

Digitalización

La conversión analógica-digital (CAD) consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento

Introducción

Todos los procesos que se presentan en el mundo real producen señales analógicas cuya variación es continua. La velocidad de esta variación a veces es muy lenta , como es el caso de la temperatura; pero también pueden ser muy rápidas , como el sonido por ejemplo.

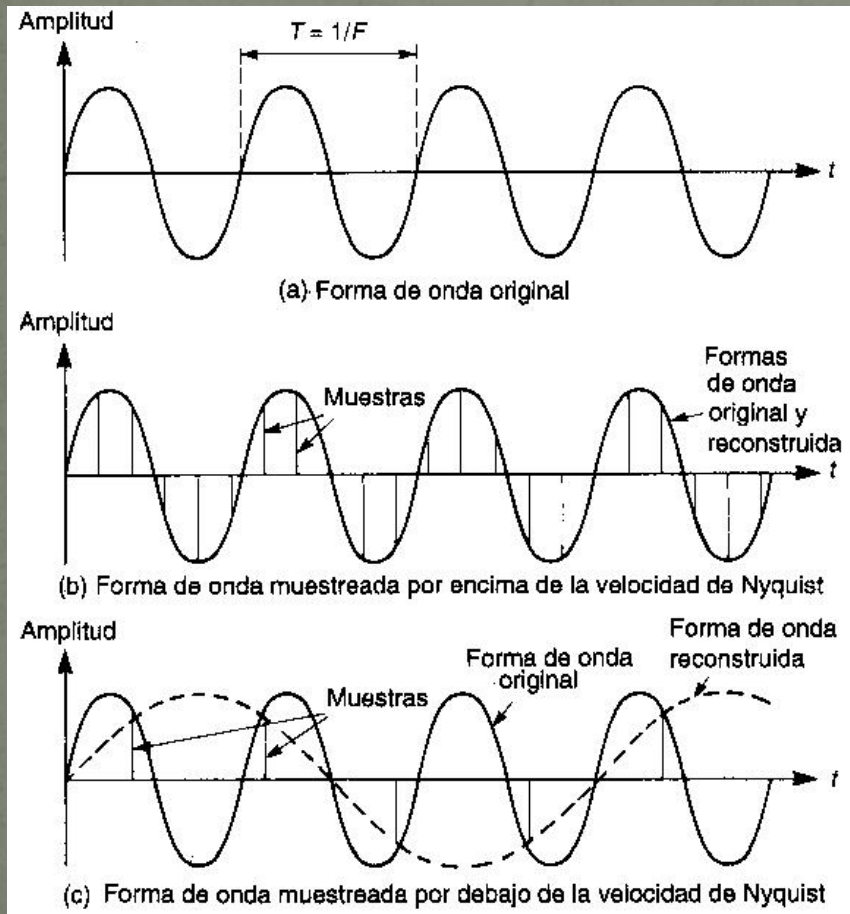
No es fácil guardar, manejar , comparar calcular o recuperar datos de manera precisa utilizando tecnología analógica. En cambio las computadoras sí son capaces de realizar estas tareas rápidamente, casi pueden trabajar con una ilimitada cantidad de información, de manera precisa utilizando técnicas de digitalización.

Introducción

- Todas las variables analógicas requieren una transformación a un formato digital. Esto significa que cada valor de la señal tiene que estar representado por un código diferente y para ello el sistema de medición necesita una interfaz capaz de realizar esa función: “Convertidor Analógico-Digital”



Muestreo



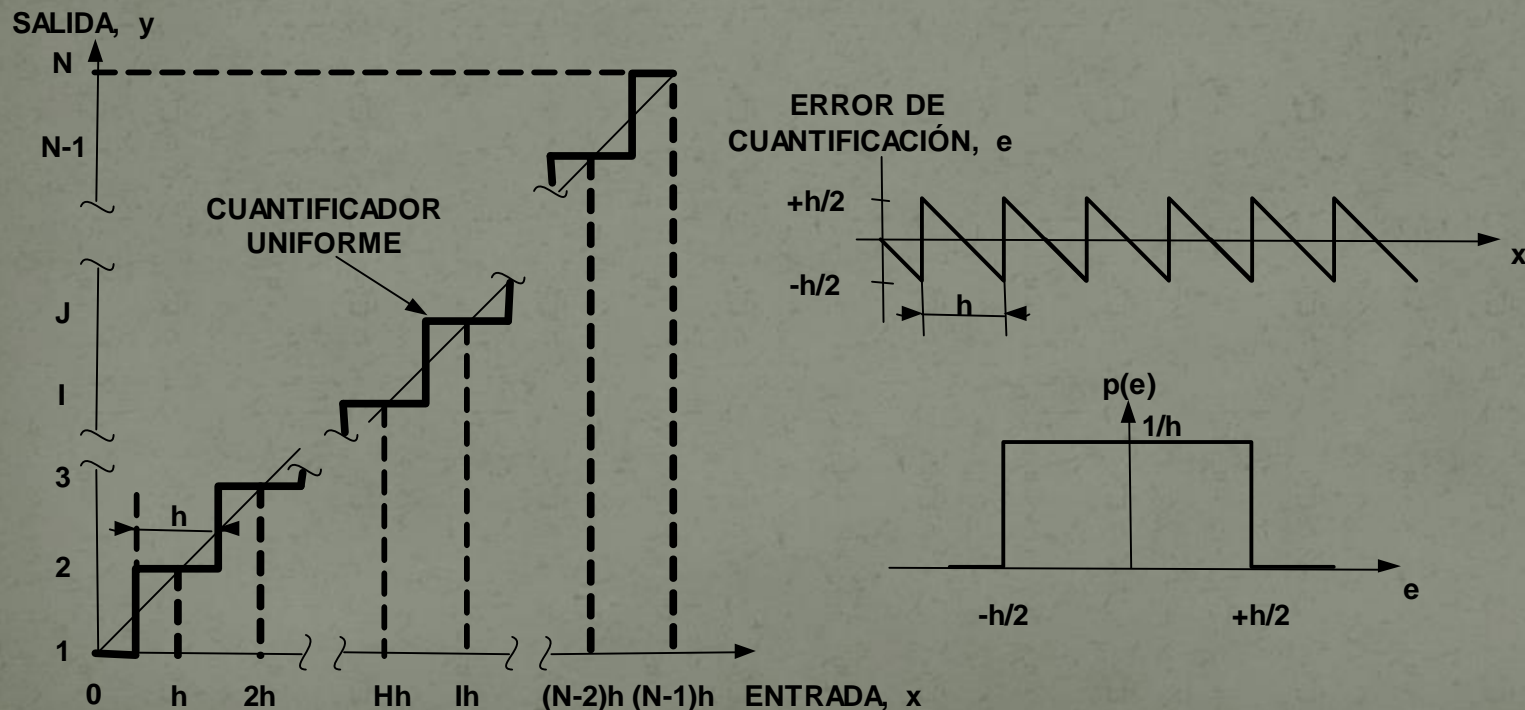
- Para obtener una imagen de los cambios de una magnitud variable es necesario hacer mediciones regulares; este proceso se conoce como *muestreo*. Es evidente que si una magnitud esta cambiando con rapidez necesitaremos tomar muestras con mayor frecuencia que si cambia despacio, pero ¿cómo podemos determinar la velocidad de muestreo que se requiere para lograr una buena representación de la señal?

