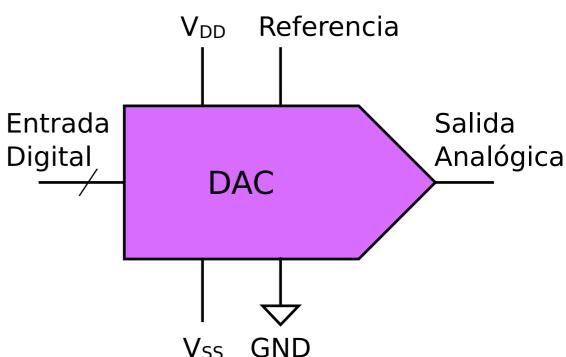
Técnicas Digitales II Arquitectura de DAC y ADC

DAC

- Entrada Digital y Salida Analógica
- La salida Analógica es fuertemente dependiente de la Referencia, y la precisión de esta es un factor limitante de la precisión del DAC.

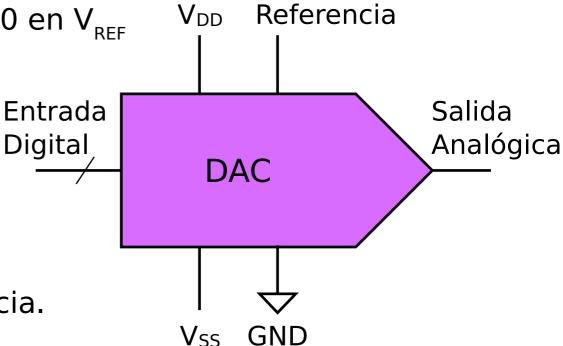
 La referencia puede ser interna o externa con salida o interna y sin salida.

 En caso de poseer referencia interna, siempre dará mejor resultado que una muy precisa externa, debido a que esta ajustada al DAC.



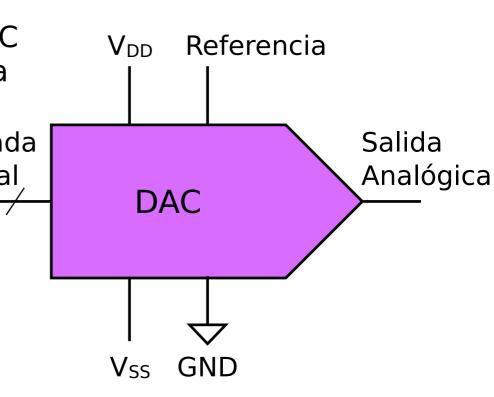
DAC

- La mayoria de los DAC admiten una referencia cercana a V_{DD} (menor igual).
- Algunos DAC llamados multiplicadores o MDAC admiten un amplio rango de voltajes de referencia $(AD7943\ V_{DD}=6V\ V_{RFF}=\pm15V)$
- Para ser MDAC debe incluir el 0 en V_{REF}
- Una clasificación menos exigente considera que es MDAC si el rango de referencia es mayor a 5:1.
- Es posible el uso de CA en MDAC donde se especifica el Ancho de Banda en la referencia.



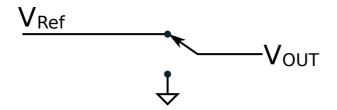
DAC

- El DAC puede tener la entrada de referencia y la fuente de referencia en pines separados.
- El DAC puede requerir que entre la entrada de referencia y la fuente se intercale un buffer, este puede estar en el DAC o requerir uno externo.
- Debido a su estructura algunos DAC poseen una impedancia de entrada variable, en estos caso se provee el rango de entrada, Entrada caso contrario su valor Digital nominal.



DAC de 1 Bit

- El DAC mas sencillo y corresponde a un DAC de 1 bit.
- Se resume en una llave que conmuta entre una referencia y tierra o entre dos valores de igual magnitud y distinto signo.
- Es un estructura básica con la que luego se construyen los otros DAC.



