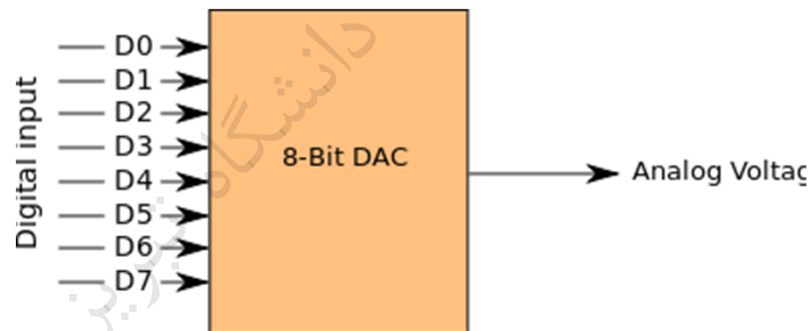
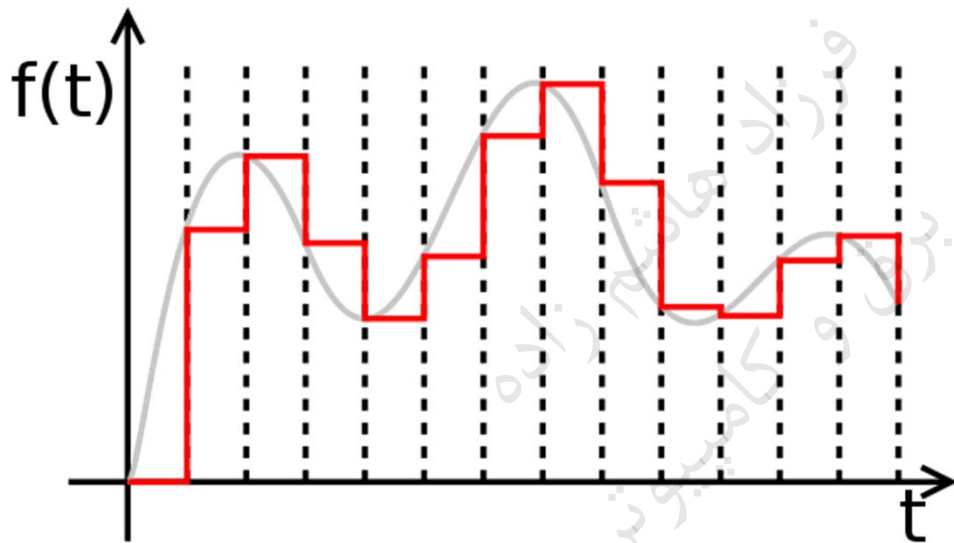


دیجیتال به آنالوگ

توسط **DAC**، اعداد گسسته به سیگنال پیوسته ای تبدیل می شوند تا به المان های فیزیکی (مانند عملگرها) اعمال شوند.

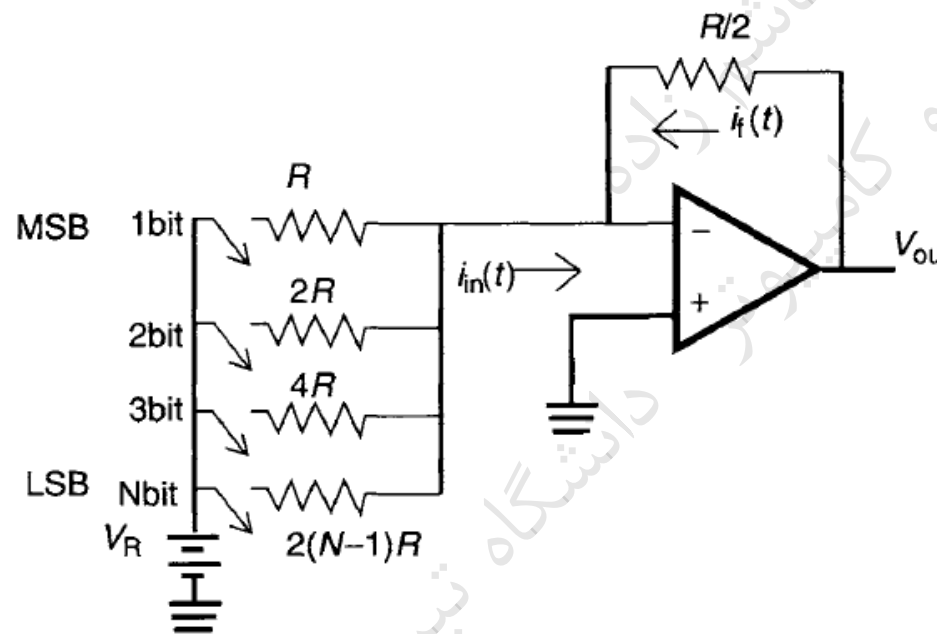


دیجیتال به آنالوگ

Binary-weighted ladder DAC

□ هر مقاومت دو برابر مقاومت قبلی اش است.

