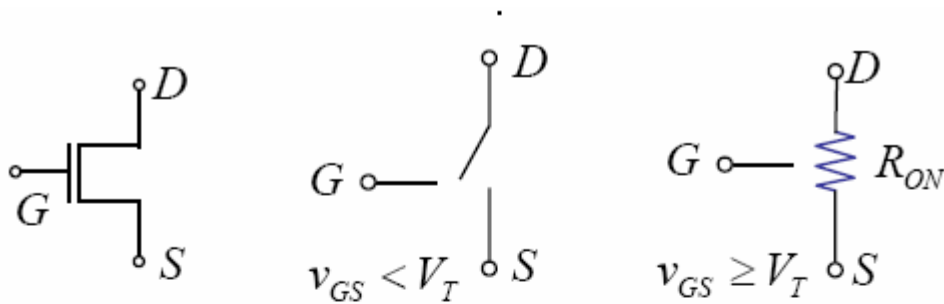
$$\left. \begin{array}{ll} V_{OL} = 0.5\text{V} & \overset{\times}{V_{IL} = 1.5\text{V}} \\ V_{OH} = 4.5\text{V} & V_{IH} = 3.5\text{V} \end{array} \right\} \text{否}$$

开关电阻型的金属氧化物半导体场效应晶体管

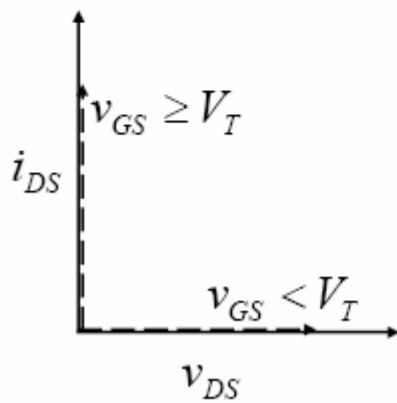
更多精确的 MOS 模型



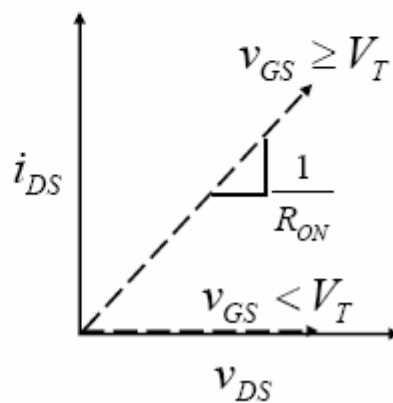
开关电阻型的金属氧化物半导体场效应晶体管



MOSFET
S model



MOSFET
SR model



开关电阻模型的应用