DAC - Divisor Kelvin

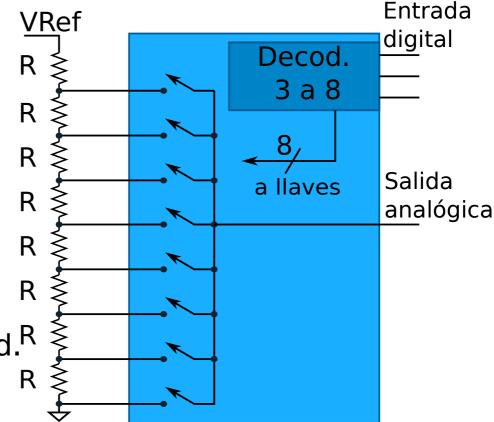
- Es el DAC mas sencillo.
- Requiere gran cantidad de llaves y Resistencias (2^N resistores y 2^N llaves).

 Fue realizado por Lord Kelvin a mediados del siglo XIX y luego implementado por válvulas VRef en 1920.

 Se requiere alta precisión en todas las R y la impedancia de salida depende del código.

 Participan pocas llaves al mismo tiempo (bajo glitch).

• Los resistores deben ser muy precisos y se requieren en cantidad.^R



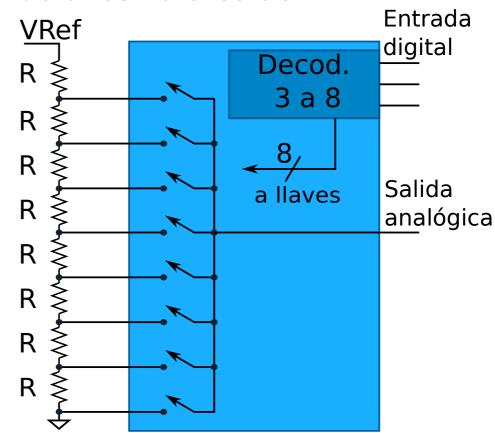
DAC - Divisor Kelvin

- Es por diseño monotónico (nunca una salida n puede superar a la salida n+1).
- La impedancia de salida es dependiente del código.

Puede ser lineal o no lineal de acuerdo a los valores de

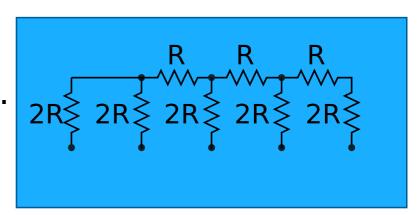
resistencias usados.

 Por la mejora en la integración, su arquitectura es común en DAC de baja y media resolución y en potenciómetros digitales o como componente de DAC de alta resolución.



DAC - R-2R

- Es mas sencillo por requerir menos resistencias y de dos valores distintos.
- Puede funcionar como un potenciómetro digital.



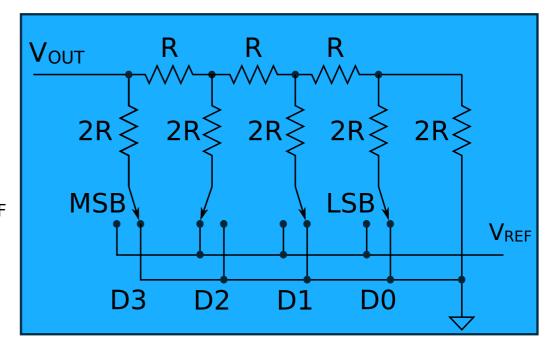
- Esta red puede ser utilizada de dos maneras distintas, modo voltaje o modo corriente
- Otra forma de nombrarlos es modo normal o invertido, por prestar confusión no suele utilizarse.

Ventajas

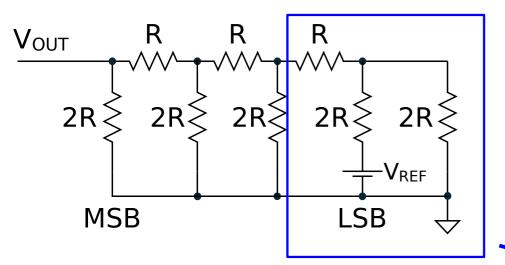
- La impedancia de salida es independiente del código.
- La conexión de las llaves entre dos fuentes de baja impedancia reduce los glitch por efecto capacitivo.

