

La tarjeta de adquisición de datos DAQ-6024E de National Instruments

Joan Font Rosselló
Versión 1.1

Indice

1. Diagrama de bloques la tarjeta DAQ 6024E	3
2. Pin-out de la tarjeta DAQ 6024E	4
3. Analog Input	5
4. Analog Output	12
5. Counter Signals	12
6. Digital Ports	14
7. Programmable Function Inputs	15
8. FREQ_OUT signal	15
9. Bibliografía	16

Diagrama de bloques

La DAQ-6024E consta de los siguientes bloques:

1. Un multiplexor para seleccionar los canales analógicos y el modo de funcionamiento de los canales de entrada
2. Un amplificador de instrumentación de ganancia programable (PGIA) detrás del multiplexor. El PGIA es el encargado de que al ADC le llegue el nivel de tensión adecuado, que corresponde a un margen dinámico de $[-5V, 5V]$.
3. A continuación, el convertidor A/D de 12 bits
4. Dos convertidores digital-analog DAC1 y DAC2 para dos salidas analógicas independientes. La resolución de los DACs es de 12 bits.
5. Un puerto de 8 entradas digitales
6. Dos contadores

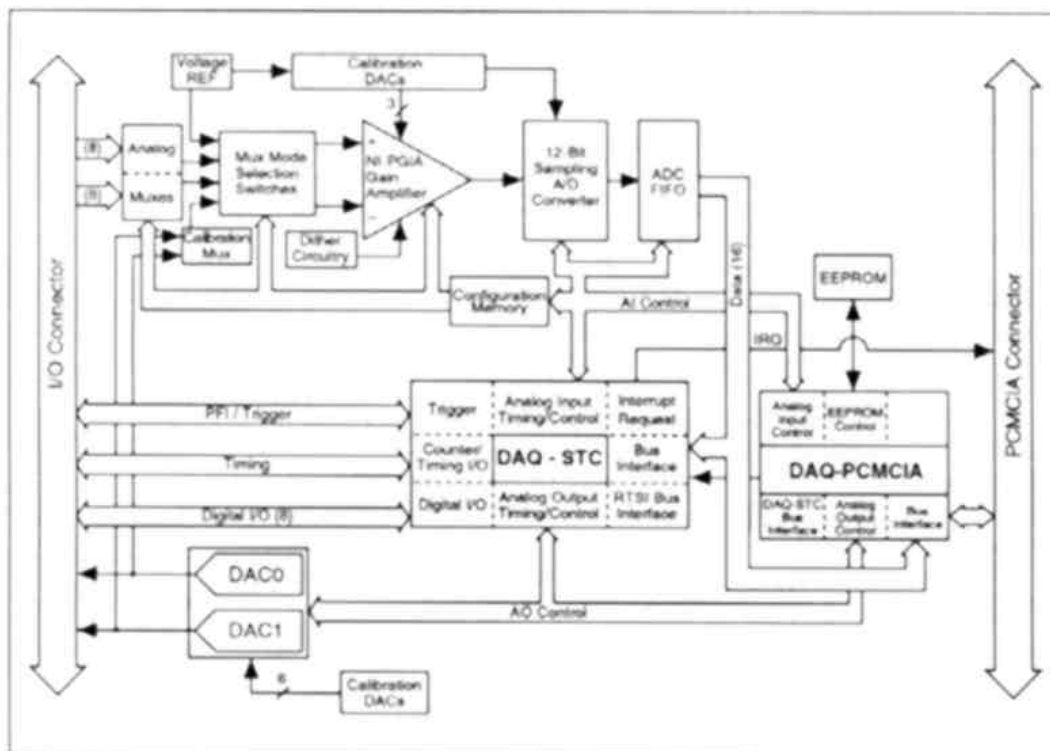


Figure 3-2. DAQCard-6024E Block Diagram

DAQCard-6024E Block Diagram

Pin-out

La tarjeta DAQ-6024E tiene un único conector de entrada/salida con 68 pins.

