

3. Sistemas de Adquisición de Datos

F. Hugo Ramírez Leyva

Cubículo 3

Instituto de Electrónica y Mecatrónica

hugo@mixteco.utm.mx

Marzo 2012

1

Sistemas de adquisición de datos

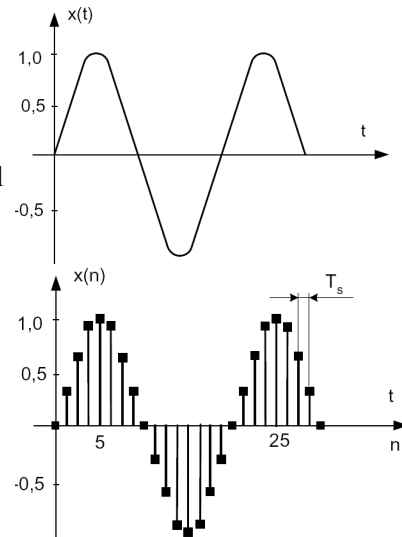
- El mundo técnico esta siendo cada vez mas digital debido a que las señales son mas convenientes para su procesamiento
- Las señales de los sensores se acondicionan analógicamente se digitalizan se procesan y convierten nuevamente a analógicas.
- El proceso de digitalización es realizado por los convertidores Analógicos Digitales (ADC) y el Digital Analógico (DAC)



2

Conversión ADC y DAC

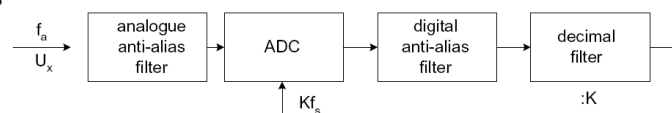
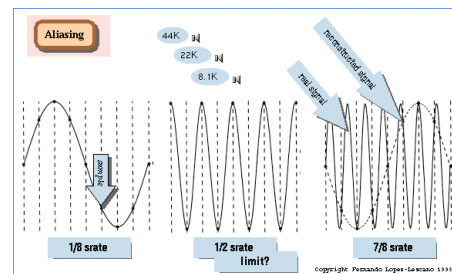
- Las señales analógicas son **continuas en tiempo**, el valor de estas señales esta determinada cada instante de tiempo. $x(t)$
- La conversión analógica digital convierte la señal $x(t)$ en una señal discreta de la misma $x(n)$
- La señal digital es discreta en tiempo, lo que significa que el valor de la señal solo cambia en ciertos instantes de tiempo
- El tiempo en el cual ocurren los cambios se le llama **Periodo de Muestreo** (T_s)



3

Conversión ADC y DAC

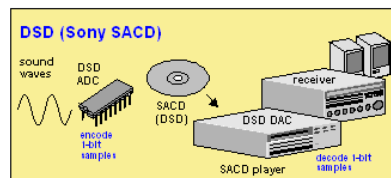
- Para garantizar una correcta digitalización y reconstrucción, es necesario cumplir con el teorema del muestreo.
- La frecuencia de muestreo debe ser del doble de la máxima frecuencia a digitalizar.
- Si no se cumple se genera el fenómeno de Aliasing, o submuestreo.
- Una forma de prevenir este efecto, es el poner en la entrada un filtro pasa bajas



4

Conversión ADC y DAC

- Si se tiene una señal de $f=50\text{Hz}$, y se quieren 64 muestras por período, la $f_s=3200\text{Hz}$, $T_s=312.5\mu\text{s}$. Si se quieren 128 muestras $f_s=6400\text{Hz}$ y $T_s=156.2\mu\text{s}$
- Se tiene una mejor respuesta si se utiliza una frecuencia de muestreo superior a la mínima (Sobre muestreo).
- El sistema SACD de Sony (Super Audio Compact Disc) usa una frecuencia de muestreo de 2.82MHz , tiene un factor de sobre muestreo $k=64$
- El sistema de audio del DVD, introducido por Technics, usa una frecuencia de muestreo de 192kHz , con un factor de sobre muestro $k=4$



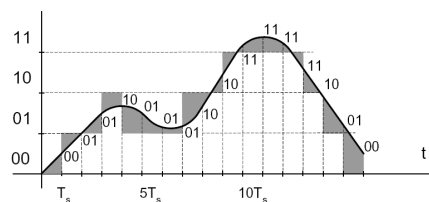
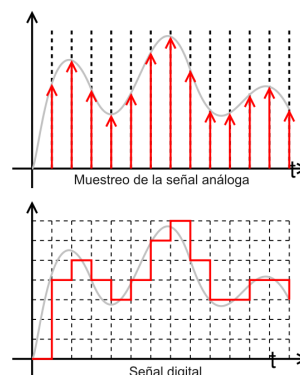
From Computer Desktop Encyclopedia
Reproduced with permission.
© 2004 Theta Digital



5

Conversión ADC y DAC

- La conversión Analógica Digital además de cuantizar en tiempo y amplitud.
- Esto se debe a que se tiene una cantidad limitada de bits para representar a la señal digitalizada
- En la figura se observa la forma en que se digitaliza una señal con un convertidor de 2 bits
- Se tiene un error de cuantización del 12%

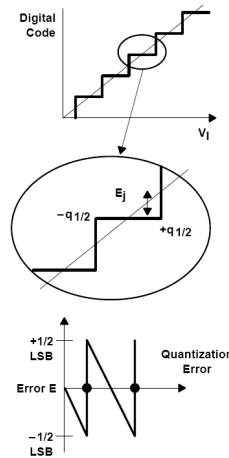


6

Resolución

$$q = \frac{V_{FS}}{2^n - 1}$$

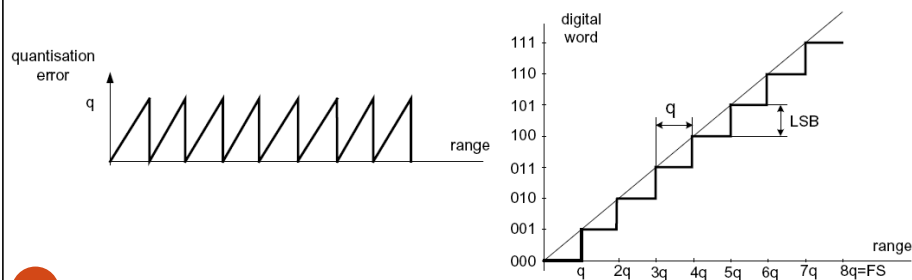
- La resolución q se define como la relación del cambio de voltaje en la salida que se produce como consecuencia de un cambio de 1 LSB en la entrada analógica (LSB-Least Significant Bit)
 - N = Número de bits
 - V_{FS} = Voltaje a escala completa
- El error de cuantización está en el rango de 0 a q
- Para reducir el error de cuantización hay que aumentar el número de bits



7

Table 5.1. The performances of the quantization process depending on the number of bits N (determined under assumption, that the range of the conversion is $0 - 2V$)

Number of bits N	Number of the quantization levels 2^N	Value of a quantum q	resolution %FS	rms noises $q/\sqrt{12}$	dynamics dB
8	256	8 mV	0.39	2.3 mV	48
10	1024	2 mV	0.098	580 μ V	60
12	4096	0.5 mV	0.024	144 μ V	72
16	65 536	31 μ V	0.0015	8.9 μ V	96
24	16 777 216	120 nV	0.000006	34. nV	144

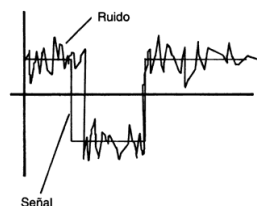
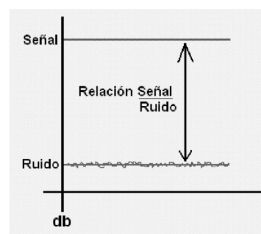


8

Relación señal a Ruido

- La relación señal a ruido de un convertidor es función de la frecuencia de muestreo f_s , el ancho de banda w y el número de bits N .