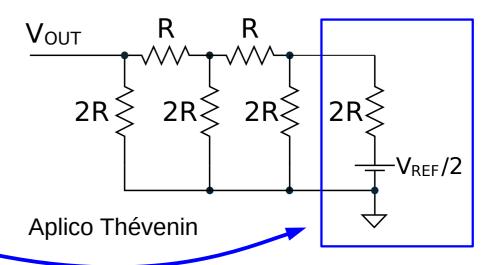
Desventajas

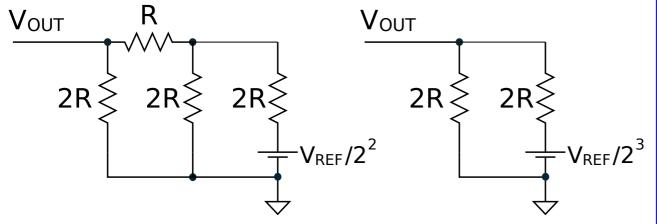
- La conmutación entre dos fuentes de mucha amplitud complica el diseño de las llaves.
- Se requiere una fuente de V_{REF} muy baja por la alta variación de la impedancia de entrada.
- La ganancia no es ajustable

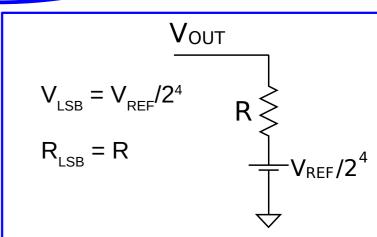


Ejemplo Salida para el LSB (bit 0) en 1 y el resto en 0

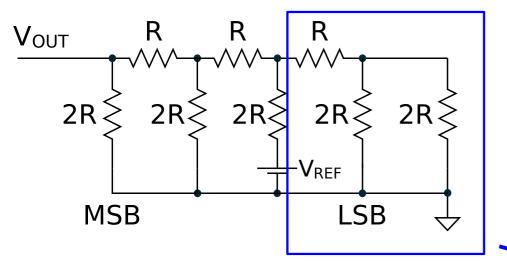


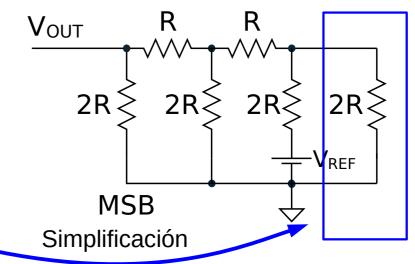




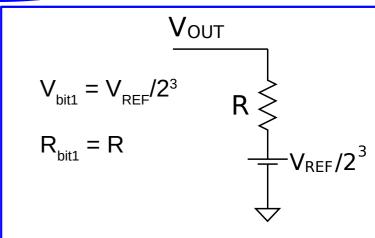


Ejemplo Salida para el bit 1 en 1 y el resto en 0



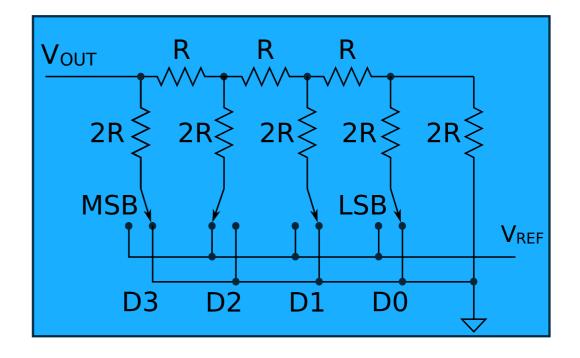


Se Aplica Thévenin en las siguientes etapas



La ecuación final de salida viene dada por

$$V_{out} = V_{REF} \left(\frac{D0}{2^4} + \frac{D1}{2^3} + \frac{D2}{2^2} + \frac{D3}{2^1} \right)$$