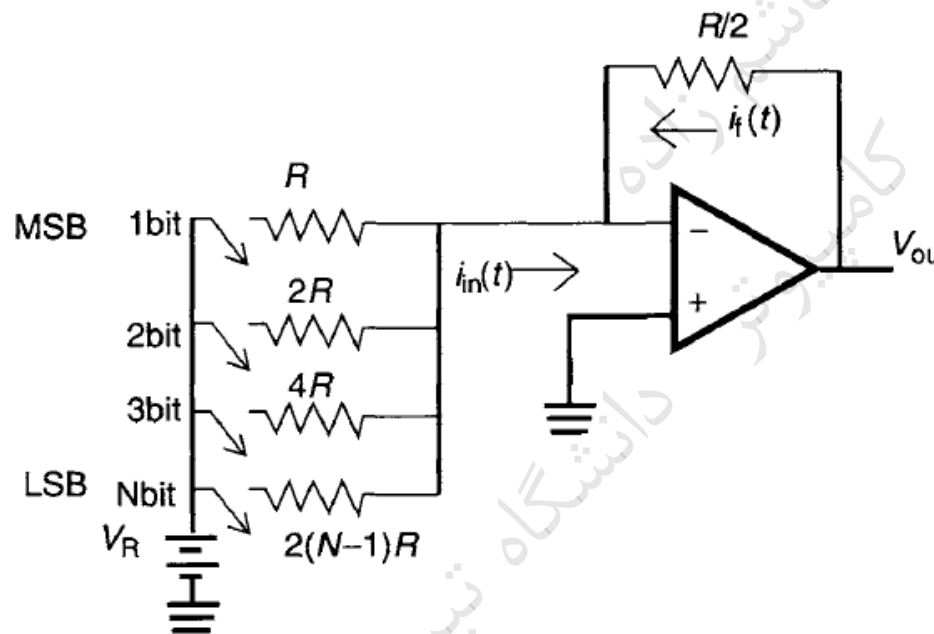
□ جریان هر کدام از مقاومت ها متناسب با موقعیت بیت مربوط به آن در عدد باینری می باشد.



دیجیتال به آنالوگ

Binary-weighted ladder DAC

□ ولتاژ تولید شده ناشی از اتصال هر کدام از سویچ ها (یک شدن هر کدام از بیت ها) نصف ولتاژ تولید شده توسط اتصال سویچ قبلی (یک شدن بیت قبلی) است.



1-bit only $V_{out} = -\frac{V_R}{2}$

2-bit only $V_{out} = -\frac{V_R}{4}$

3-bit only $V_{out} = -\frac{V_R}{8}$

.

.

.

N-bit only $V_{out} = -\frac{V_R}{2^N}$

دیجیتال به آنالوگ

Binary-weighted ladder DAC

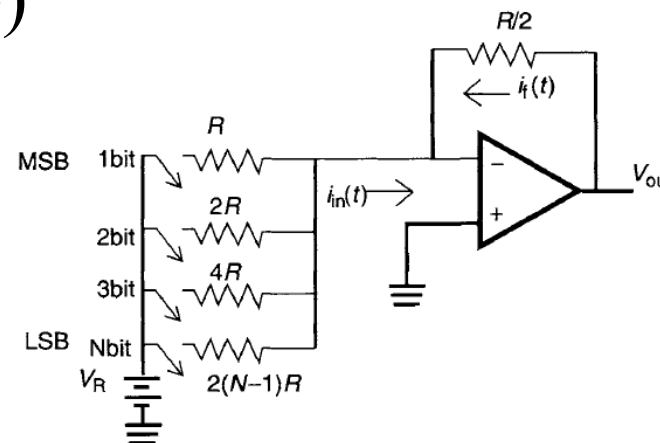
$$V_{out} = -\left(\frac{R_F}{R}b_7 + \frac{R_F}{2R}b_6 + \frac{R_F}{4R}b_5 + \dots + \frac{R_F}{128R}b_0\right)V_R$$