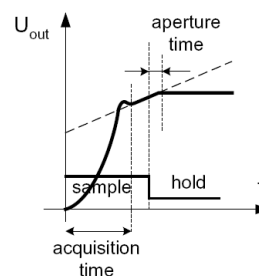
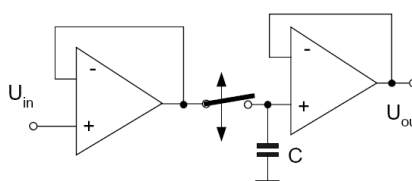
$$SNR = 6.02N + 1.76 + 10 \log \left(\frac{f_s}{2w} \right)$$
- El ruido se disminuye si se tiene un sobre muestro o se aumenta al número de bits



9

Circuito Muestreador Retenedor

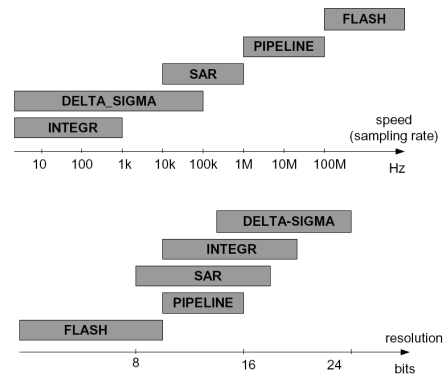
- A pesar de que los ADC son rápidos, requieren cierto tiempo el realizar la conversión.
- El circuito que congela la señal durante este tiempo se llama circuito muestreador retenedor (Sample and Hold)
- El circuito S-H de la figura cuando se cierra el interruptor carga al capacitor, y éste mantiene el voltaje durante el tiempo de conversión
- En el mercado hay convertidores con SH integrados o tiempos de conversión de 10ns a 1ps.



10

Convertidores Analógicos Digitales

- En el mercado existen varios tipos de convertidores analógicos digitales.
- Estos son:
 - Aproximaciones sucesivas (*successive approximations register SAR*)
 - Pipeline
 - Sigma delta (delta-sigma)
 - Flash
 - Integrados



11

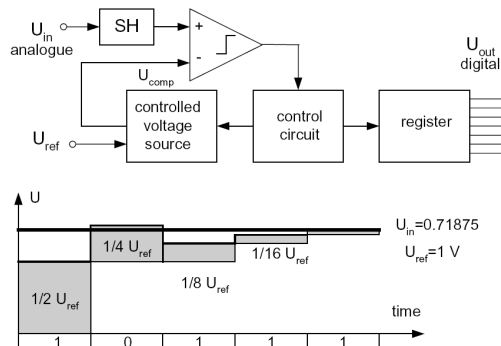
Convertidores Analógicos Digitales

- La diferencia entre ellos es la frecuencia de muestreo (velocidad) y el número de bits (resolución)
- Los convertidores de alta velocidad tienen baja resolución y viceversa
- El más común es el de aproximaciones sucesivas
 - son precisos
 - Tienen alta precisión (16 bits)
 - Amplio rango de velocidad hasta 100 MSPS (Mega muestras por segundo)
- Para altas velocidades, hasta 100MPS, el convertidor Pipeline es recomendable.
- Para la conversión de señales rápidas los convertidores Flash son preferidos
- Los convertidores Sigma-Delta se usan cuando se quiere precisión y resolución (16 y 24 bits)
- Los convertidores integrales se usan para medir CD ya que tiene tiempos de conversión entre 10 -150ms

12

Convertidor de Aproximaciones Sucesivas

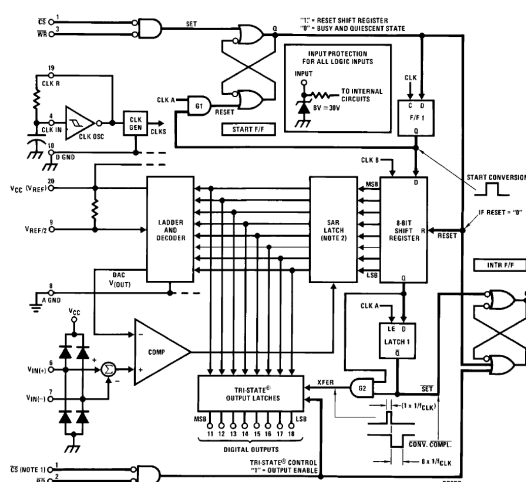
- Su resolución máxima es de 24bits
- Velocidad de 0.5 a 5MIPS
- Tiempo de conversión de hasta 1 μ s (Aceptable para la mayoría de aplicaciones).
- El principio de operación del SAR es el siguiente.
 - Se tienen secuencias de voltaje de $U/2$, $U/4$... $U/2^n$
 - Estos voltajes se comparan con el voltaje de entrada U_{in}
 - Si el voltaje es menor se incrementa el registro
 - Si se excede el voltaje se envía un cero y se termina la cuenta



13

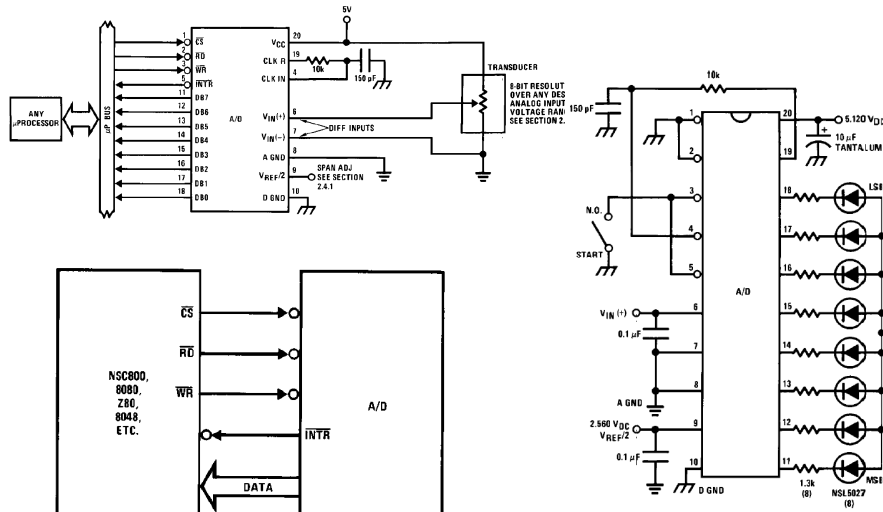
ADC 0804

- Resolución de 8bits
- Error total de 1LSB
- Tiempo de conversión de 100 μ s
- Voltaje de entrada de 0 a 5V con una sola fuente