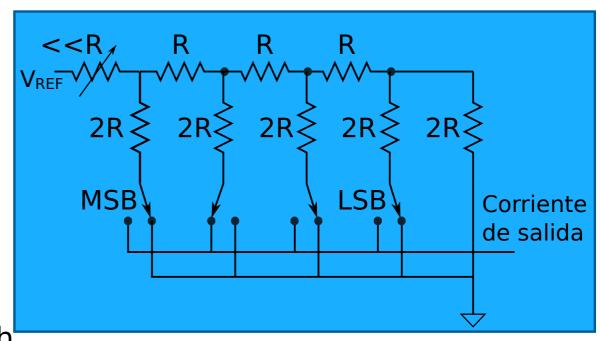
DAC - R-2R Modo Corriente

Ventajas

- La ganancia puede ser ajustada con un simple resistor en serie a la entrada, esto es por tener impedancia de entrada independiente del código.
- La conmutación de la llaves se realiza entre dos fuente de tensión cercana a 0.
- Esta ventaja en las llaves, permite admitir VREF mayor a la alimentación o AC.

Desventajas

- La impedancia de salida es variable.
- Las llaves conectadas a la salida genera un fuerte glitch.

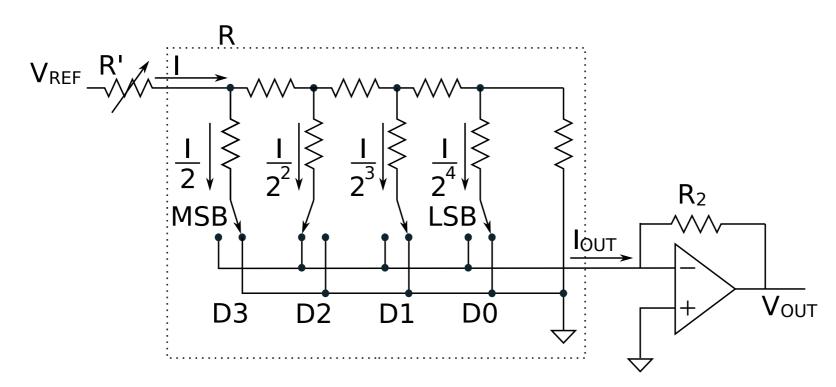


DAC - R-2R Modo Corriente

La ecuación final de salida viene dada por

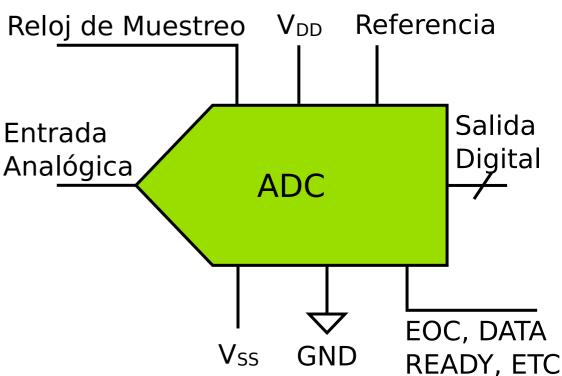
$$I_{out} = I \left(\frac{D3}{2^{1}} + \frac{D2}{2^{2}} + \frac{D1}{2^{3}} + \frac{D0}{2^{4}} \right)$$

$$V_{out} = -I_{out}R_{2} \qquad I = \frac{V_{REF}}{R + R'}$$



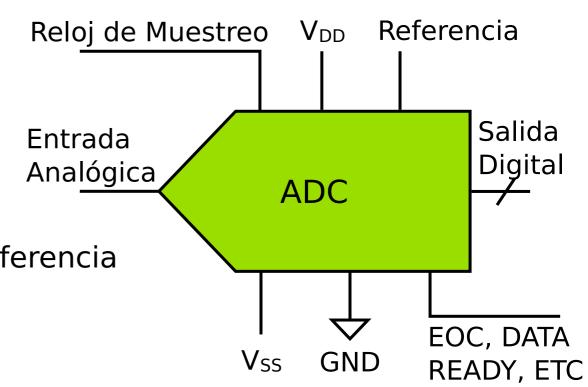
ADC

- Entrada Analógica y Salida Digital
- La salida Digital es fuertemente dependiente de la Referencia, y la precisión de esta es un factor limitante de la precisión del ADC.
- La referencia puede ser interna o externa con salida o la mas simple, interna y sin salida. Reloi de Muestreo VDD Referencia
- Al igual que el DAC, en caso de poseer referencia interna, siempre dará mejor resultado que una muy precisa externa, debido a que esta ajustada al ADC.