Muestreo

- Por fortuna existe una respuesta a esta pregunta en la forma del teorema de muestreo de Nyquist, el cual establece que la velocidad de muestreo debe ser mayor que el doble de la frecuencia más alta presente en la señal que se está muestreando. También establece que en esas circunstancias no se pierde durante el muestreo información ninguna dentro de la señal.

¿Qué es la cuantificación?

- Consiste en representar una señal eléctrica con valores de una serie finita de N valores de voltaje, corriente o estados diferentes. El sistema que realiza esta función recibe el nombre de cuantificador.



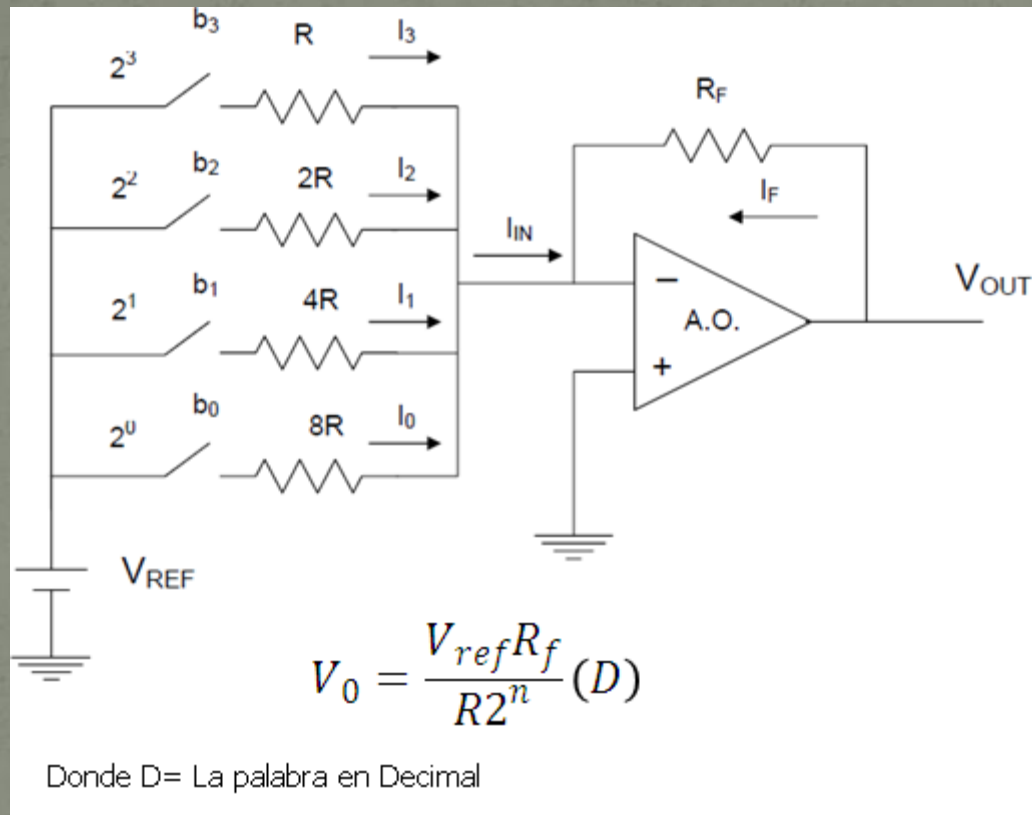
Codificación

- Es representar biunívocamente mediante varios dígitos los diferentes estados o niveles finitos de un cuantificador.
- Los códigos binarios que se utilizan para representar los estados correspondientes a señales unipolares reciben el nombre de **código binarios unipolares** y los que representan a señales bipolares **códigos binarios bipolares**.