ACH8	34	68	ACH0
ACH1	33	67	AIGND
AIGND	32	66	ACH9
ACH10	31	65	ACH2
ACH3	30	64	AIGND
AIGND	29	63	ACH11
ACH4	28	62	AISENSE
AIGND	27	61	ACH12
ACH13	26	60	ACH5
ACH6	25	59	AIGND
AIGND	24	58	ACH14
ACH15	23	57	ACH7
DAC0OUT ¹	22	56	AIGND
DAC1OUT ¹	21	55	AOGND
RESERVED	20	54	AOGND
DIO4	19	53	DGND
DGND	18	52	DIO0
DIO1	17	51	DIO5
DIO6	16	50	DGND
DGND	15	49	DIO2
+5 V	14	48	DIO7
DGND	13	47	DIO3
DGND	12	46	SCANCLK
PFI0/TRIG1	11	45	EXTSTROBE*
PFI1/TRIG2	10	44	DGND
DGND	9	43	PFI2/CONVERT*
+5 V	8	42	PFI3/GPCTR1_SOURCE
DGND	7	41	PFI4/GPCTR1_GATE
PFI5/UPDATE*	6	40	GPCTR1_OUT
PFI6/WFTRIG	5	39	DGND
DGND	4	38	PFI7/STARTSCAN
PFI8/GPCTR0_GATE	3	37	PFI8/GPCTR0_SOURCE
GPCTR0_OUT	2	36	DGND
FREQ_OUT	1	35	DGND

¹ Not available on the 6023E

Figure 4-1. I/O Connector Pin Assignment for the 6023E/6024E

Analog Input

La tarjeta DAQ-6024E consta de 16 líneas de entrada o pins. En total, un máximo de 16 canales analógicos. Cada línea de entrada es configurable según tres modos de operación: DIFF (de diferencial, se usan un par de líneas de entrada para una señal diferencial: 0-7, 1-8, 2-9, 3-10 ...), NRSE (de Non Referenced Single-Ended, para grounded signals a la entrada, entre la línea en cuestión y el pin de referencia AISENSE), RSE (de Referenced Single-Ended, para señales flotantes, entre la línea en cuestión y el pin de referencia AIGND). En total, tendríamos pues 8 canales diferenciales o 16 canales unipolares.

Table 3-1. Available Input Configurations

Configuration	Description
DIFF	A channel configured in DIFF mode uses two analog input lines. One line connects to the positive input of the programmable gain instrumentation amplifier (PGIA) of the device, and the other connects to the negative input of the PGIA.
RSE	A channel configured in RSE mode uses one analog input line, which connects to the positive input of the PGIA. The negative input of the PGIA is internally tied to analog input ground (AIGND).
NRSE	A channel configured in NRSE mode uses one analog input line, which connects to the positive input of the PGIA. The negative input of the PGIA connects to analog input sense (AISENSE).

Un PGIA sigue a estas 16 líneas de entrada, de tal forma que cada canal programa al único PGIA con la ganancia adecuada. El PGIA se programa con una ganancia de 0.5, 1.0, 10.0 o 100.0 de tal forma que a la entrada del ADC tengamos un margen de [-5V,5V].

Table 3-2. Measurement Precision

Gain	Input Range	Precision ¹
0.5	-10 to +10 V	4.88 mV
1.0	-5 to +5 V	2.44 mV
10.0	-500 to +500 mV	244.14 μ V
100.0	-50 to +50 mV	24.41 μ V

¹ The value of 1 LSB of the 12-bit ADC; that is, the voltage increment corresponding to a change of one count in the ADC 12-bit count.

Note: See Appendix A. *Specifications*, for absolute maximum ratings.

Consejo: Es preferible trabajar en modo independiente para cada canal (channel-to-channel independent, conseguir todas las muestras de un canal y después pasar a otro canal) que en modo escaneo de varios canales (multiple-channel scanning, se toma una muestra de un canal, luego otra muestra de otro canal, etc..).

Señales referenciadas a tierra (grounded signals) y señales flotantes

Grounded signals son señales referenciadas a una tierra, sea la Tierra o la tierra de un edificio (un clavo en una pared del edificio). La masa o terminal de referencia es un terminal absoluto: tierra. Los generadores de funciones y alimentaciones son grounded signals.

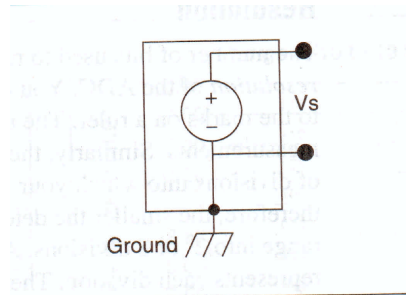


Figure 6-2. Grounded Signal Sources

Floating signals (señales flotantes) son señales cuyo terminal de masa no está conectado a tierra. Pilas, termopares, transformadores, amplificadores de aislamiento son fuentes de tensión cuyas tensiones de salida son flotantes.