14

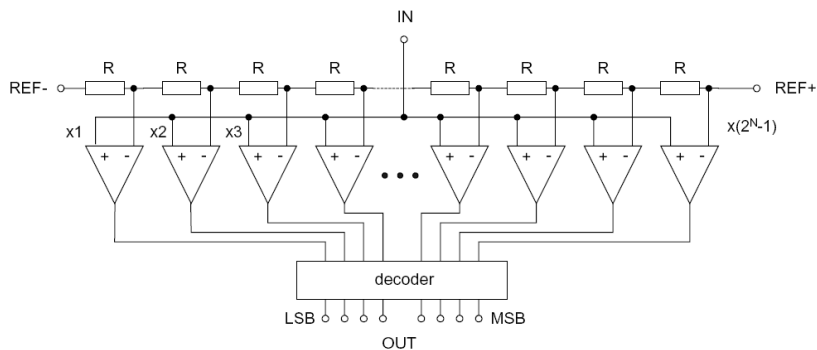
ADC 0804



15

Convertidores Flash

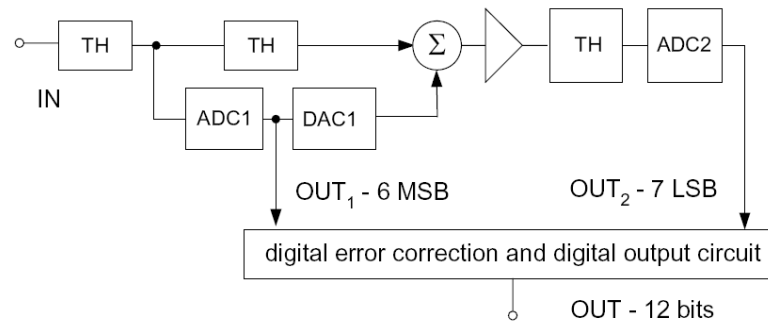
- Los convertidores flash en lugar de usar un comparador, tienen 2^n voltajes y comparadores
- Un circuito decodificador determina el voltaje de salida en función de las combinaciones de los comparadores
- La conversión se realiza en un solo paso. Por lo cual es posible conseguir 1GSPS



16

Convertidores Pipeline

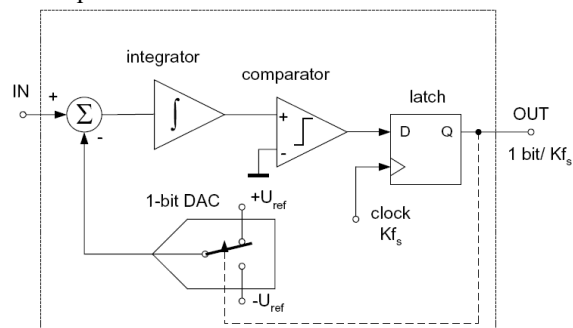
- Este convertidor procesa la señal en varios etapas
- El circuito de la figura es de 2 etapas (ADC1 y ADC2)
- Es posible conseguir resoluciones de 14 a 18 bits y muestreos de 100 MSPS



17

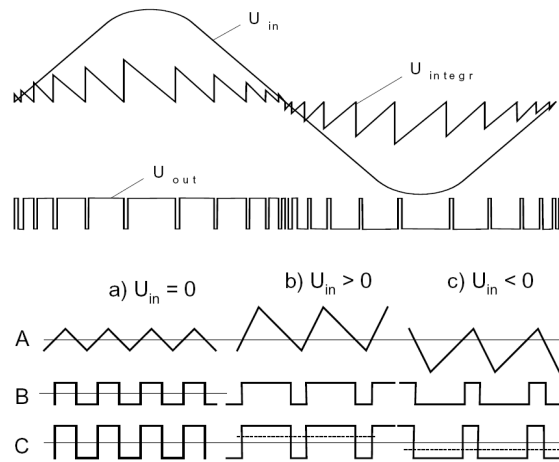
Convertidores Sigma Delta

- Estos convertidores son de 1 bit. Utiliza la técnica de sobre muestreo
- el ancho del pulso es proporcional al valor de la señal convertida
- Cada $k f_s$ se realiza la comparación
- El sumador compara la entrada con la salida de la señal



18

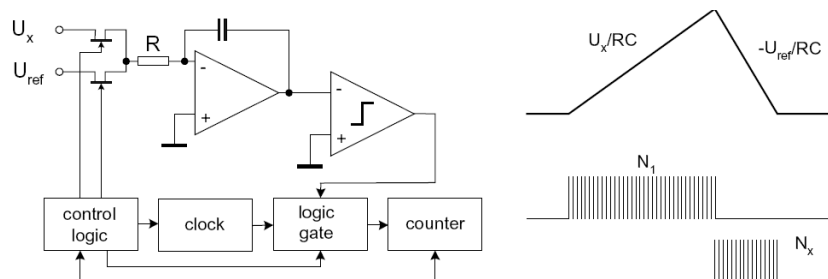
Convertidores Sigma Delta



19

Integrales

- Utilizan el principio de pendiente doble
- La salida del integrador se conecta a un comparador.
- La principal ventaja de este convertidor es su capacidad de rechazar frecuencias diferente a las de CD



20

Table 5.4. The comparison of the market available analogue-to-digital converters

Part	Type	Sample rate	Bits	Manufacturer	Approx.. Price \$
ADC180	integration	2048 ms	26	Thaler	210
ADS1256	delta-sigma	300 kSPS	24	Texas	9
AD7714	delta-sigma	1 kSPS	24	AD	9
AD1556	delta-sigma	16 kSPS	24	AD	27
MAX132	integration	63 ms	18	Maxim	8
AD7678	SAR	100 kSPS	18	AD	27
AD7674	SAR	800 kSPS	18	AD	30
AD10676	pipeline	80 MSPS	16	AD	900
ADS8412	SAR	2MSPS	16	AD	23
MAX1200	pipeline	1 MSPS	15	Maxim	20
ADS5500	pipeline	125 MSPS	14	AD	95
AD9410	pipeline	210MSPS	10	AD	200
AD9480	pipeline	250MSPS	8	AD	200
HI1276	flash	500 MSPS	8	Intersil	300
MAX105	flash	800 MSPS	6	Maxim	36
MAX108	flash	1.5 GSPS	8	Maxim	9

