

第一节 数-模转换

- ❖ 概述
- ❖ 权电阻网络D/A转换器
- ❖ 倒梯形电阻网络D/A转换器
- ❖ D/A转换器的转换精度与转换速度



一、概述

为了能够使用数字电路处理模拟信号，必须把模拟信号转换成相应的数字信号，才能送入数字系统（计算机）进行处理。还经常需要把处理后的数字信号再转换成模拟信号，作为最后的输出。



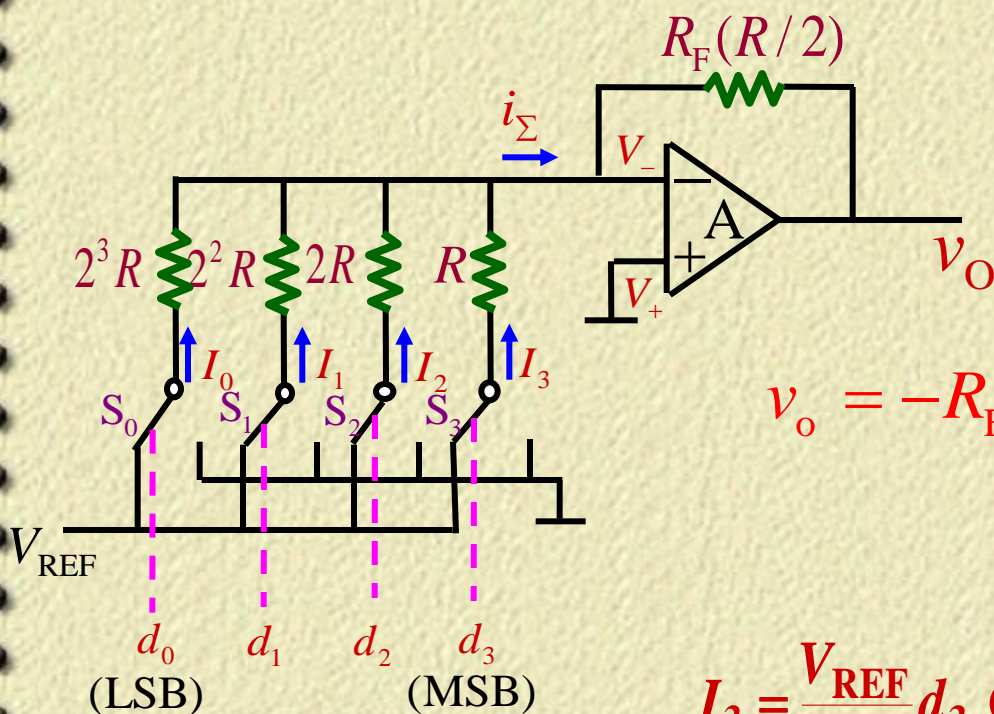
从模拟信号到数字信号的转换称为模-数转换，简称A/D转换。

从数字信号到模拟信号的转换称为数-模转换，简称D/A转换。

转换精度和转换速度是衡量A/D转换器和D/A转换器性能优劣的主要指标。



二、权电阻网络D/A转换器



权电阻网络D/A转换器

$$v_o = -R_F i_{\Sigma} = -R_F (I_0 + I_1 + I_2 + I_3)$$

各支路电流为

$$I_3 = \frac{V_{\text{REF}}}{R} d_3 \quad (d_3 = 1 \text{ 时 } I_3 = \frac{V_{\text{REF}}}{R}, \quad d_3 = 0 \text{ 时 } I_3 = 0)$$

$$I_2 = \frac{V_{\text{REF}}}{2R} d_2 \quad I_1 = \frac{V_{\text{REF}}}{2^2 R} d_1 \quad I_0 = \frac{V_{\text{REF}}}{2^3 R} d_0$$