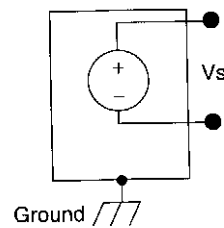


Figure 6-3. Floating Signal Sources

Modo diferencial (DIFF configuration)

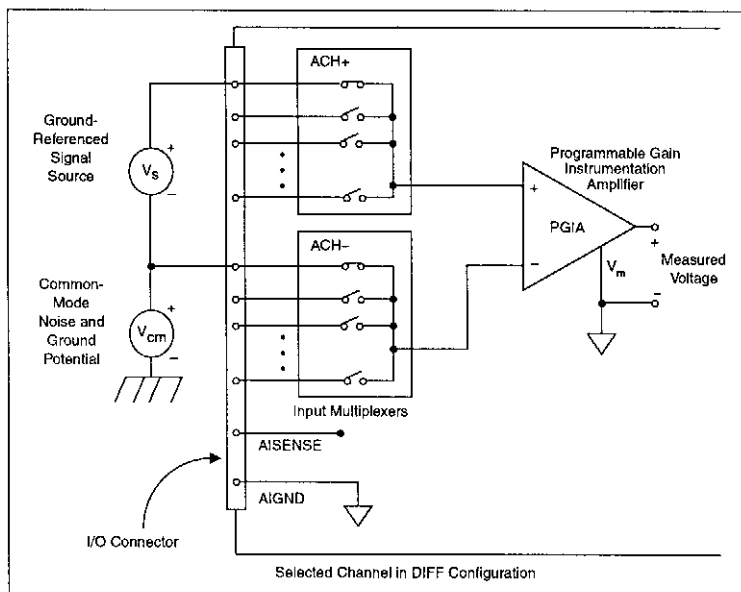


Figure 4-5. Differential Input Connections for Ground-Referenced Signals

El modo diferencial debe utilizarse para señales diferenciales, señales pequeñas (<1voltio) o señales degradadas por el ruido

Modo Referenced-Single Ended (RSE configuration)

El modo RSE se utiliza para señales single-ended flotantes

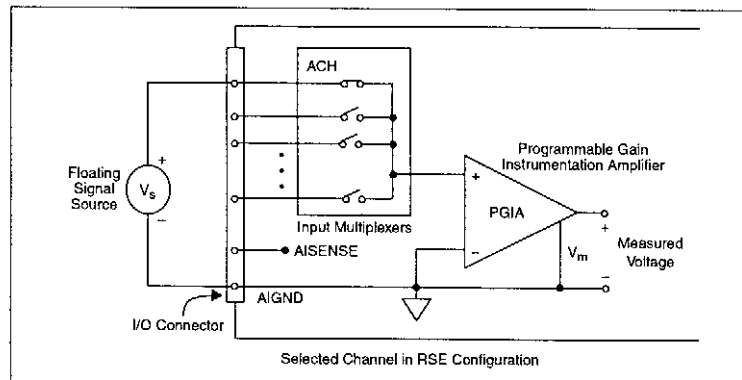


Figure 4-7. Single-Ended Input Connections for Nonreferenced or Floating Signals

Modo Non-Referenced-Single Ended (NRSE configuration)

El modo NRSE se utiliza para señales single-ended no flotantes, es decir, referenciadas a tierra. O bien para señales que son grandes ($>1V$), limpias de ruido, etc... (si no es así, se prefiere la configuración diferencial).