Tipos de Convertidores D/A

- **Convertidor D/A de Resistencias ponderadas**
- Existe un método de conversión D/A que utiliza una red resistiva en la que los valores de las resistencias representan los pesos binarios de los bits de entrada del código digital. La figura siguiente muestra un DAC de n bits de este tipo. Para cada una de las resistencias de entrada puede circular o no corriente, dependiendo del nivel de voltaje de entrada. Si el voltaje es cero ("0" binario), la corriente también es cero. Si el voltaje de entrada es un nivel ALTO ("1" binario), la cantidad de corriente depende del valor de la resistencia de entrada y es diferente para cada una de las resistencias como se indica en la figura.

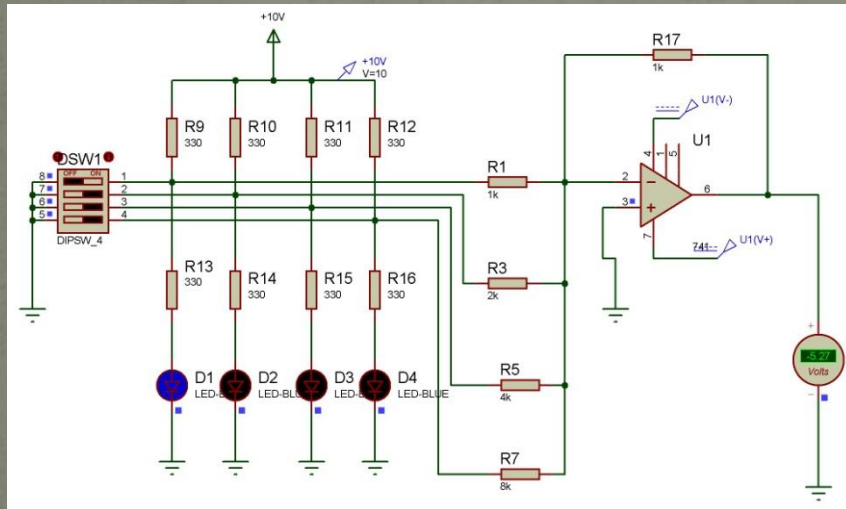
Tipos de Convertidores



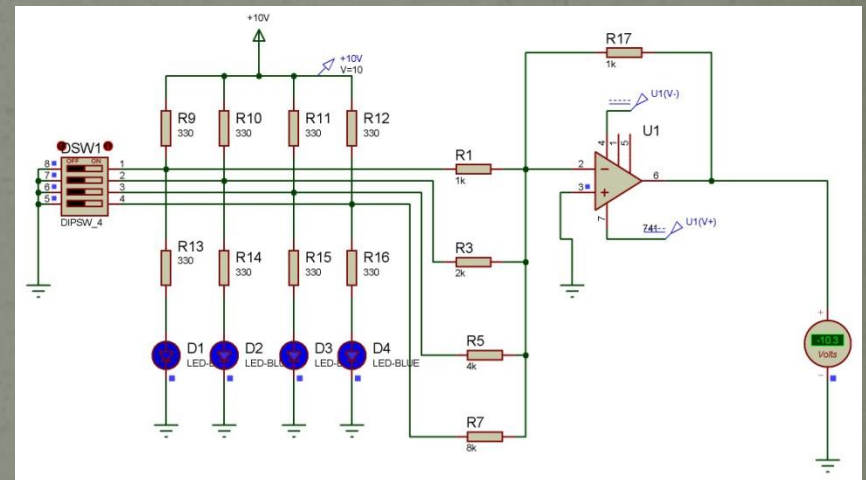
Este tipo de convertidor es simple y trabaja en paralelo pero su principal desventaja es el gran número de resistencias de distinto valor que se necesitan.