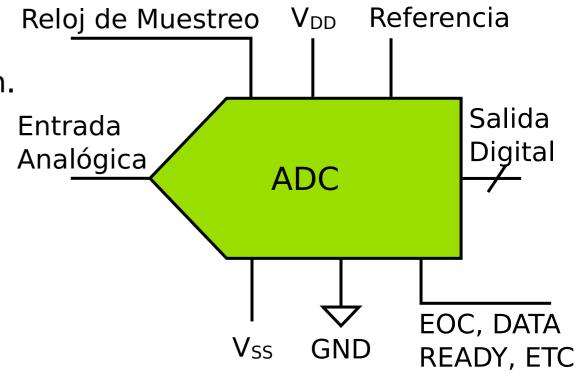
ADC

- La mayoría de los ADC admiten una referencia cercana a V_{DD} (menor igual) a diferencia de los DAC no hay ADC multiplicadores.
- El ADC puede tener la entrada de referencia y la fuente de referencia en pines separados.
- Puede requerir un buffer en la entrada de referencia y la fuente, este puede ser interno o externo.
- Debido al proceso de conversión se utilizan redes de desacoplamiento en la referencia



ADC

- Reloj de muestreo, es en general usado comenzar con la conversión, an ADC antiguos iniciaba un reloj interno que realizaba la conversión.
- En los ADC nuevo es común que ya posean el circuito de Muestreo y Retención.
- Algunos ADC requieren la entrada del reloj de alta frecuencia para la conversión.
- Todos los ADC implementan algún método para comunicar el fin de la conversión (EOC,Data ready, etc)



ADC de 1 Bit

Al igual que el DAC de un 1bit era una llave conmutadora, un ADC es un comparador.

 Si la entrada está sobre un umbral, la salida tiene un valor Hablilitar latch

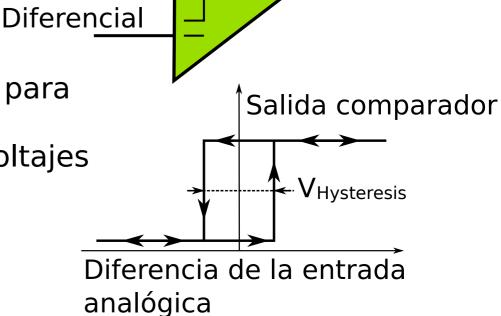
Entrada

Analógica

lógico, por debajo tiene el otro.

Un comparador es similar a un amplificador pero sin realimentación negativa y con una salida lógica.

Los comparadores son diseñados para evitar saturarse y recuperarse rápidamente, soportar grandes voltajes diferenciales, etc.



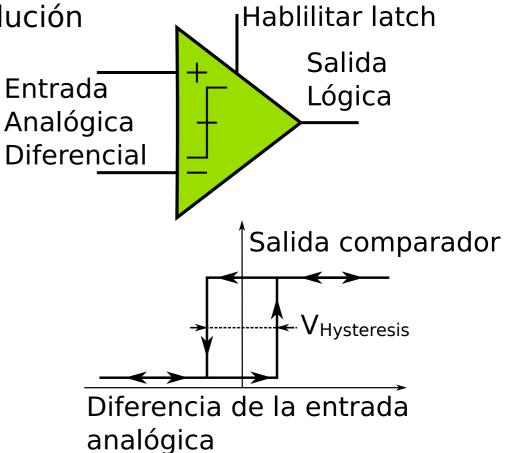
Salida

Lógica

ADC de 1 Bit

 Para evitar oscilaciones por la alta ganancia, se suele incorporar una histeresis mediante una pequeña realimentación positiva.

 La histeresis condiciona a la resolución por eso no puede ser elevada.