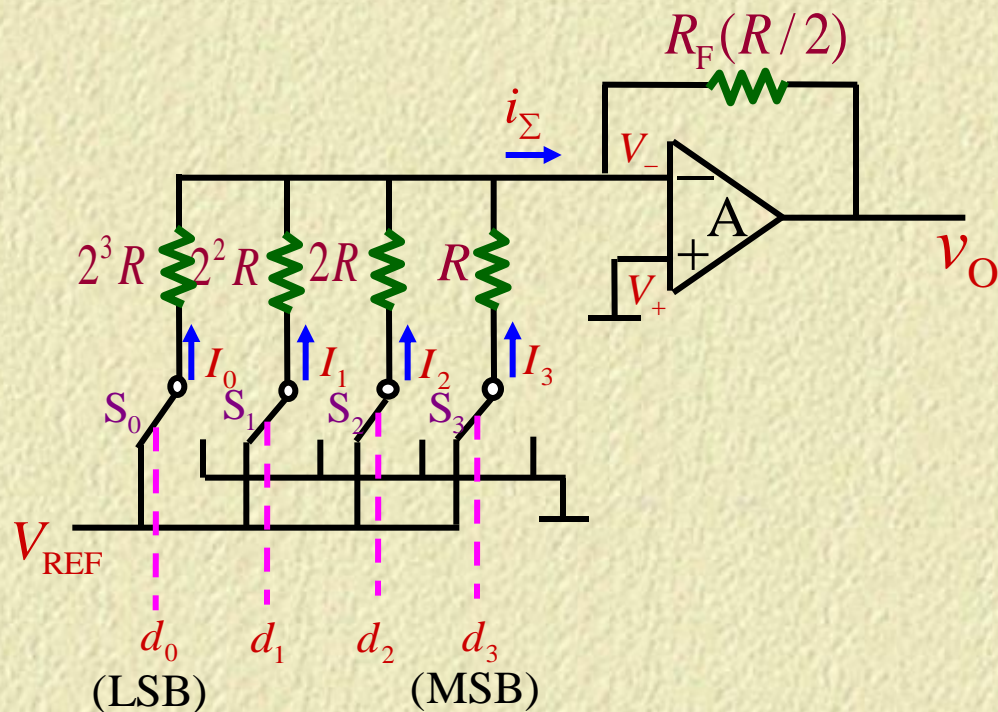
$$v_O = -R_F i_{\Sigma} = -R_F (I_3 + I_2 + I_1 + I_0)$$

$$I_3 = \frac{V_{\text{REF}}}{R} d_3 \quad I_2 = \frac{V_{\text{REF}}}{2R} d_2 \quad I_1 = \frac{V_{\text{REF}}}{2^2 R} d_1 \quad I_0 = \frac{V_{\text{REF}}}{2^3 R} d_0$$

取 $R_F = R/2$, 得
$$v_O = -\frac{V_{\text{REF}}}{2^4} (d_3 2^3 + d_2 2^2 + d_1 2^1 + d_0 2^0)$$

对 n 位权电阻网络D/A转换器取 $R_F = R/2$, 得

$$v_O = -\frac{V_{\text{REF}}}{2^n} (d_{n-1} 2^{n-1} + d_{n-2} 2^{n-2} + \cdots + d_1 2^1 + d_0 2^0) = -\frac{V_{\text{REF}}}{2^n} D_n$$