21

Características

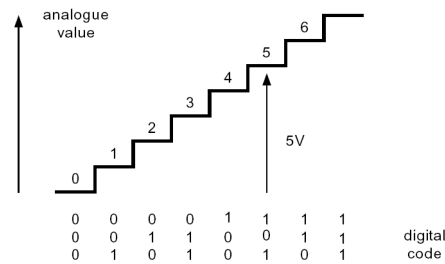
- SNR (*Signal to Noise Ration*). Se define como el margen que hay entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia del ruido que la corrompe.
- SINAD (*Signal to noise and distortion ratio*). Es la razón del valor RMS de una onda seno vs el valor RMS del ruido y de todos los armónicos
- THD (*Total Harmonic Distortion*). Es la razon de RMS de todos los armónicos entre el valor fundamental
- IMD (*Intermodulation distortion*). Se define como el valor rms de los componentes de la intermodulación a la señal sin distorsión
- Respuesta al Transitorio. Es la respuesta del convertidor ante una entrada escalon
- FPBW (*full Power Bandwidth*) es la frecuencia a la cual la amplitud de la señal digitalizada decrece 3dB
- ENOB (*Effective number of bits*). Un convertidor ideal solo tiene error de cuantización, pero los reales con el incremento de la frecuencia incrementa el ruido y la distorsión

$$ENOB = \frac{SINAD - 1.76}{6.02}$$

22

Convertidor Digital Analógico

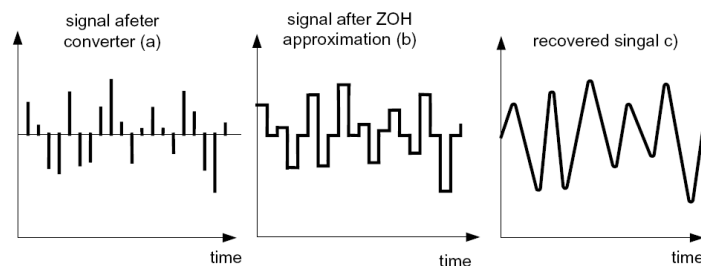
- Los DAC son usados para recuperar las señales analógicas a partir del código digital
- Este proceso a veces se le llama reconstrucción de la señal analógica
- Cada valor digital esta relacionado al valor definido en la señal analógica como se ve en la figura



23

Convertidor Digital Analógico

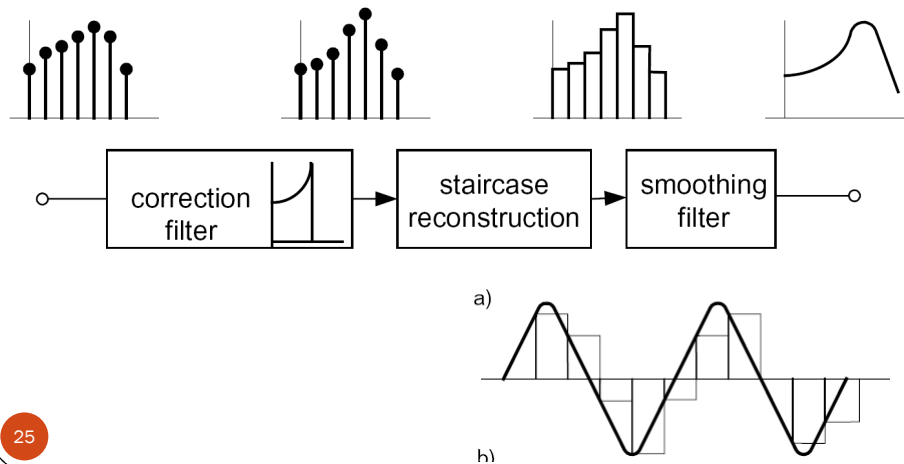
- Después de la conversión digital se obtienen un serie de pulsos con amplitud proporcional a la señal al momento de muestreo
- El pulso se mantiene constante hasta el siguiente pulso (Retenedor de orden Cero ZOH)
- A la salida del convertidor se le pone un filtro pasa bajas para mejor su respuesta



24

Convertidor Digital Analógico

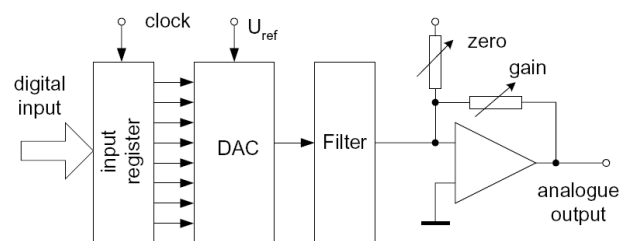
- Filtro de corrección → Reconstructor de escalera → filtro de suavizado



25

Convertidor Digital Analógico

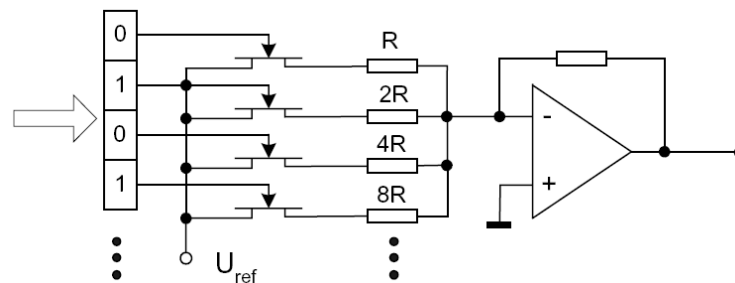
- En la figura se muestra la estructura de un convertidor DAC típico
- En la entrada hay un circuito candado (*latch*) que funciona parecido al *sample and hold*
- Una señal analógica se genera a partir de la suma de los componentes de acuerdo al nivel de cuantización



26

Convertidor Digital Analógico

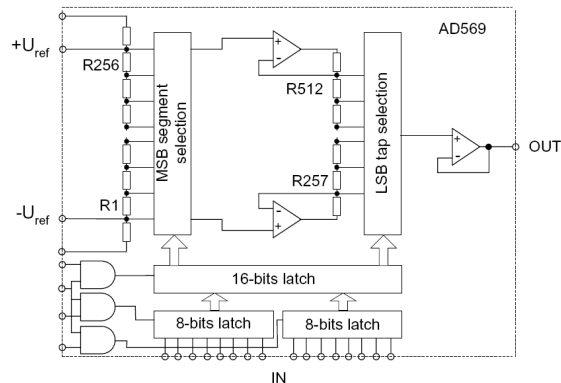
- El convertidor DAC más simple es como el que se muestra en la figura
- No es práctica su realización ya que se requieren muchos resistores de precisión de diferentes valores
- Tecnológicamente es mas conveniente usar el mismo valor de resistencia



27

Convertidor Digital Analógico

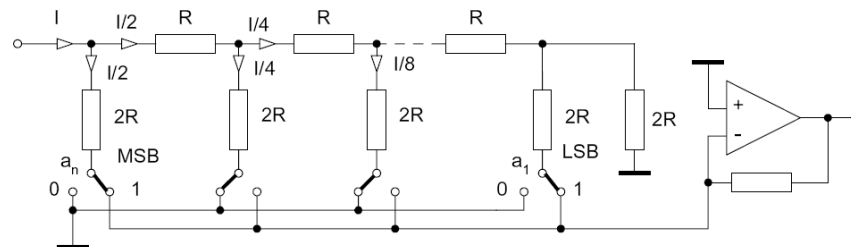
- En la figura se muestra un diagrama a bloques del convertidor AD569 de Analog Device
- Usa dos bancos de 256 resistores (una para los 8 bits bajos y el otro para los altos)
- Su alinealidad es menor al 0.01% y el tiempo de establecimiento de 3 μ S