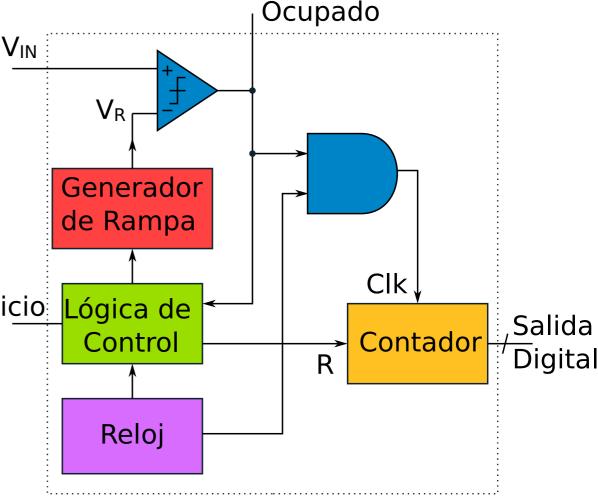


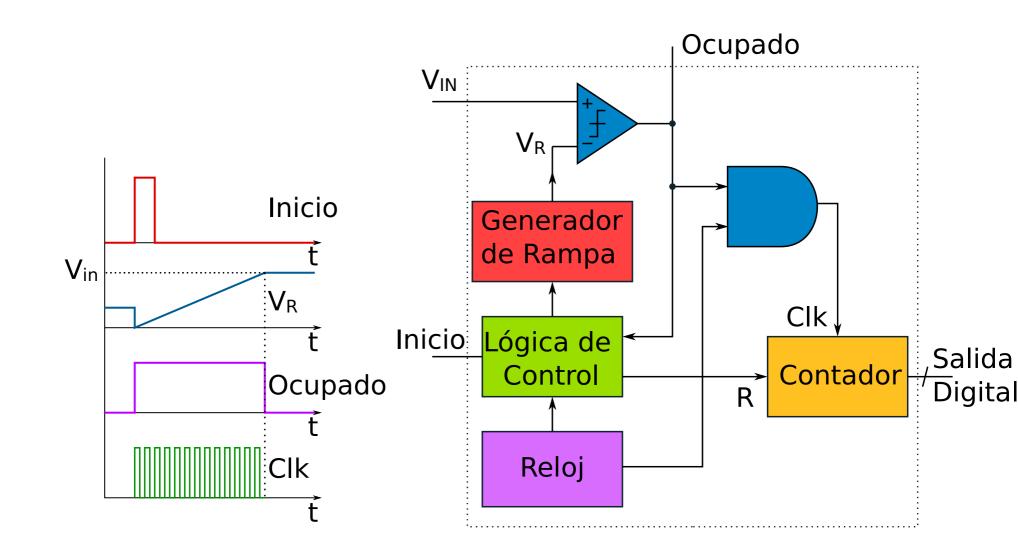
Un generador de rampa se inicia al comienzo de la

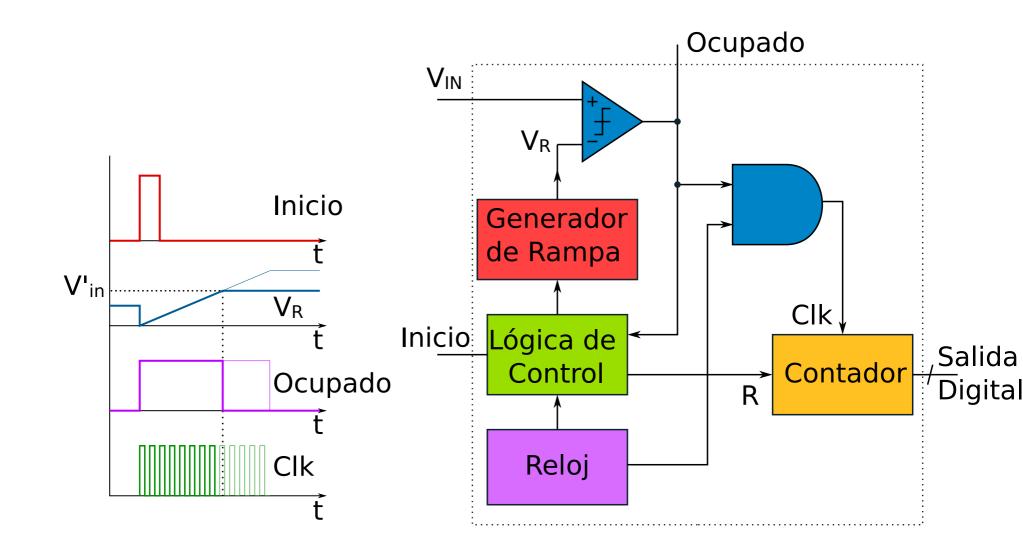
conversión.