$$V_{out} = -R_F V_R \left(\frac{b_7}{R} + \frac{b_6}{2R} + \dots \frac{b_0}{128R}\right)$$

$$V_{out} = -R_F V_R \left(\frac{b_7}{2^0 R} + \frac{b_6}{2^1 R} + \dots \frac{b_0}{2^7 R}\right)$$

$$V_{out} = -R_F V_R \sum_{i=0}^{N-1} \frac{b_i}{2^{N-1-i} R}$$

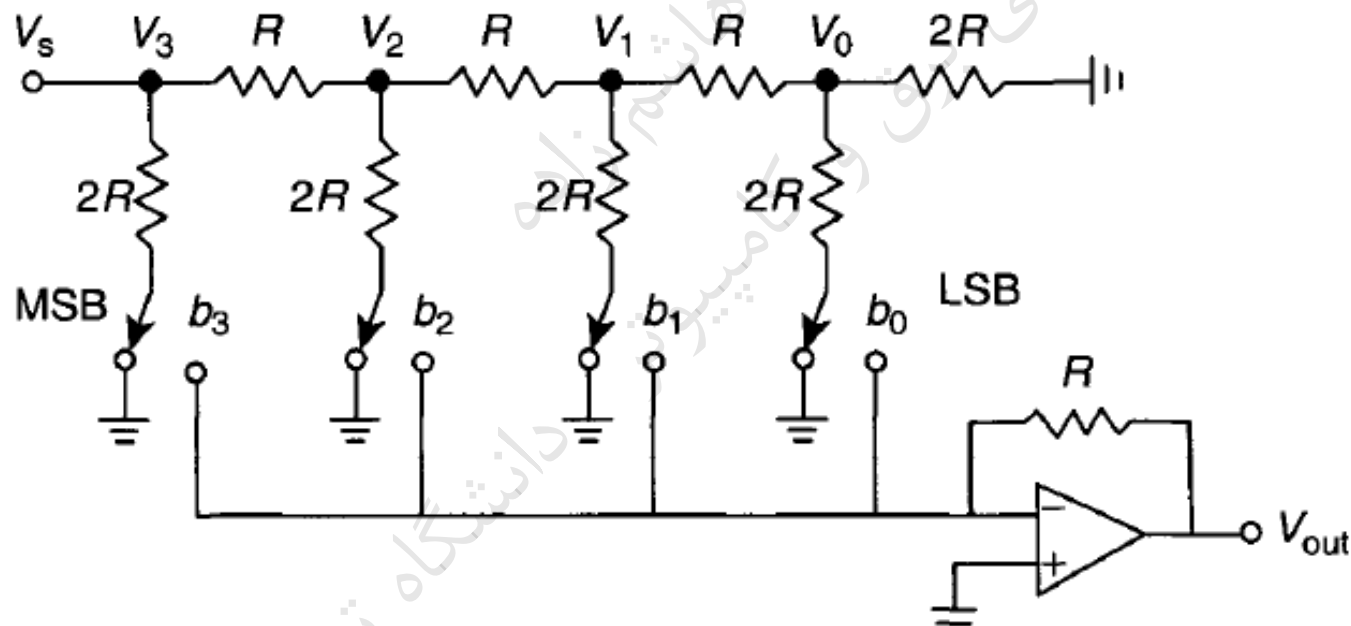
$$V_{out} = \frac{2R_F V_R}{R} \text{ :محدوده کاری DAC}$$



دیجیتال به آنالوگ

Resistor ladder DAC

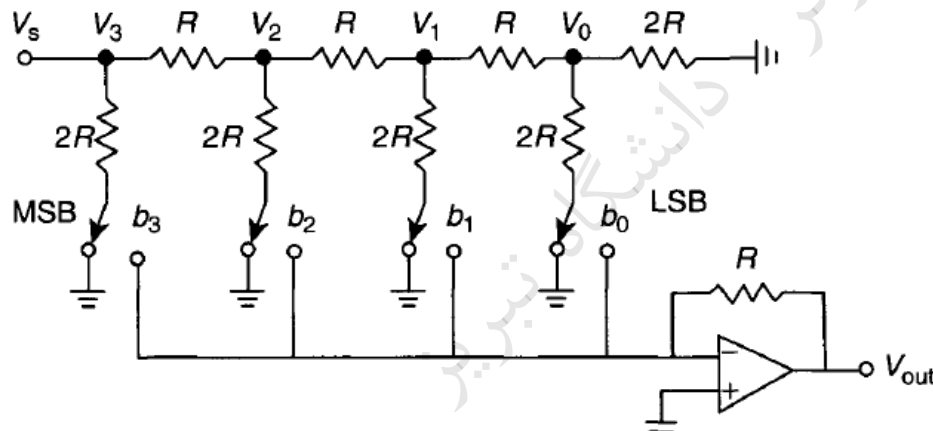
□ شبکه نردبانی از مقاومت ها که به یک op-amp جمع کننده معکوس ساز وصل است.