28

Convertidor Digital Analógico R-2R

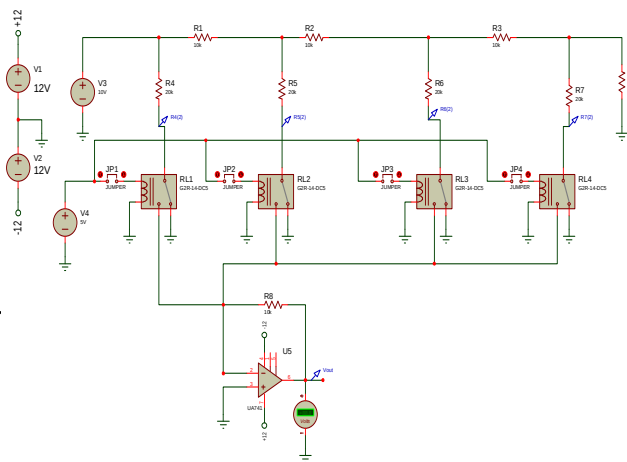
- Usa resistencias de valor R y $2R$, así como interruptores controlados por los bits.
- en cada nodo la corriente se divide en dos partes iguales
- El voltaje de salida es proporcional a la corriente total sumada en la entrada del opam
- La red total siempre consume la misma corriente
- El convertidor DAC09 puede funcionar a 12 MSPS y un tiempo de establecimiento de 85ns



29

DAC Discreto R-2R en Proteus

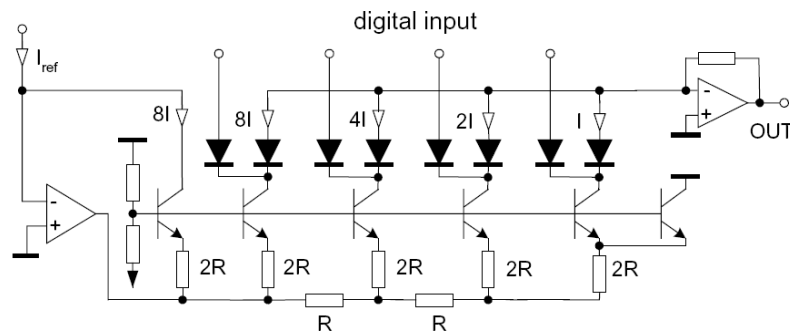
- G2R-14-DC5 Relevador
- BUTTON interruptor
- DAC0808 Convertido Digital analógico
- ADC0808 Convertido Analógico Digital



30

Convertidor Digital Analógico

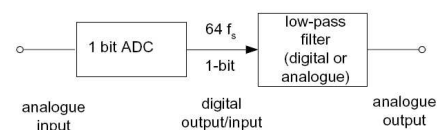
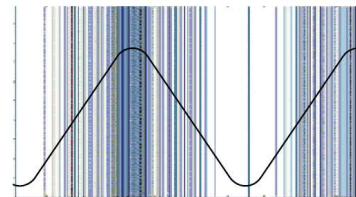
- La ventaja de que tiene la red R-2R es que usan el mismo valor de resistor
- Una alternativa es usar una configuración usando fuentes de corriente como en la figura



31

Convertidor Digital Analógico por PWM

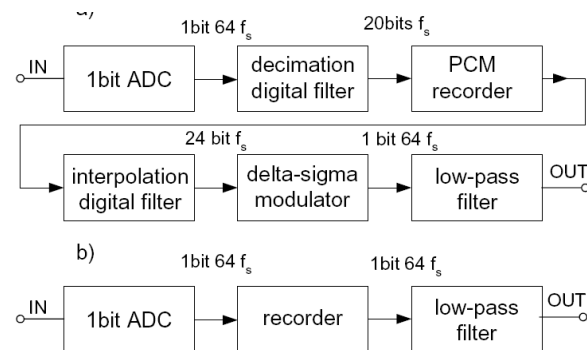
- La modulación por ancho de pulso (*PWM Pulse Width Modulation*) es muy conveniente ya que solo usa una sola terminal digital para generarlo
- También se usa un filtro pasa bajas para recuperar la señal
- Para mejorar su rendimiento se usa un modulador sigma-delta



32

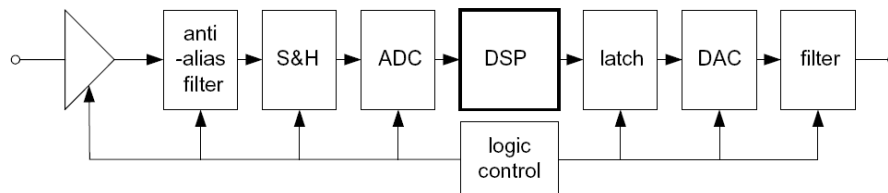
Direct Stream Digital y Grabado Convencional de Audio

- El reproductor de CD convencional usa una técnica de PCM (*Pulse Code Modulation*) con una frecuencia de muestreo de 44.1kHz y de 16 a 24 bits de resolución
- Usa un filtro de decimación par recuperar la señal a partir de una cadena de 1 bit



33

Procesamiento Digital



34

Características del ADC

- La resolución es el cambio de voltaje de salida que se produce como consecuencia de un cambio de 1LSB en las entradas digitales
- La no linealidad integral, es la diferencia entre la función de transferencia real y la línea recta idealizada
- La no linealidad diferencial, es la diferencia entre el paso ideal de 1LSB y el real
- Glitches, son pulsos momentáneos que se presentan en las transiciones

35

Ejemplo

- Un DAC de 8 bits tiene un rango de valores de 0 a 2.5V, de 0 a 5V y de -10 a +10V. Encontrar la resolución
- Un DAC de 8 bits tiene una resolución de 10mV/LSB. Calcule V_{ofs} y V_o , cuando el código de entrada es 0x80H

36

Problemas

37

Tarjetas de Adquisición de Datos (TAD)

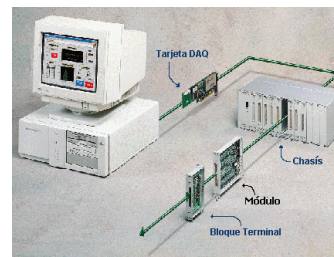
- La adquisición de datos (DAQ) es el proceso de medir con una PC un fenómeno eléctrico o físico como voltaje, corriente, temperatura, presión o sonido.
- Un sistema DAQ consiste de sensores, hardware de medidas DAQ y una PC con software programable.
- Comparados con los sistemas de medidas tradicionales, los sistemas DAQ basados en PC aprovechan la potencia del procesamiento, la productividad, la visualización y las habilidades de conectividad de las PCs estándares en la industria proporcionando una solución de medidas más potente, flexible y rentable.



38

DAC

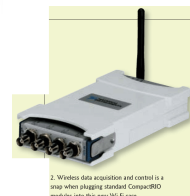
- El hardware DAQ actúa como la interfaz entre una PC y señales del mundo exterior. Funciona principalmente como un dispositivo que digitaliza señales analógicas entrantes para que una PC pueda interpretarlas.
- Los tres componentes clave de un dispositivo DAQ usado para medir una señal son el circuito de acondicionamiento de señales, convertidor analógico-digital (ADC) y un bus de PC.
- Varios dispositivos DAQ incluyen otras funciones para automatizar sistemas de medidas y procesos. Por ejemplo, los convertidores digitales-analógicos (DACs), las líneas de E/S y los contadores/temporizadores



39

Componentes de un Dispositivo DAQ

- **Convertidor Analógico Digital (ADC)**
 - Un ADC realiza "muestras" periódicas de la señal a una razón predefinida. Estas muestras son transferidas a una PC a través de un bus, donde la señal original es reconstruida desde las muestras en software.
- **Bus de la PC**
 - Los dispositivos DAQ se conectan a una PC a través de una ranura o puerto. El bus de la PC sirve como la interfaz de comunicación entre el dispositivo DAQ y la PC para pasar instrucciones y datos medidos. Los buses de PC más comunes son USB, PCI, PCI Express y Ethernet. Recientemente esta disponible el 802.11 Wi-Fi para comunicación inalámbrica.