 Un contador mide el tiempo necesario para que la rampa iguale a la tensión de entrada.

La salida de l contador
 es una medida proporcional
 de la tensión de entrada. Inicio







Generador de Rampa

$$i_1 = \frac{v_{REF} - 0}{R} \qquad i_F = C \cdot \frac{d(0 - v_O)}{dt}$$

$$\frac{v_{REF}}{R} = -C \frac{dv_O}{dt}$$

$$\int_{0}^{t} \frac{v_{REF}}{R} dt = -\int_{0}^{t} C \frac{dv_{O}}{dt} dt$$

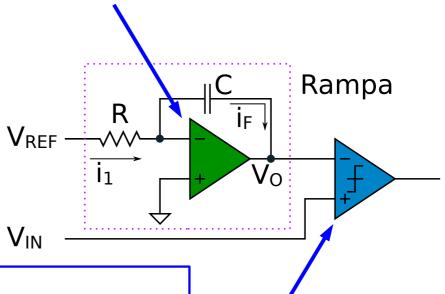
Si v_o inicial es 0

$$v_O = -\frac{1}{RC} \int_0^t v_{REF} dt$$

Para V_{RFF} cte

$$V_{O} = \frac{-V_{REF}}{RC}t$$

Amplificador Operacional



$$t = \frac{V_{\rm IN}}{RC \, V_{REF}}$$

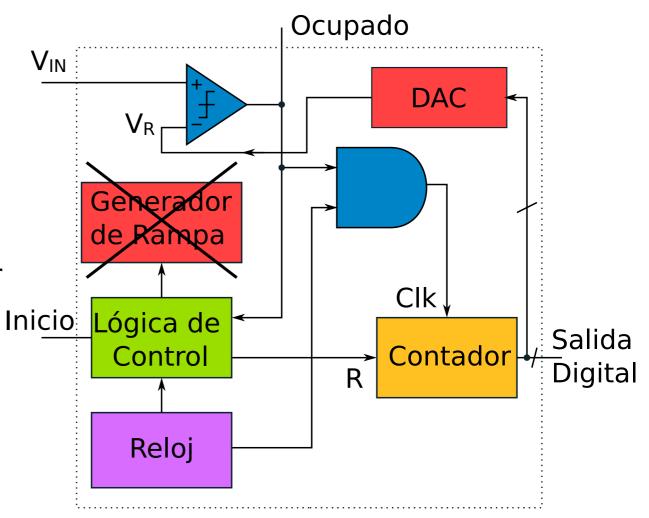
Tiempo para llegar a V_{IN}

Comparador

Rampa Digital

 La principal desventaja del rampa ascendente es su descalibración por variación en el circuito RC.

 Una solución es utilizar un DAC como generador de rampa



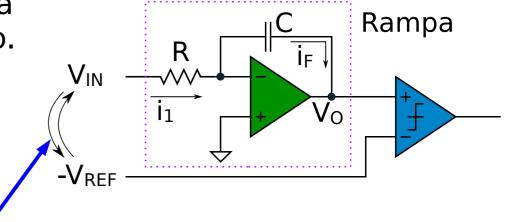
ADC de Simple Rampa

- La señal de entrada es integrada mejorando la inmunidad al ruido.
- Mantiene la problemática de su dependencia a RC

$$v_O = -\frac{1}{RC} \int_0^t v_{IN} dt$$

$$v_O = -\frac{1}{RC} V_{IN} t$$

$$-V_{REF} = -\frac{1}{RC}V_{IN}t$$



Se invierte respecto a rampa ascendente

$$t = RC \underbrace{\frac{V_{REF}}{V_{IN}}}_{IN}$$
 Tiempo para llegar a V_{REF}

Bibliografía

The Data Conversion Handbook 2005, ISBN 0-7506-7841-0. Also published as Analog-Digital Conversion, Analog Devices, Inc. 2004, ISBN 0-916550-27-3

Capítulos 2 y 3.

¿ Preguntas ?