DAC Resistencias Ponderadas a 4 Bits

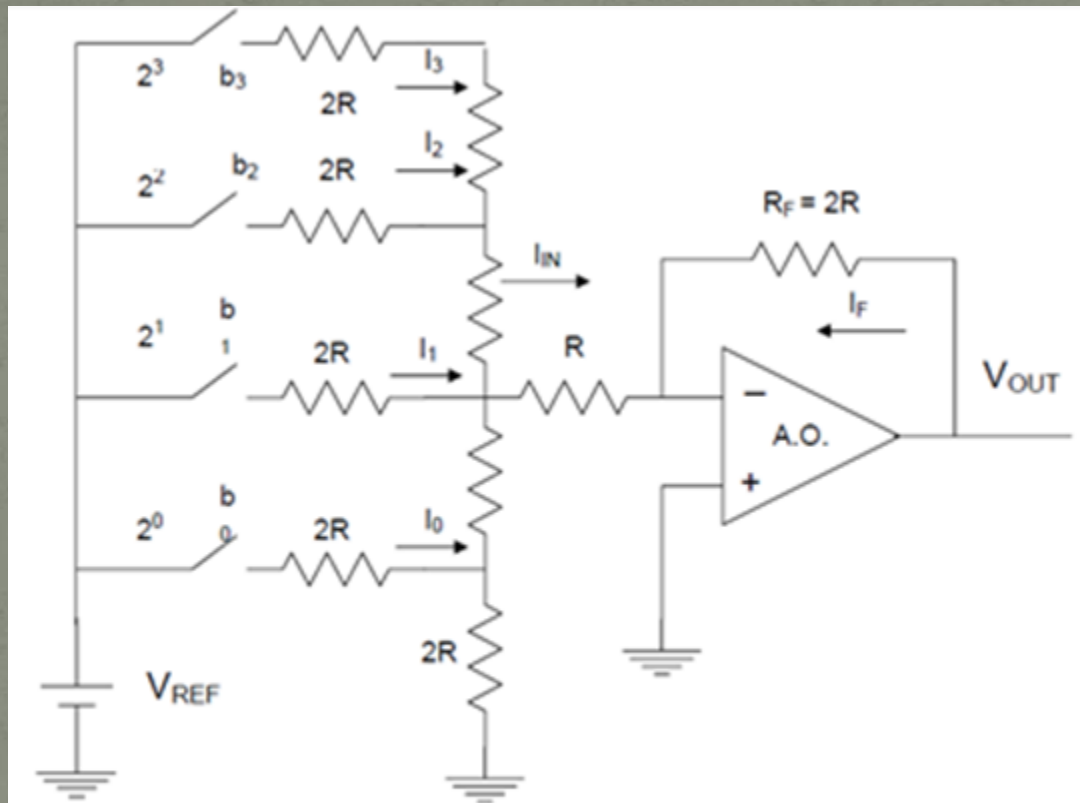
Simulación a media escala



Simulación a escala completa

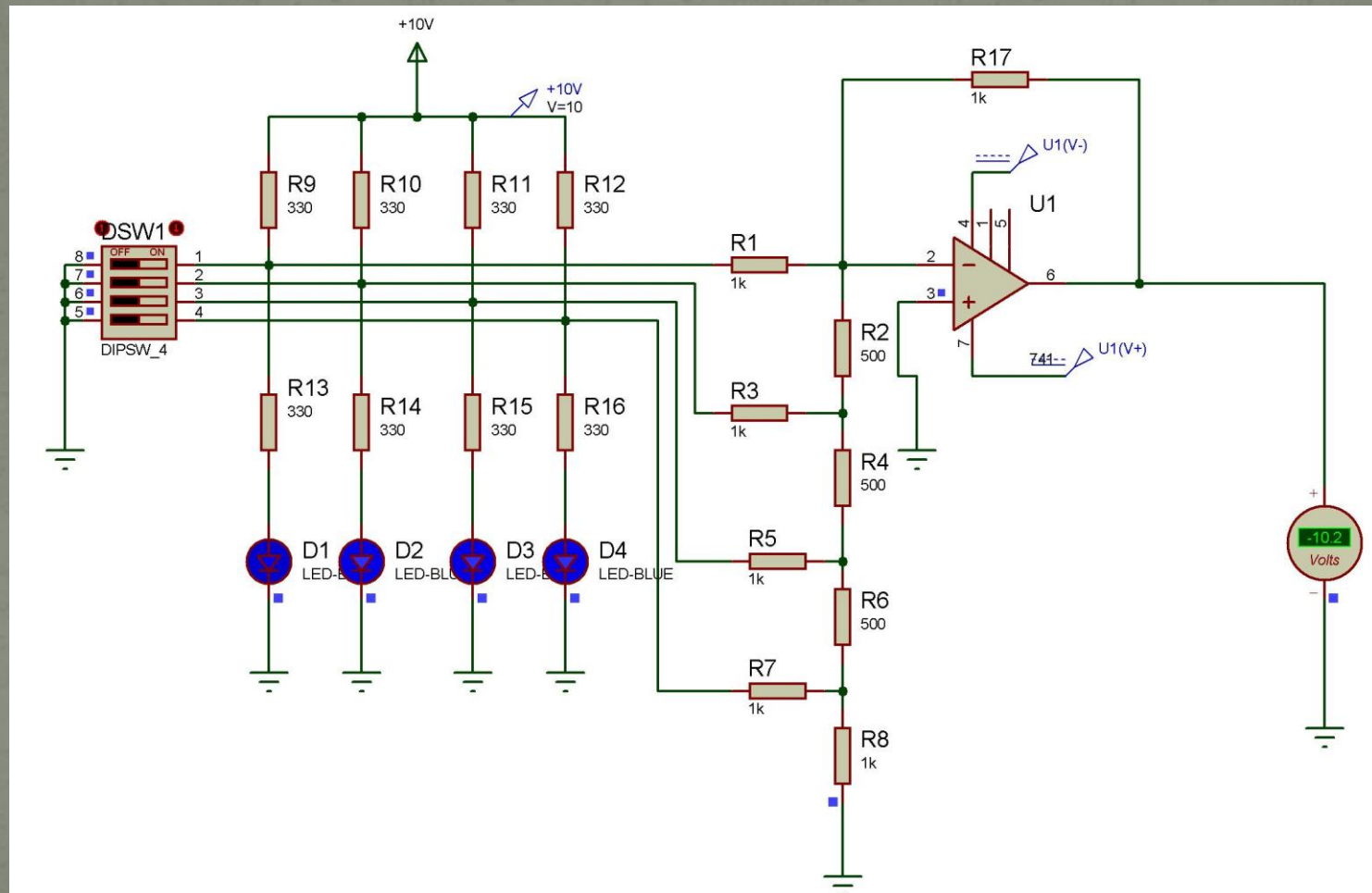


Red tipo escalera



$$V_0 = \frac{V_{ref} R_f}{R 2^n} (D)$$

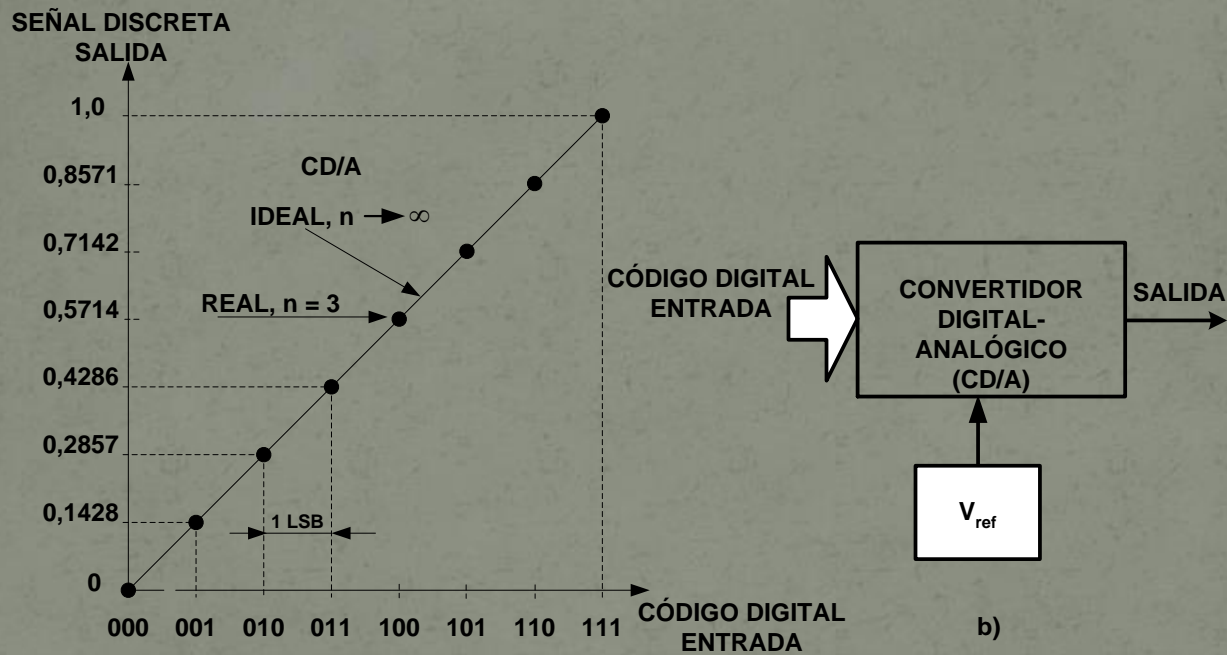
DAC R-2R con n= 4 Bits



Características de conversión D/A

- La conversión D/A es un procedimiento a través del cual un código de entrada es transformado en una señal de voltaje o corriente unipolar o bipolar mediante una correspondencia entre 2^n combinaciones, obtenidas a partir de una referencia de voltaje o corriente discretas de salida obtenidas a partir de una referencia de voltaje o de corriente .