2. Wireless data acquisition and control is a snap when plugging standard CompuDAQ modules into this new Wi-Fi card.

40

Acondicionamiento

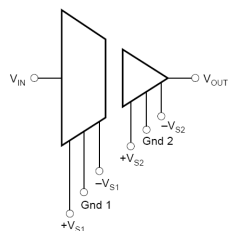
- El acondicionamiento se puede realizar dentro o fuera Los tipos son:
- Amplificación de la TAD.
 - Aumenta el nivel de la señal analógica
- Filtrado
 - Elimina señales eléctricas indeseadas
- Aislamiento
 - Evita que la señal eléctrica a medir pueda dañar al operador o al equipo.
 - Protege a la señal a medir de influencias no deseadas
- Multiplexación
 - Permite la selección de diferentes señales a ser procesadas por la TAD

41

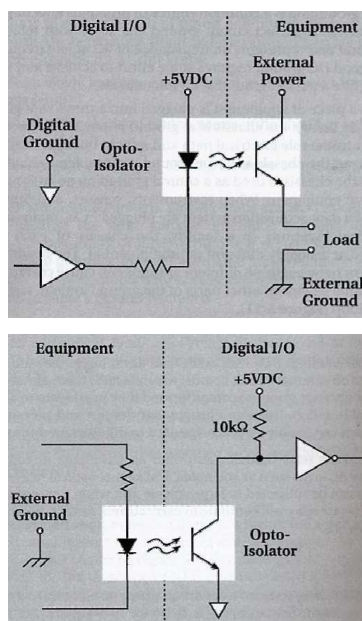
<http://www.sc.ehu.es/acwamurc/Transparencias/%284%29TAD.pdf>

Aislamiento

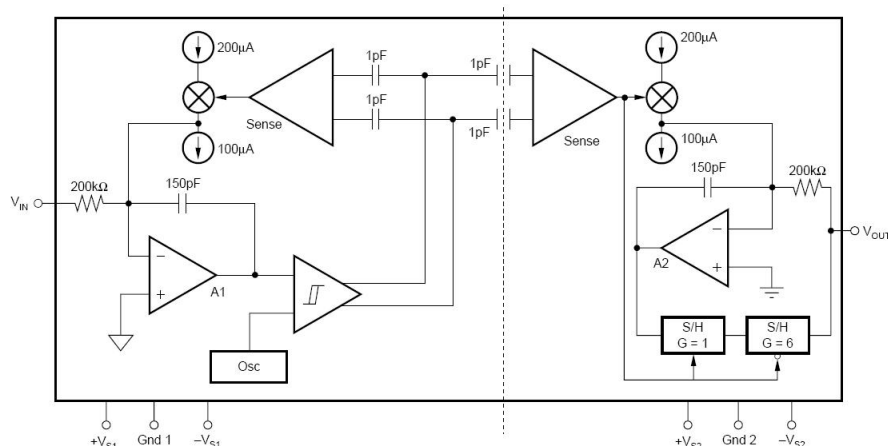
- Tipos de aislamiento
 - Óptico (opto acopladores)
 - Galvánico (Transformadores)
 - Capacitivo (capacitores)
 - De modo común (Operacionales)



42



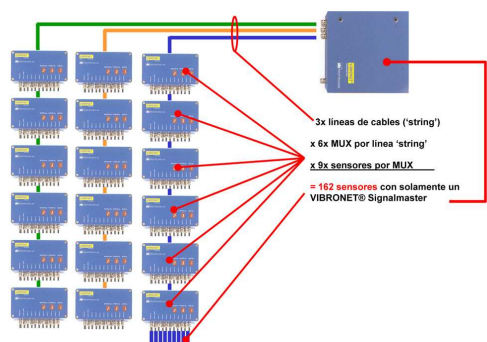
Amplificador de Aislamiento ISO124



43

Filtrado y Multiplexado

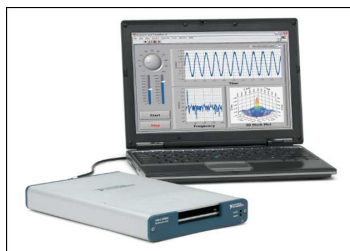
- Filtrado
 - Tipos de filtros: Pas alta, Pasa Bajas y Pasa Banda
 - Algunas TAD las tienen integradas o se pueden realizar por software
- Multiplexado
 - Cuando el número de entradas es superior al número de entradas disponibles en la TAD
 - Internamente en la TAD se realiza multiplexado si solo tienen un DAC o ADC



44

Tarjetas tipo Plug_in

- Las tarjetas de adquisición de datos pueden ser Internas o Externas
- Se diseñan para ser insertadas en los slots internos de una PC
- Pueden Limitar los recursos internos de la PC
- Normalmente se diseñan para bus PCI pero también existen para ISA,
- Micro Chanel, Buses Appel, USB, etc



45

Características de Tarjetas tipo Plug_in

- Son de alta velocidad (de 100KHz a 1GHz)
- Se dispone de una gran variedad de funciones ADC, DAC y ES digitales, contadores, temporizadores y funciones específicas.
- Idóneos para aplicaciones con un pequeño número de canales
- El ruido interno de la PC puede limitar la precisión de las mediciones
- el rango de voltajes de entrada y salida es de $\pm 10V$
- Realizar las conexiones de E/S o cambiarlas puede resultar engorroso
- Es el método menos caro para aplicaciones de medición y control



46

Criterios de Selección de una TAD

- Tipos de sistemas operativos, computadora. Windows, Mac Linux
- Tipo de conector para tarjeta PCI, PCMCIA, NuBUS
- Número de canales de entrada analógicas y Digitales
- Resolución requerida
- Frecuencia de muestreo de las señales
- Sincronización y temporizadores



47

Sistemas Externos de Adquisición de Datos

- Originalmente era un equipo autónomo conectado a una PC.
- Algunas ventajas:
- Mayor número de canales
 - Entorno eléctrico mas protegido
 - Mayor velocidad y funcionalidad



48

Sistemas Externos de Adquisición de Datos

- Actualmente son equipos autónomos principalmente en aplicaciones industriales para los que las soluciones basadas en PC no son válidas
- Alta sensibilidad para bajos niveles de voltaje de entrada ($<1\text{mV}$)
- Se usan una variedad de sensores y canales de entrada
- Se requiere procesamiento en tiempo real rápido
- Necesitan de una computadora para el control y almacenamiento. Normalmente se montan en racks



49

Sistemas Externos de Adquisición de Datos

- Arquitecturas
 - PXI: PCI eXtension for Instrumentation
 - PCI: Peripheral Component Interface
 - VISA: Virtual Instrumentation Software Architecture
 - VXI: VME eXtension for Instrumentation