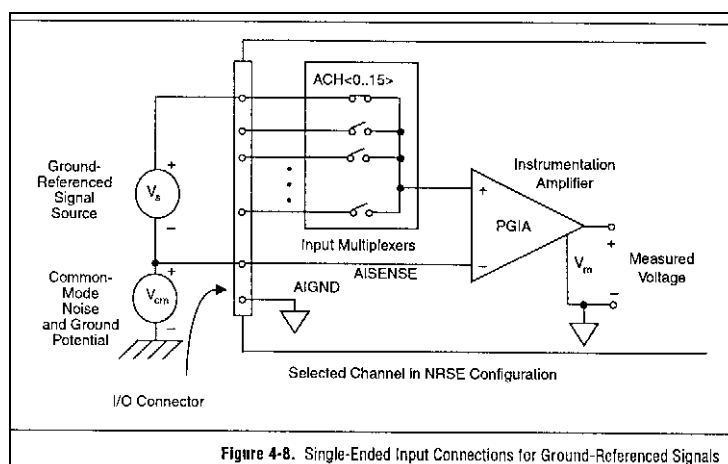
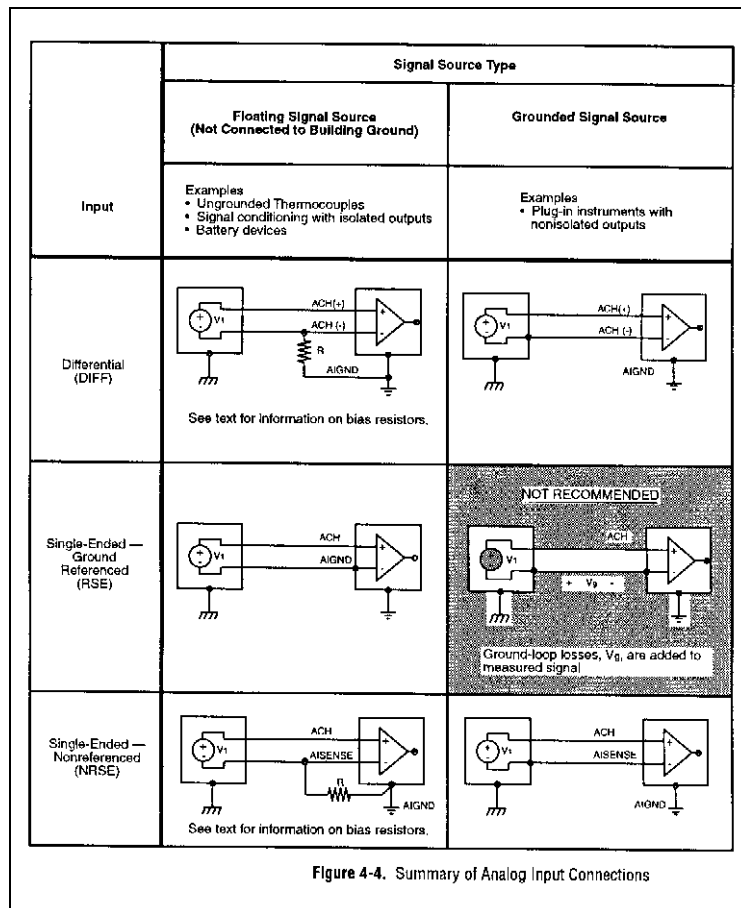
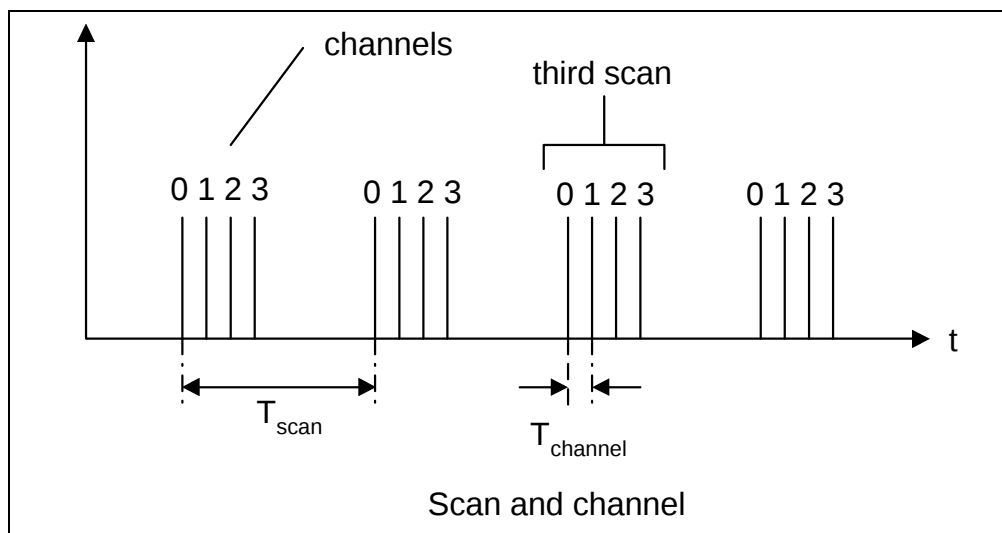


Figure 4-8. Single-Ended Input Connections for Ground-Referenced Signals



¿Qué es un scan y qué es un channel?

Hay dos formas de adquirir las señales de entrada. Mediante Multichannel Scanning o mediante Round-Robin scanning. Veamos primero el Multichannel Scanning.



Un **scan** es una adquisición para cada canal (una muestra por el número de canales, en el dibujo de arriba, cuatro muestras).