دیجیتال به آنالوگ

Resistor ladder DAC

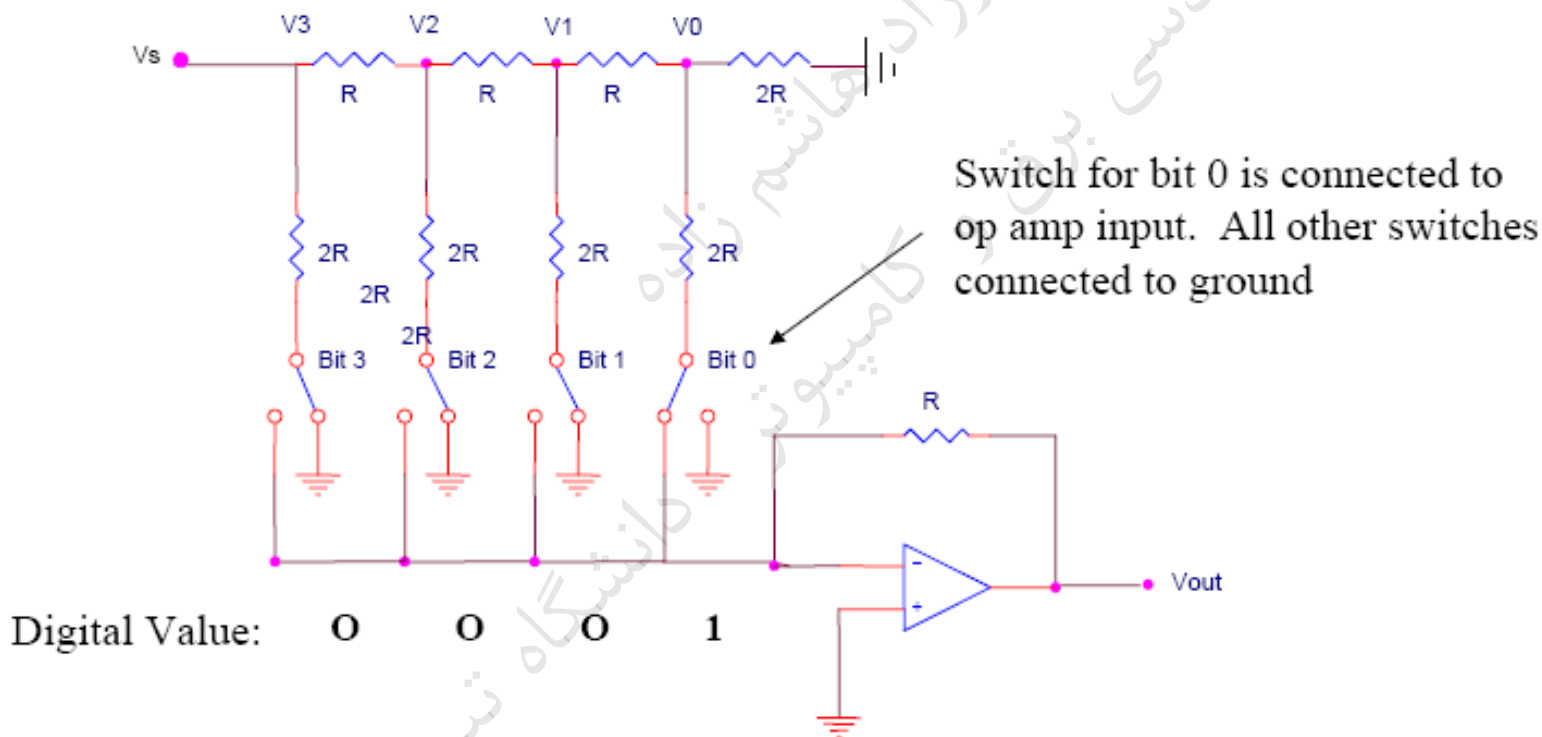
- شبکه مقاومتی $R-2R$ چهار بیتی.
- ورودی دیجیتال DAC عدد باینری ۴ بیتی b_0, b_1, b_2 و b_3 است.
- b_0 LSB و b_3 MSB است.
- هر بیت بیانگر یک سویچ است.