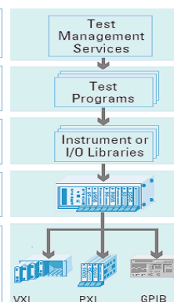
System Management
- NI TestStand, DAdem

Application
- LabVIEW, LabWindows/CVI, C++

Measurement and Control Services
- VISA, LabVIEW Plug and Play, IVI

Computing
- PXI, VXI, Desktop PC, GPIB

Device I/O
- Instruments, Data Acquisition, Vision, Motion



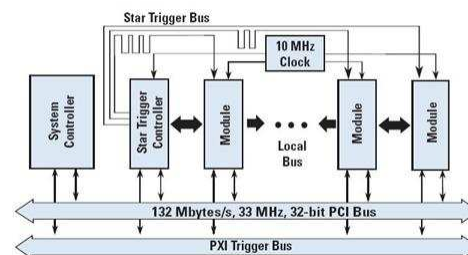
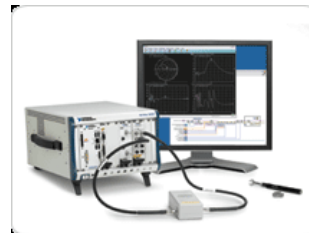
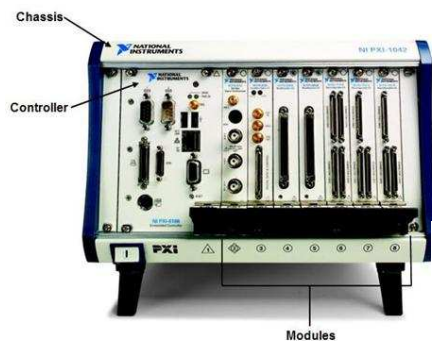
50

Sistemas Externos de Adquisición de Datos

- Amplia variedad de tipos de slots para aplicaciones especializadas en adquisición y control
- El chasis ofrece un entorno eléctrico mucho más protegido y menos ruidoso que el de una PC
- Usa interfaces estándar IEE-588, RS-232, USB,..., permiten la conexión en red, adquisición a distancia, o el uso de ordenadores que no sean PC's
- Memoria y procesadores dedicados que permiten aplicaciones de control en tiempo real
- Arquitecturas robustas, fáciles de configurar con un gran variedad de funciones de medida y control
- Los accesorios requeridos y los componentes son costosos

51

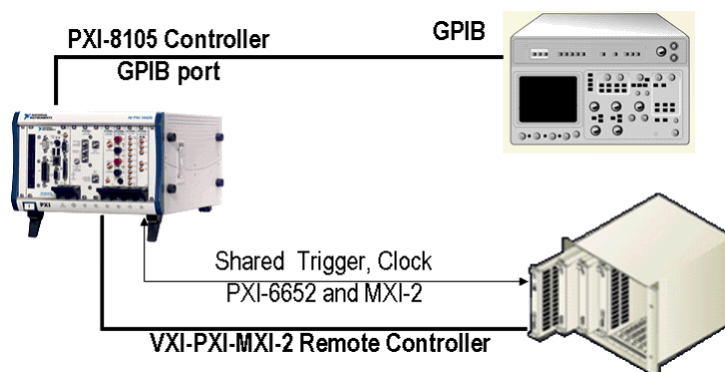
Sistemas Externos de Adquisición de Datos



52

Sistemas Híbridos de Adquisición de Datos

- Utilizan una combinación de tarjetas de adquisición de datos e instrumentación específica de prueba (Test)



53

Tarjeta de Adquisición USB 120FS

- Esta tarjeta es fabricada por Measurement Computing:



<http://www.mccdaq.com/products/product-selection.aspx>

- Suministra tarjetas para diferentes interfaces: PCI, USB e independientes
- Proporciona los controladores necesarios para poder usar sus productos con diferentes lenguajes de programación: C++, Matlab y LabVIEW
- Costo de 200dls



54

USB 1208FS

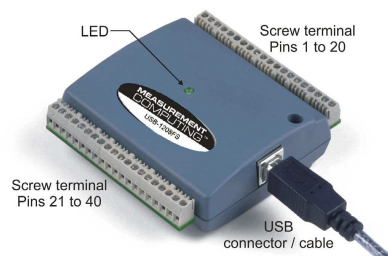
- Tiene entradas y salidas analógicas, entradas y salidas digitales y un contador de alta velocidad
- Rango de temperatura de 0°C a 70°C
- Humedad relativa de 0% al 90%
- USB-1208S USB 2.0 en modo de velocidad completa (12Mbps)
- Dimensiones 127 x 88.9 x 35.56 mm
- Impedancia de entrada de 122kohms
- Corriente máxima de entrada de $\pm 94\mu\text{A}$.
- El bloque de conexiones lo tiene integrado



55

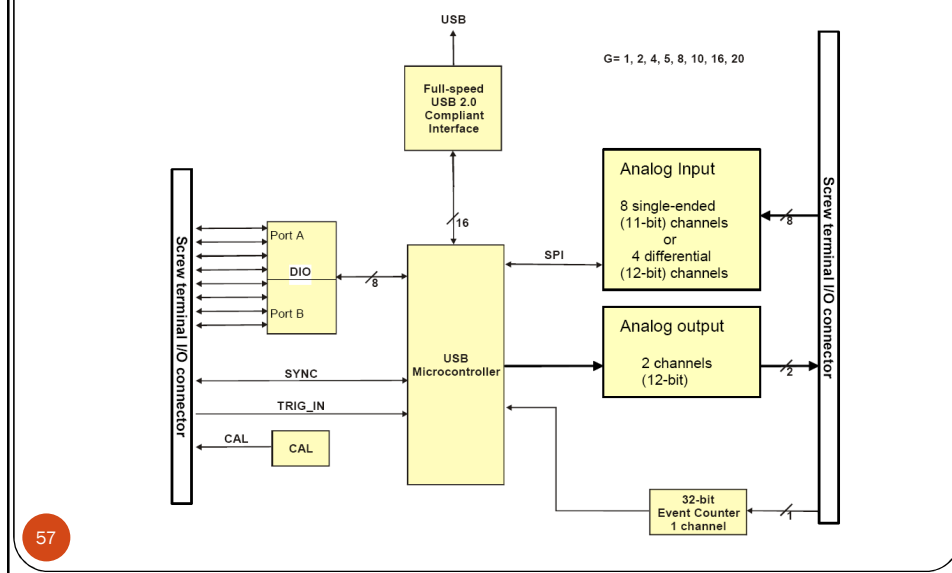
Características de Entrada Salida

- 16 pines de entrada salida digital (TTL) en 2 puertos
- 1 contador de alta velocidad de 32bits
- 8 entradas analógicas (referenciadas) o 4 diferenciales
- Frecuencia de muestreo de 50kS/s
- Convertidor analógico digital de 12 bits
 - Rango de entrada de $\pm 10\text{V}$
 - Resolución de
- Convertidor Digital analógico de 11 bits
 - Rango de salida de 0 a 4.096V
 - Resolución de
- Respetabilidad de 1LSB