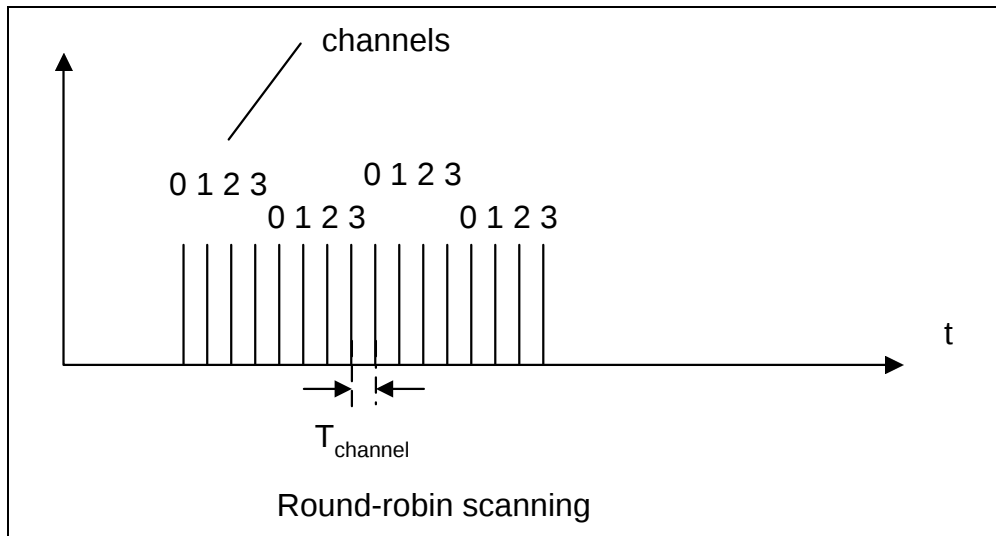
Number of samples es el número de puntos a adquirir por cada canal

Scan rate es la frecuencia del escaneo. Es $1/T_{\text{scan}}$

Channel clock es el tiempo entre la adquisición de dos muestras consecutivas de dos canales diferentes en un mismo scan. Es el T_{channel} . También se llama **interchannel delay**.

Round-Robin scanning

En este caso se deshabilita el scan clock (scan rate=0) y el interchannel delay T_{channel} pasa a ser el único reloj. Este T_{channel} depende del settling time del ADC (unos 10 microsegundos).



Señales de sincronismo para la adquisición de datos (DAQ Sequence)

Para la adquisición de señales de entrada tenemos principalmente estas cuatro señales que se muestran a continuación. Se puede adquirir una señal en modo pretrigger (empieza a adquirir datos antes de que le llegue la señal de trigger) o en modo posttrigger (sólo después empieza a leer datos de entrada). La señal TRIG1 actúa en modo pretrigger y es el flag de inicio para que el ADC empiece a leer datos a la entrada. El número de scans durante los cuales el ADC adquirirá datos de la entrada vendrá dado por la variable *number of pretrigger scans* (en el esquema, 3). Una vez llegados a los tres scans leídos, el scan counter se carga al *number of posttrigger scans* (2) y sigue leyendo de la entrada sin que el scan counter se decremente. Una vez llega la señal de TRIG2, el scan counter empieza a descontar hasta que el ADC termine de leer el *number of posttrigger scans*. La señal STARTSCAN da inicio a un scan. La señal CONVERT inicia una conversión del ADC (en nuestro caso tenemos dos canales por cada scan).

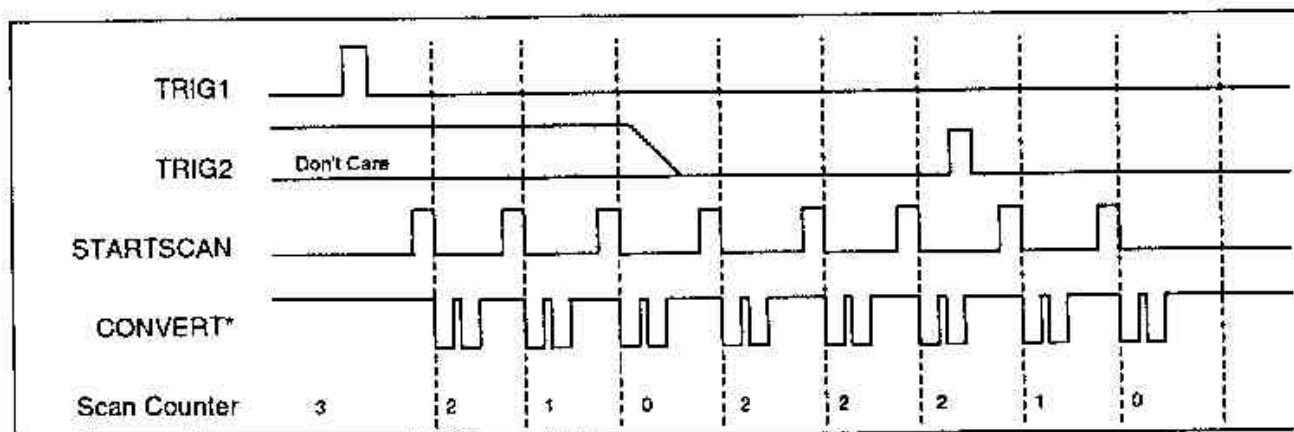


Figure 4-18. Typical Pretriggered Acquisition

Otra señal de salida es la SCANCLK, que crea un pulso para indicar que el dato de entrada ya ha sido muestreado y puede ser retirado (t_d segundos después de haber comenzado a convertir, ver cronograma de abajo).