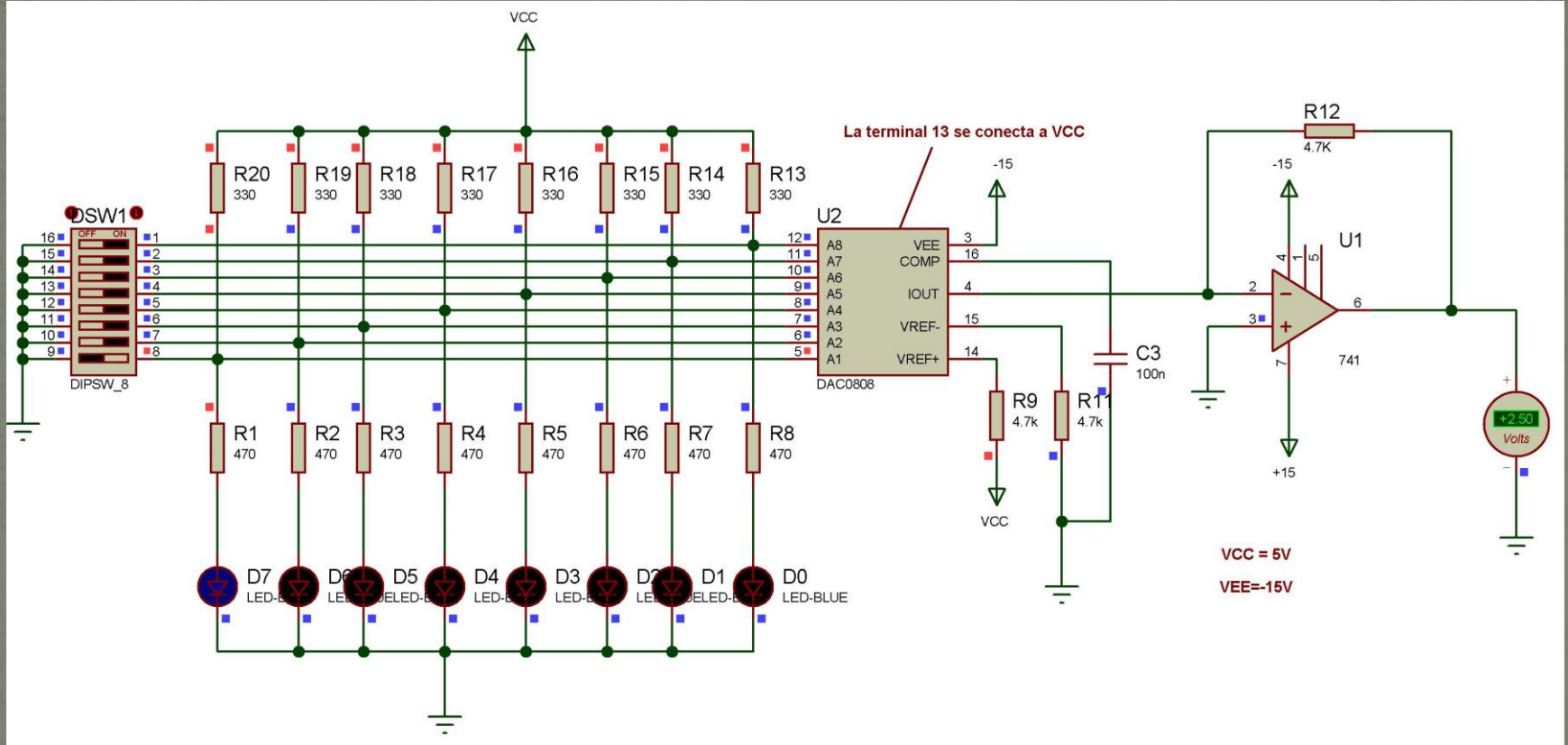
Características estáticas



a)

b)

Simulación del DAC 0808



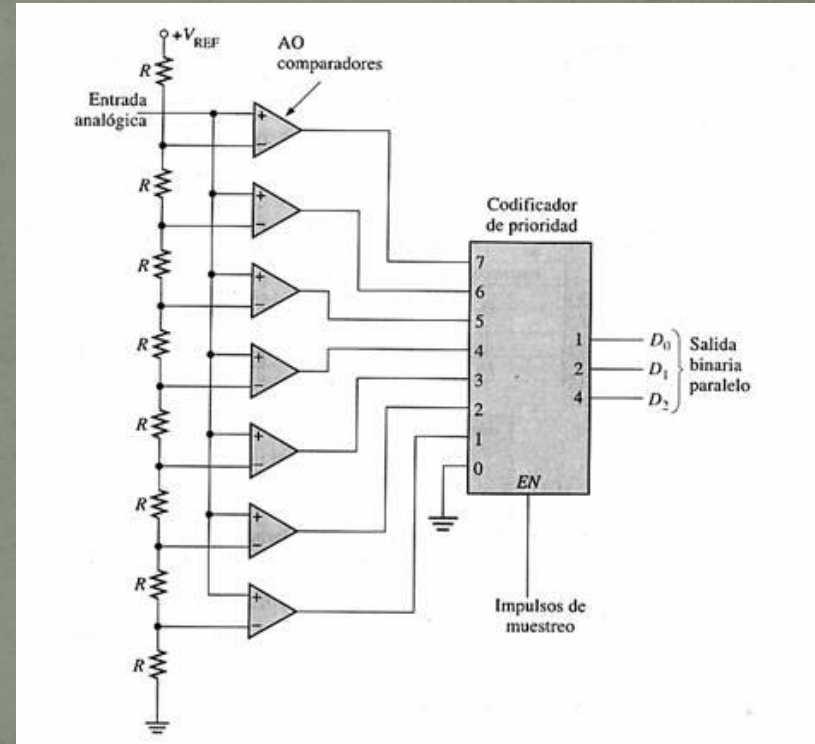
Tipos de Convertidores A/D

- Un ADC es un circuito electrónico que convierte señales continuas a números digitales discretos .
- Generalmente, un convertidor analógico-digital es un dispositivo electrónico que convierte una entrada analógica de voltaje a un número digital. La salida digital puede usar diferentes esquemas de codificación, como binario, o complemento de dos binario.
- La resolución de un conversor indica el número de valores discretos que este puede producir sobre un rango de valores de voltaje. Generalmente es expresado en bits. Por ejemplo, un convertidor que codifica una entrada analógica de 1 a 256 valores discretos (0..255) tiene una resolución de 8 bits: o sea, 2 elevado a 8.
- La resolución puede también ser definida eléctricamente y expresarse en volts. La resolución de voltaje de un conversor es equivalente a su rango total de medida de voltaje dividido entre el número de valores discretos.

Convertidor Analógico/Digital Flash o Paralelo

El método flash utiliza comparadores que comparan una serie de voltajes de referencia con el voltaje de entrada analógica. Cuando el voltaje analógico sobrepasa el voltaje de referencia de un comparador determinado, se genera un nivel Alto figura