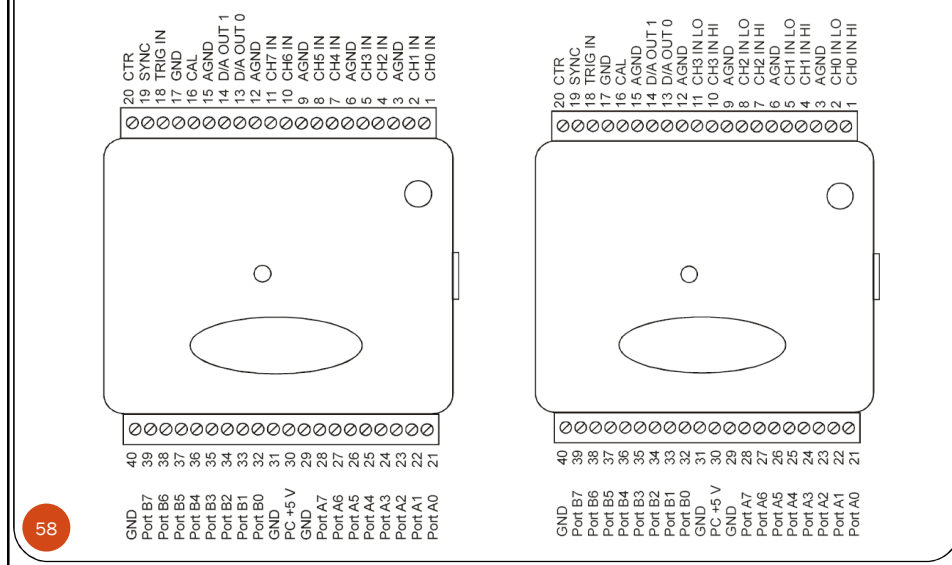
56

Diagrama a bloques



57

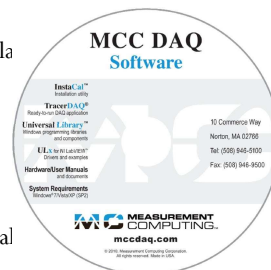
Terminales



58

Instalación

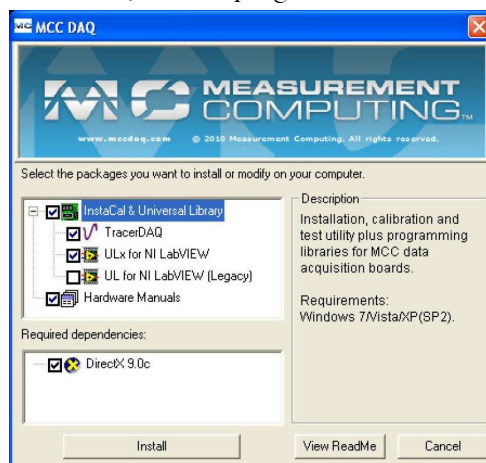
- La tarjetea de adquisición viene con el software *Measurement Computing Data Acquisition Software*, el cual proporciona todos los componentes para que se pueda usar. Los programas que instala son:
- InstaCal&Universal Library
 - Programa desde el cual se configura y reconoces a la TAD
- TraceDAC
 - Aplicación virtual para adquirir datos y generar señales con la TAD
- ULx for NI LabVIEW
 - Instrumentos virtuales para este lenguaje con el cual se pueden desarrollar aplicaciones
- Guías de usuario
 - Manuales de usuario del hardware que se tiene



59

Instalación

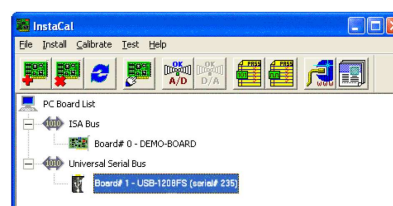
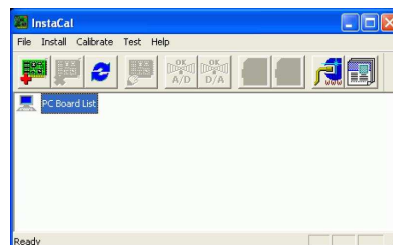
- Sistemas operativos Windows 7, Windows VISA y Windows XP SP 2.
- Para instalarlo se ejecuta el programa **install.exe**



60

Instalación

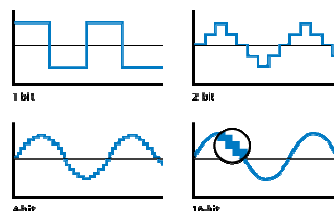
- Una vez que ha quedado instalado el software, cuando se conecta la USB1208FS esta es reconocido por el sistema y se puede ver en el programa InstaCal
- Cuando es reconocida se configura la entradas analógicas como diferenciales o referenciadas



61

Modos de Trabajo

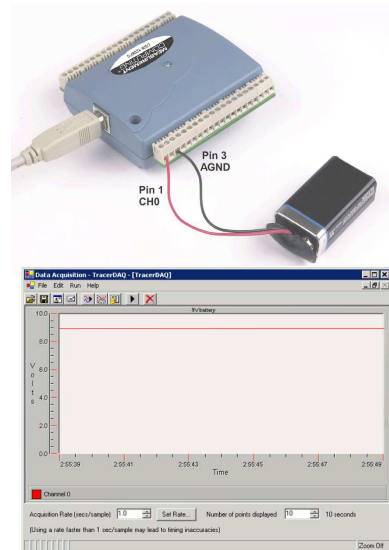
- Para la adquisición de señales analógicas se puede trabajar en dos modos:
- En modo software
 - Se obtiene una sola muestra al mismo tiempo.
 - El tiempo de adquisición depende de la computadora usada
- En modo continuo
 - Las entradas analógicas son continuamente adquiridas y se almacenan en un buffer FIFO hasta que se termina el scan
 - La frecuencia máxima de escaneo no puede exceder 50kS/s entre el número de canales a usar
 - Éste puede ser activado por software o disparado por una fuente externa



62

Prueba de Entradas analógicas

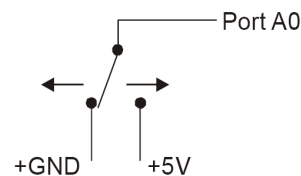
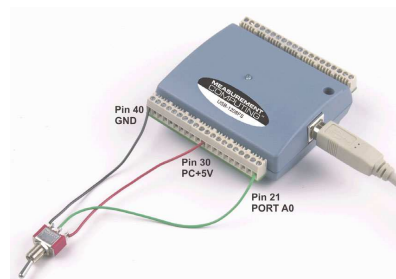
- Para probar la entrada analógica se conecta una batería o fuente de voltaje en la terminal 1 (CH0 IN) y la 3 (GND)
- Se abre el InstaCal y se tiene una grafica del voltaje.
- También se puede abrir el ejemplo que trae la tarjeta para LabVIEW (XAIN.VI)



63

Pruebas de Entradas Digitales

- Para probar la entrada digital se conecta un interruptor de 1 polo 2 tiros en la terminal 21 (PORT A0), la 30 (+5V) y la 40 (GND).
- Se abre el InstaCal y se activa una señal cuando esta en alto o se apaga cuando esta en bajo.
- También se puede abrir el ejemplo que trae la tarjeta para LabVIEW (XDIN.VI)
- Es importante comentar que si no tiene ningún voltaje conectado lo reconoce como alto (1 lógico)



64

Precisión de la tarjeta

- Offset
 - En el rango de $\pm 10V$ es de $\pm 9.77mV$
 - En general es del 0.2%
- Ganancia
- No linealidad