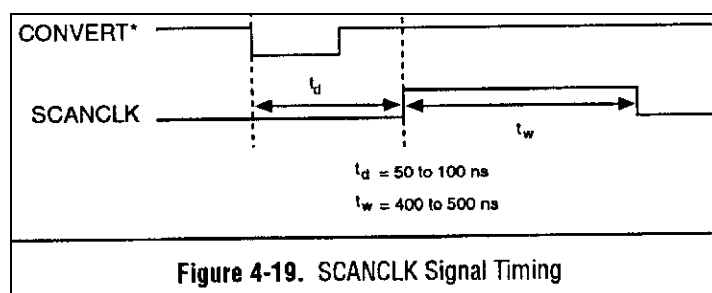
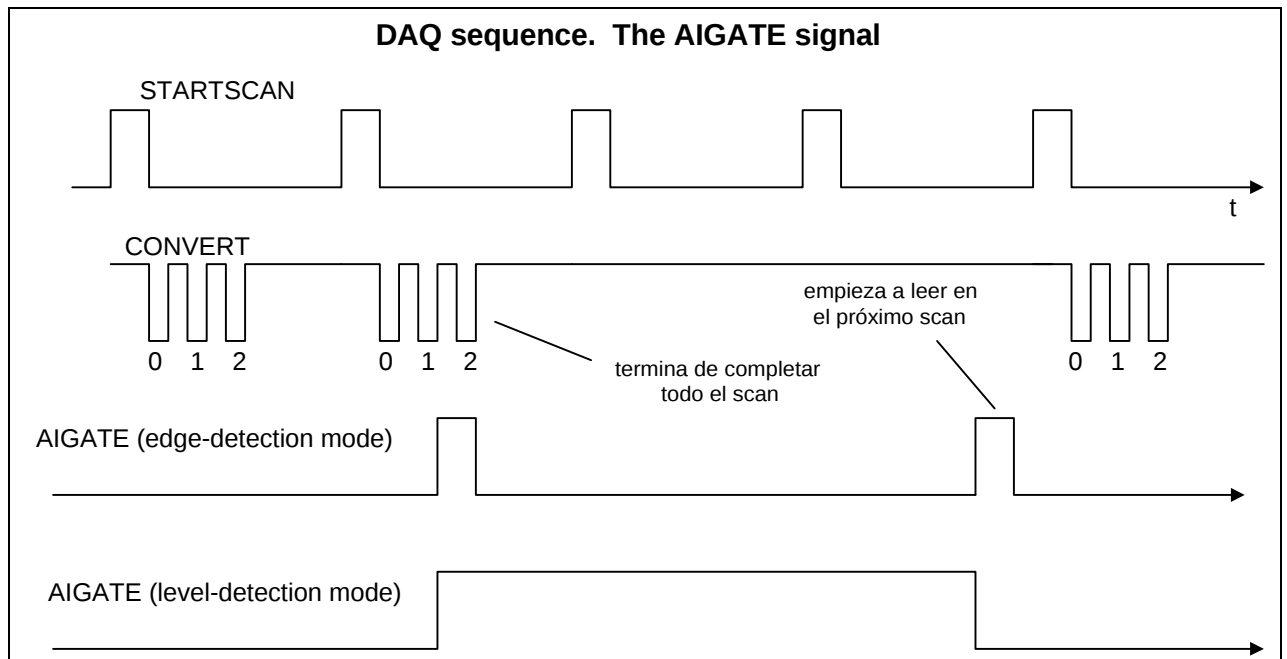


Figure 4-19. SCANCLK Signal Timing

Una señal sólo de salida es la EXTSTROBE que genera o bien un pulso (software control) o bien una secuencia de ocho pulsos (hardware-strobe mode). Esta señal sirve como trigger o como latch para dispositivos externos a la DAQ.