دیجیتال به آنالوگ

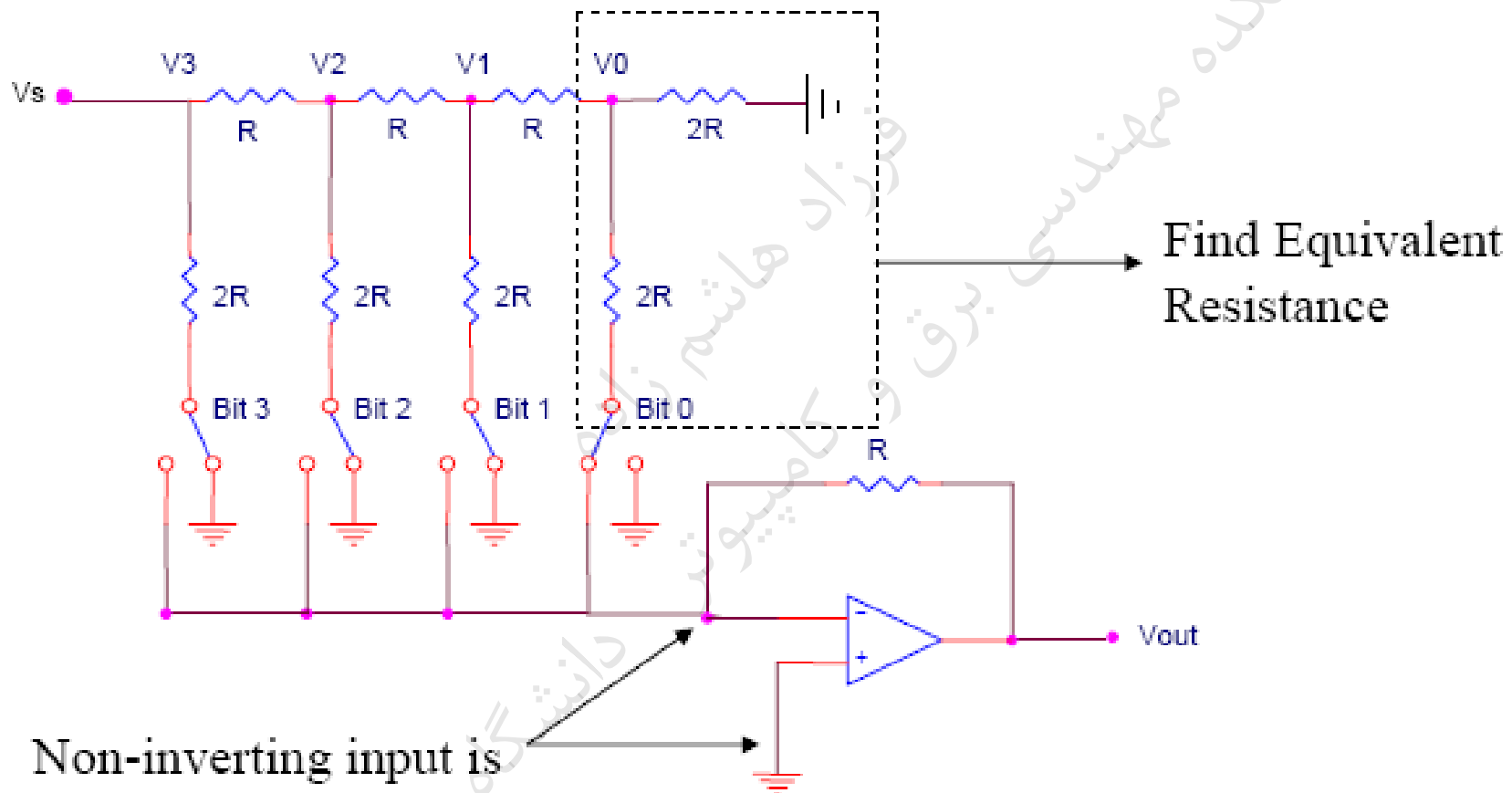
Resistor ladder DAC

مثلا اگر عدد باینری 0001 باشد، سوئیچ b_0 به $op\text{-}amp$ وصل است و سوئیچ های دیگر به زمین وصل هستند.