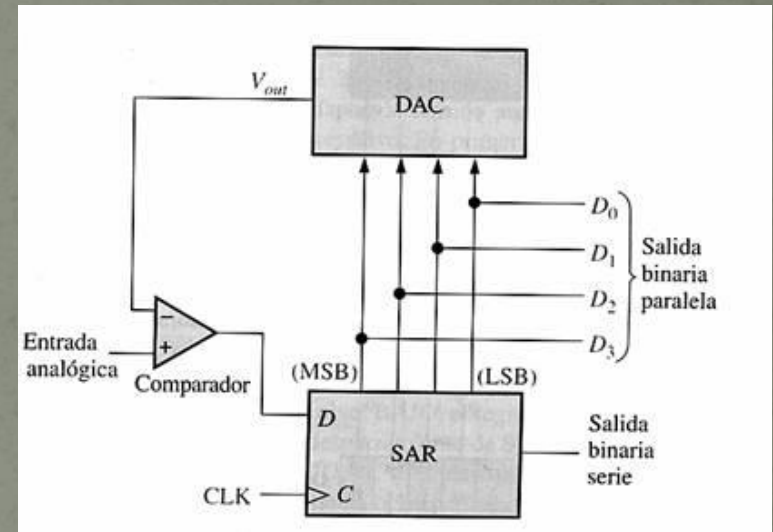
La siguiente figura muestra un convertidor de 8 bits que usa 7 comparadores, no se requiere comparador para el caso en que todas las comparaciones sean cero. En general se requieren $2^n - 1$ comparadores para la conversión a un código binario de n bits. La salida de cada convertidor se aplica un circuito codificador de prioridad, en el cual el código binario queda determinado por la entrada de mayor orden que se encuentre a nivel alto. Su principal ventaja de este comparador es su alta velocidad de muestreo que se puede alcanzar, aunque presenta la desventaja de que se necesitan muchos comparadores para un ADC de un número binario de tamaño razonable. La velocidad de muestreo determina la precisión con la que la secuencia de códigos digitales representa la entrada analógica del ADC. Cuando más muestras se toman en una unidad de tiempo, más precisa es la señal digital que representa a la señal analógica.



ADC de aproximaciones sucesivas.

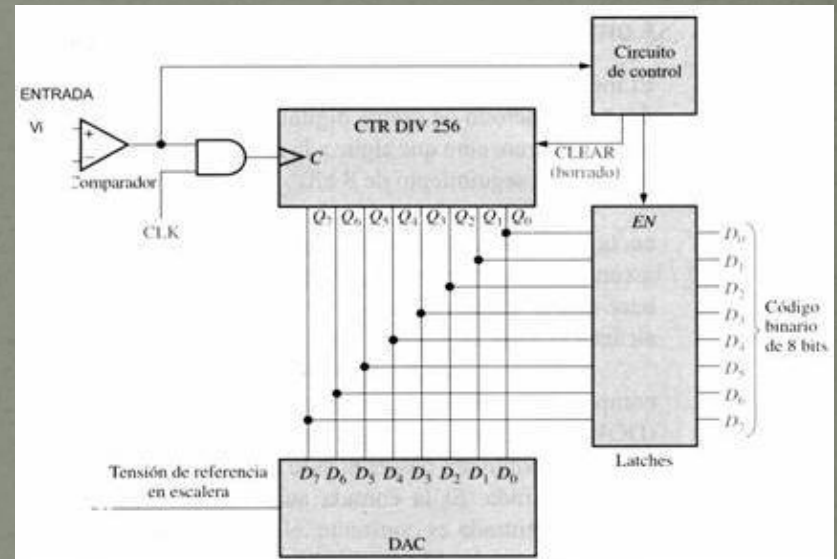
Esta formado por un DAC, un registro de aproximaciones sucesivas (SAR, successive-approximation register) y un comparador. Los bits de entrada al DAC se habilitan a ALTO, de uno en uno sucesivamente. Comenzando por el bit más significativo (MBS).

Cada vez que se habilita un bit, el comparador produce una salida que indica si la tensión analógica de entrada es mayor o menor que la salida del DAC. Si la salida del DAC es mayor que la entrada analógica, la salida del comparador esta a nivel BAJO, haciendo que el bit en el registro pase a cero. Si la salida es menor que la entrada analógica el bit 1 se mantiene en el registro. El sistema realizará esta operación primero con el MBS, luego con el siguiente bit más significativo, después con el siguiente, y así sucesivamente. Después de que todos los bits del DAC hayan sido aplicados, el ciclo de conversión esta completo.



ADC de contador de rampa en escalera.

- El método de rampa en escalera para la conversión A/D se conoce también como método de Rampa digital o método contador. Se emplea un DAC y un contador binario para generar el valor digital correspondiente a una entrada analógica.
- El método de rampa en escalera es más lento que el método flash porque, en caso de entrada máxima, el contador debe pasar a través del número máximo de estados antes de realizar la conversión.
- Para una conversión de 8 bits, significa un máximo de 256 estados y cada estado consume un cierto tiempo.

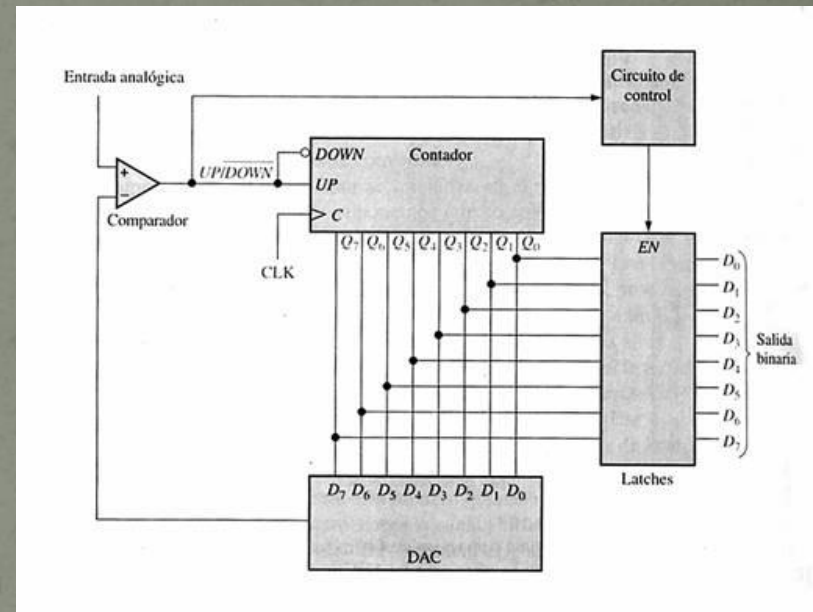


ADC de rastreo o seguimiento

El método de seguimiento utiliza un contador ascendente / descendente y es más rápido que el método de rampa digital, porque el contador no se pone a cero después de cada muestreo sino que sigue a la entrada analógica. La figura muestra un típico ADC de seguimiento de 8 bits.