Ya por último, tenemos dos señales sólo de entrada: AIGATE y SISOURCE. La señal AIGATE (Analog Input Gate) habilita o deshabilita la señal de entrada STARTSCAN, con lo que no se realizan más scans de lectura. Se puede programar bien por nivel, bien por flanco. Si se activa por nivel, cuando AIGATE es activa la señal STARTSCAN es emmascarada (masked off) y la DAQ se para de leer. Si se activa por flanco, el primer flanco activa deshabilita STARTSCAN y el segundo flanco activo la habilita otra vez. Ahora bien, AIGATE ni puede parar una conversión en curso ni recuperar la lectura de un scan emmascarado. Por otra parte, la SISOURCE es un reloj que sirve para sincronizar la señal STARTSCAN. Este reloj puede ser externo (máximo 20MHz) o bien interno, donde la base de tiempos interna genera la señal de reloj (desde 100KHz hasta 20MHz).



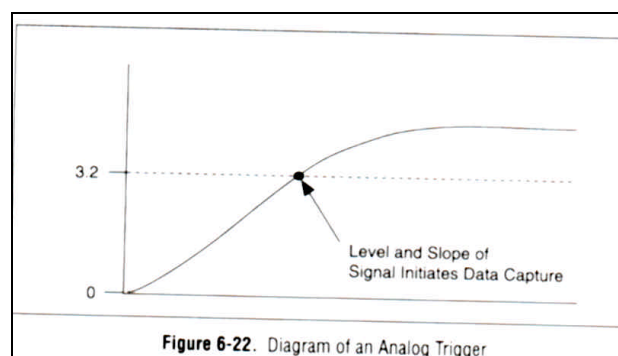
¿Cómo funcionan los triggers?

El trigger o disparo inicia una secuencia de adquisición. El trigger suele ser una señal externa, bien digital, bien analógica. Hasta ahora sólo hemos visto el trigger digital, que entra por cualquiera de las líneas PFI. Sólo debe especificarse el control del canal del trigger, como ya hemos visto:

1. Pretrigger scans
2. Number of scans to acquire
3. Posttrigger scans
4. Trigger edge input (rising or falling edge)-flanco de bajada/de subida

Análogamente, si tenemos un disparo analógico, deberemos especificar las condiciones del trigger, así como la línea por la que entra la señal:

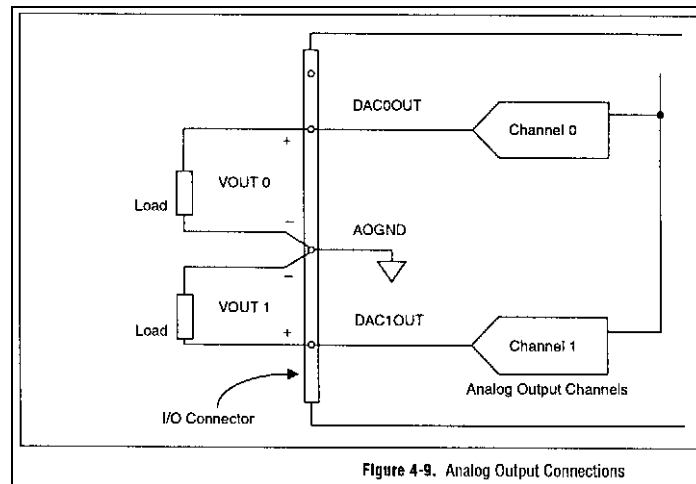
1. Pretrigger scans
2. Number of scans to acquire
3. Posttrigger scans
4. Trigger edge input (rising or falling edge)-flanco de bajada/de subida
5. Trigger channel number (línea AI por la que entra)
6. Trigger level



Además, podemos también operar con un trigger por software (conditional retrieval).

Analog Output

También la DAQ-6024E puede generar señales de salida. De hecho, consta de dos líneas de salida de analog output, dos canales: DAC0OUT y DAC1OUT con dos conversores DAC.