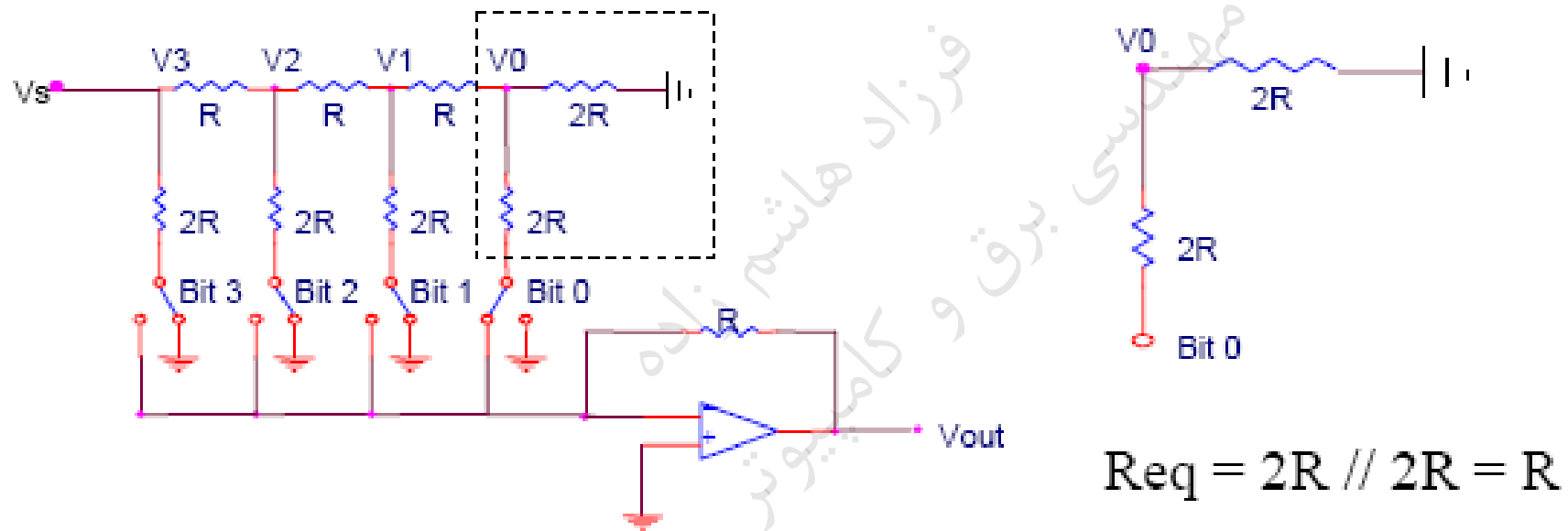
دیجیتال به آنالوگ

Resistor ladder DAC



دیجیتال به آنالوگ

Resistor ladder DAC



دیجیتال به آنالوگ

Resistor ladder DAC

اثبات شد که $V_0 = \frac{1}{2} V_1$ □

$$V_2 = \frac{1}{2} V_3$$

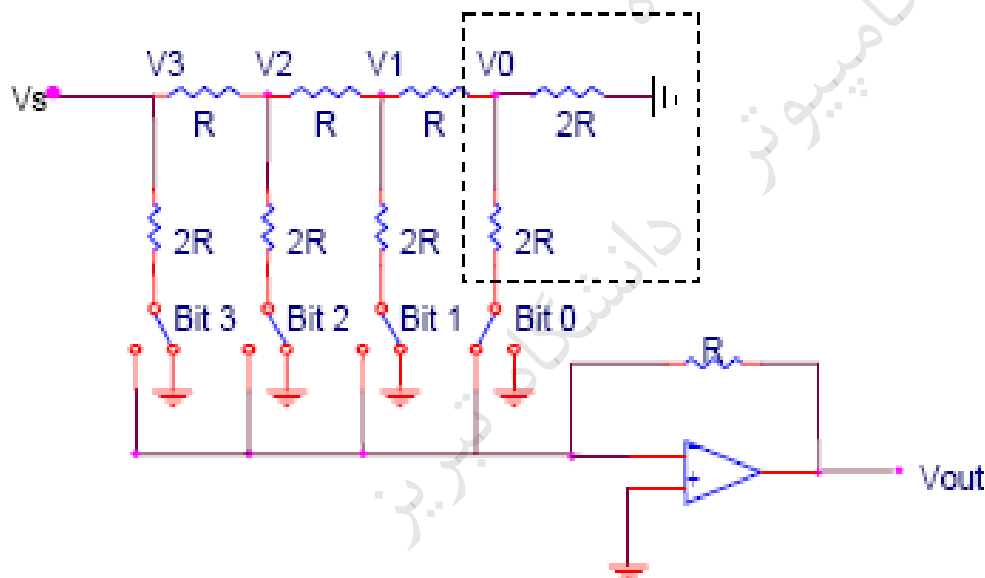
و

$$V_1 = \frac{1}{2} V_2$$

به راحتی می توان دید که □

$$V_0 = \frac{1}{8} V_3 = \frac{1}{8} V_s$$

در نهایت □

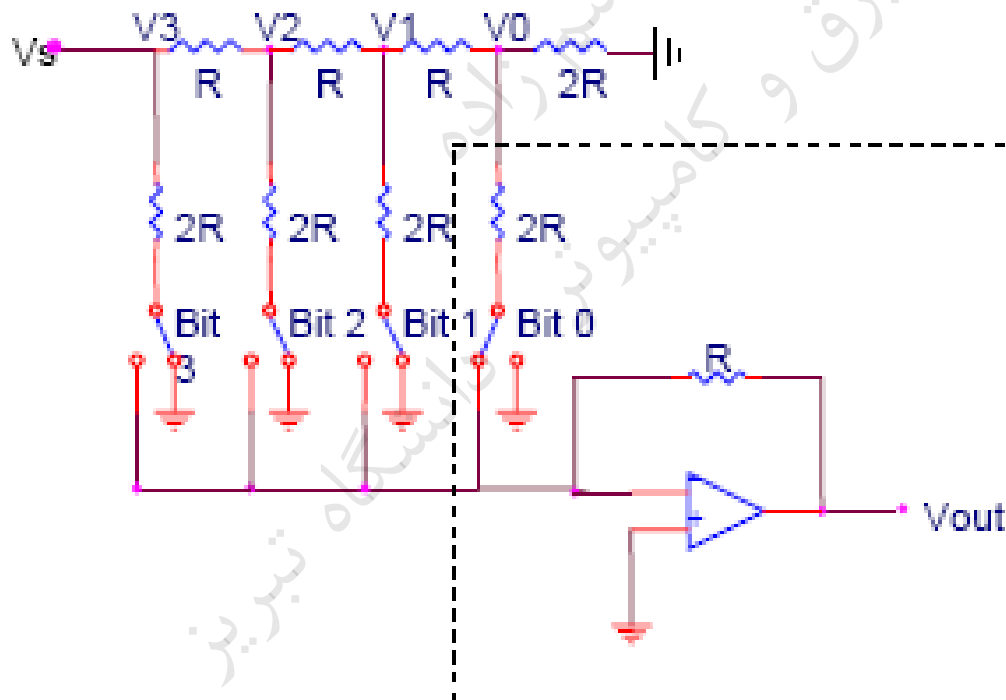


دیجیتال به آنالوگ

Resistor ladder DAC

گین مدار از V_0 به V_{out} برابر با $-1/2$ است. بنابراین ولتاژ خروجی ناشی از عدد باینری 0001 به صورت زیر است. □

$$V_{OUT0} = A_V(V_0) = (-1/2)(1/8 V_s) = -1/16 V_s$$



دیجیتال به آنالوگ

Resistor ladder DAC

❑ نشان داده شد که ولتاژ آنالوگ خروجی ناشی از ورودی دیجیتال 0001 برابر است با:

$$V_{out0} = -1/16 V_s$$

❑ به راحتی می توان دید که

$$V_{out1} = -1/8 V_s$$

❖ برای 0010

$$V_{out2} = -1/4 V_s$$

❖ برای 0100

$$V_{out3} = -1/2 V_s$$

❖ برای 1000

❖ با توجه به اصل جمع آثار، خروجی ناشی از ترکیب های مختلف بیت های عدد باینری ورودی به صورت زیر خواهد بود.

$$V_{out} = b_3 V_{out3} + b_2 V_{out2} + b_1 V_{out1} + b_0 V_{out0}$$