La salida del comparador se aplica al modo del control del contador, cuando esta BAJO (o lógico), hace que el contador cuente progresivamente, y, recíprocamente, cuando esta en ALTO (1 lógico), hace que el contador cuente en forma descendente. La rapidez de rastreo no es ningún problema a medida que las variaciones de la entrada sean relativamente lentas.

A fin de reducir el error inicial de las primeras conversiones suele fijarse el contador a media escala, es decir, en 100...000.

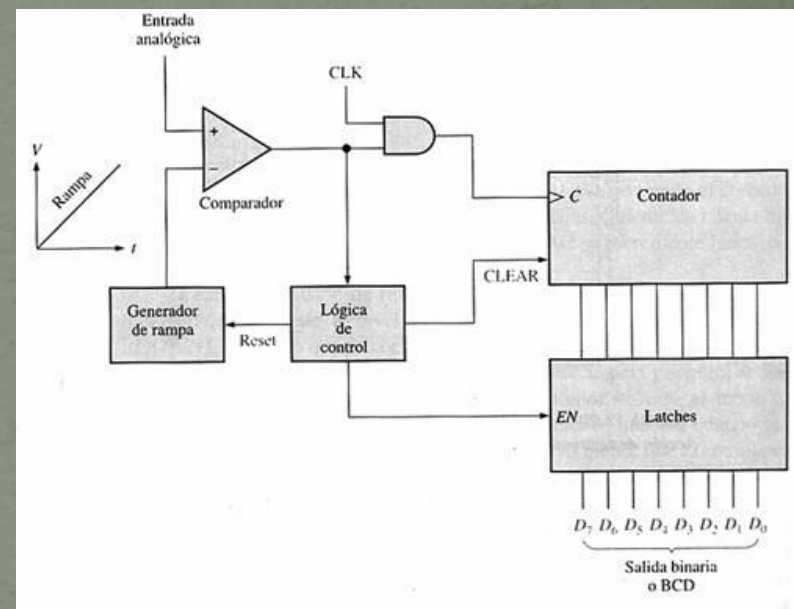


ADC de pendiente simple

A diferencia de los métodos de rampa en escalera y seguimiento, el convertidor de pendiente simple no requiere un DAC.

Se utiliza un generador de rampa lineal para generar un voltaje de referencia de pendiente constante. En la figura se muestra el diagrama del ADC de pendiente simple.

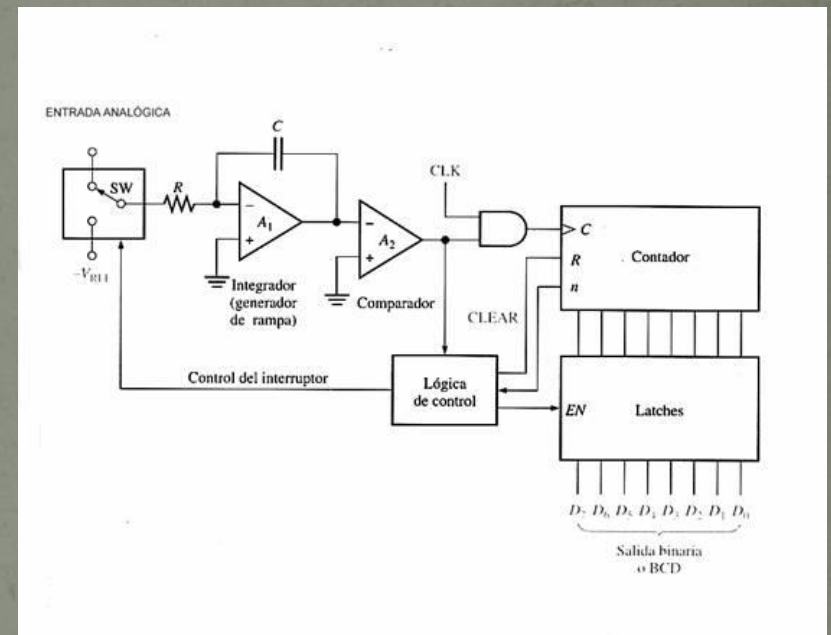
Al comienzo del ciclo de conversión, el contador esta en estado RESET y la salida del generador de rampa es 0 V. En esta situación, la entrada analógica es mayor que el voltaje de referencia y, por tanto, se produce un nivel ALTO en la salida del comparador. Este nivel alto habilita la señal del reloj para el contador y arranca el generador de rampa.



ADC de doble pendiente

El funcionamiento del ADC de doble pendiente es similar al de pendiente simple, excepto en que se utiliza una rampa de pendiente variable y otra de pendiente fija. Este tipo de convertidor se utiliza comúnmente en voltímetros digitales y otros tipos de instrumentos de medida.

Se utiliza un generador de rampa (integrador), A_1 , para generar las características de pendiente doble. En la figura se presenta el esquema de un ADC de pendiente doble como referencia.



Simulación del ADC 804