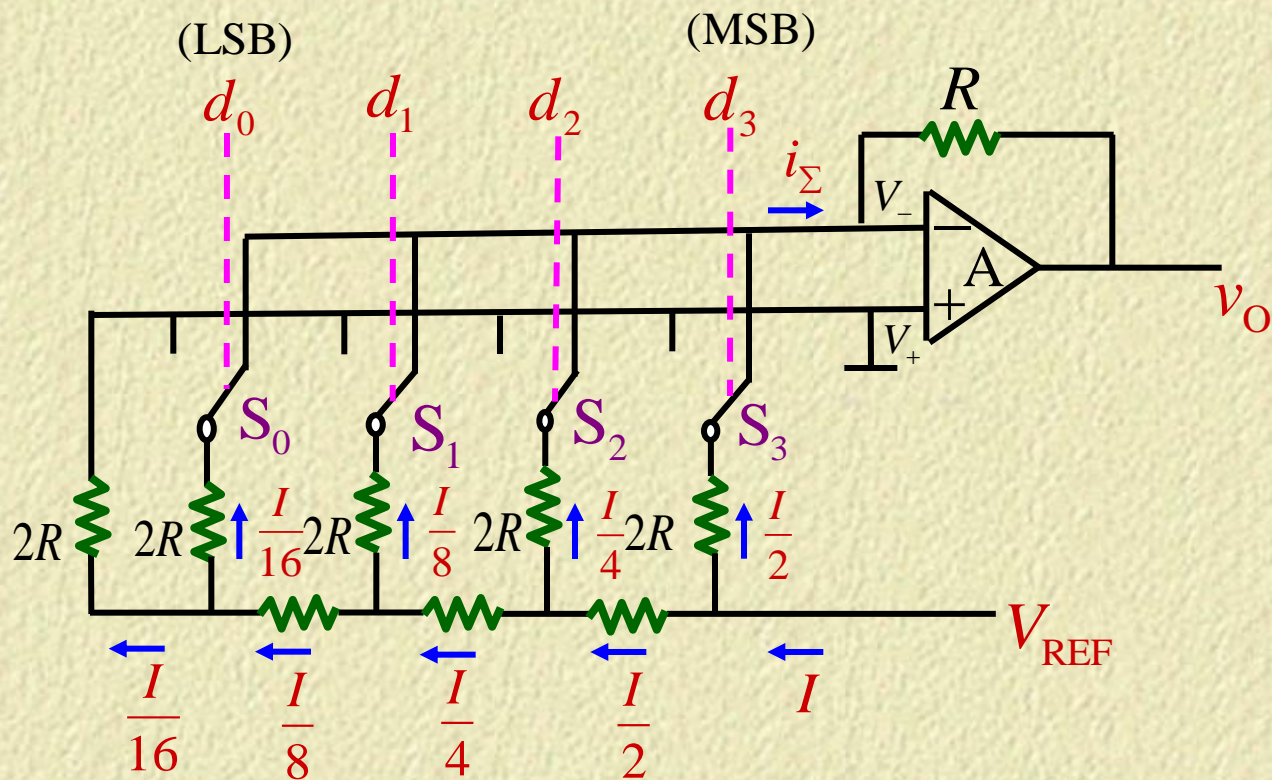
权电阻网络D/A转换器

优点：结构比较简单，所用的电阻元件很少。

缺点：各个电阻的阻值相差较大。



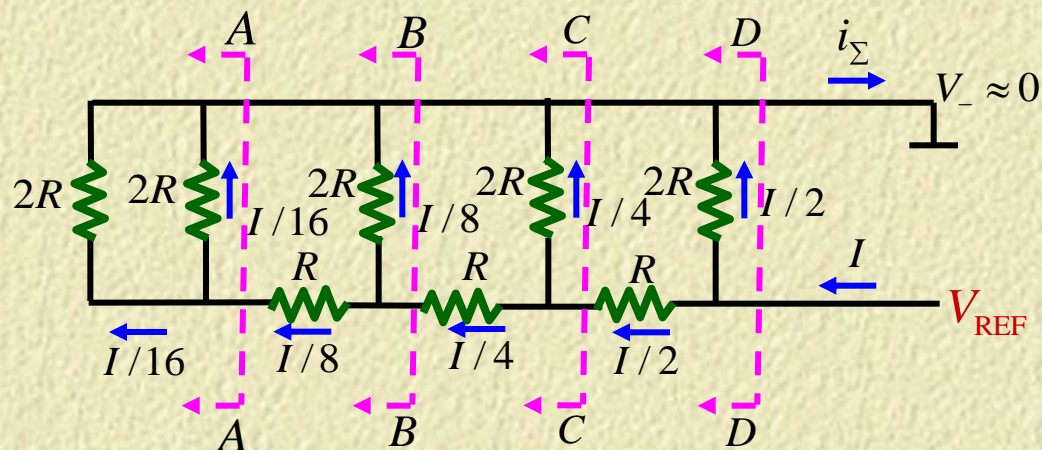
三. 倒T形电阻网络D/A转换器



倒T形电阻网络D/A转换器

$d_i = 0$ 时开关 S_i 接至放大器的 V_+ 。

$d_i = 1$ 时开关 S_i 接至放大器的 V_- 。

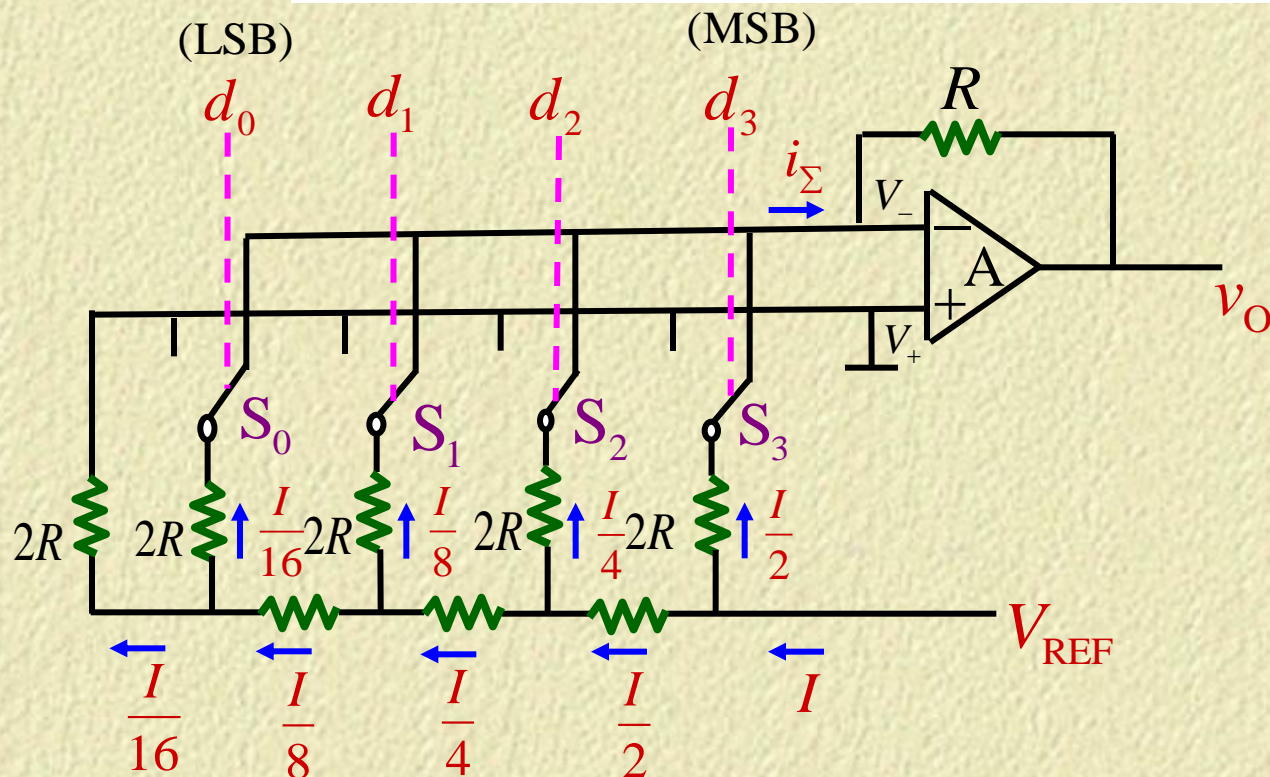


计算倒T形电阻网络支路电流的等效电路

可计算出各支路中的电流:

$$I = \frac{V_{\text{REF}}}{R}$$

每个支路的电流依次为: $\frac{I}{2}$ $\frac{I}{4}$ $\frac{I}{8}$ $\frac{I}{16}$



倒T形电阻网络D/A转换器

$$i_{\Sigma} = \frac{I}{2}d_3 + \frac{I}{4}d_2 + \frac{I}{8}d_1 + \frac{I}{16}d_0$$

$$v_O = -Ri_{\Sigma} = -\frac{V_{\text{REF}}}{2^4}(d_32^3 + d_22^2 + d_12^1 + d_02^0)$$

$$v_O = -\frac{V_{\text{REF}}}{2^n}(d_{n-1}2^{n-1} + d_{n-2}2^{n-2} + \cdots + d_12^1 + d_02^0) = -\frac{V_{\text{REF}}}{2^n}D_n$$



四. D/A转换器的转换精度与转换速度

在D/A转换器中常用分辨率和转换误差来描述转换精度。

分辨率：{ 用输入二进制数码的位数给出。
用D/A转换器能够分辨出的最小电压与最大电压之比给出。

$$\frac{1}{2^n - 1}$$



转换误差:

实际D/A转换特性和理想D/A转换特性间的最大偏差。

表示方法: { 一般用最低有效位的倍数表示。
也可用输出电压满刻度FSR的百分数。
表示输出电压误差绝对值的大小。

如果 V_{REF} 偏离标准值 ΔV_{REF} , 则4位倒T形电阻网络D/A转换器的输出电压误差为:

$$\Delta v_{o1} = -\frac{1}{2^4} (d_3 2^3 + d_2 2^2 + d_1 2^1 + d_0 2^0) \Delta V_{REF}$$



转换速度:

通常用建立时间 t_{set} 来定量描述D/A转换器的转换速度。