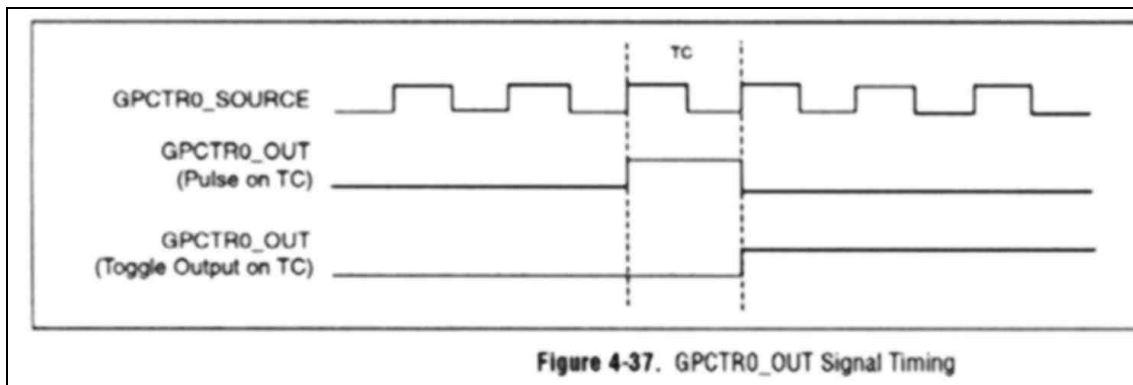


Estos conversores interpretan las entradas en complemento a dos. El nivel de los canales de salida es $[-10V, 10V]$. ¿Qué valor saca la tarjeta a la salida?. El valor que va sacando se irá actualizando, bien por software, bien por hardware. Si se actualiza por hardware, se hace según el ritmo marcado por el *update rate*. Para la generación de una secuencia de datos, la tarjeta usa tres señales. La señal WFTRIG inicia la generación de una onda de la DAQ. La señal UPDATE actualiza las salidas de la DAQ. Si no cogemos la señal UPDATE como una entrada, el contador UI genera internamente los pulsos de UPDATE a partir del reloj UISOURCE (hasta 20 MHz si es una señal externa). Si no tenemos reloj externo UISOURCE, el propio contador UI genera internamente una señal UISOURCE. Los pulsos de UPDATE deben estar lo suficientemente espaciados para que los nuevos datos se pueden escribir en sus latches

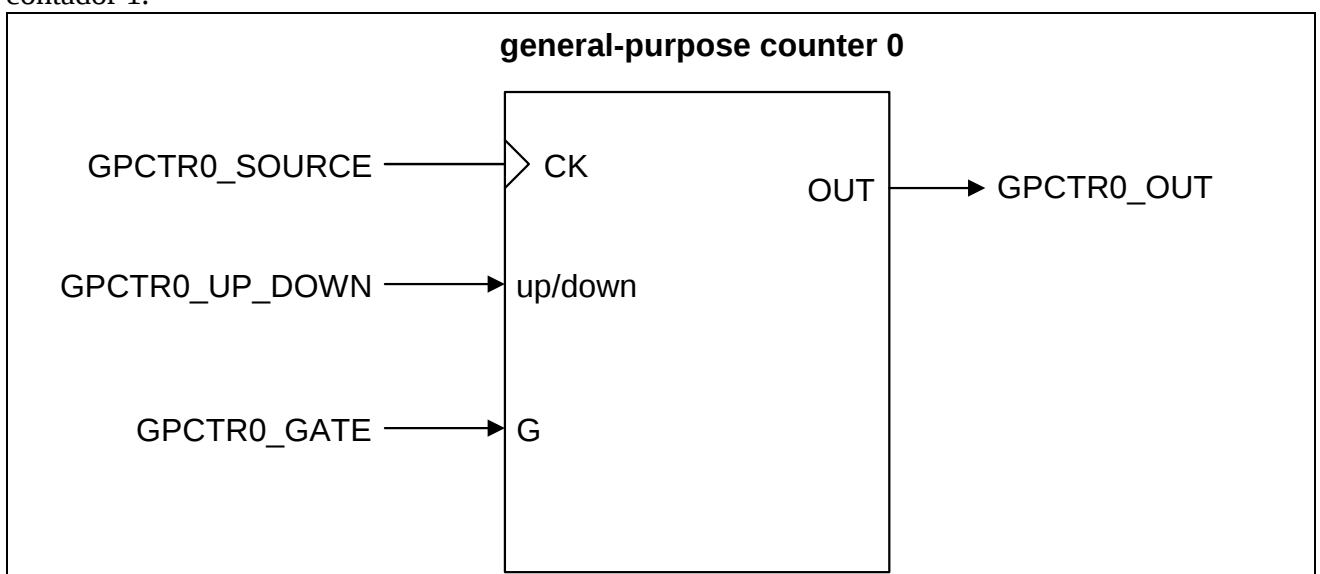
Counter Signals

La DAQ-6024E tiene dos contadores exactamente iguales (0 y 1). Hay tres señales que controlan a cada contador. La GPCTR0_GATE habilita/deshabilita el contador 0. La GPCTR0_SOURCE es la entrada del contador 0. El registro del contador (count register) se va incrementando a cada flanco activo de la señal GPCTR0_SOURCE. Cuando el count register alcanza un cierto valor (TC-Terminal Count) la señal de salida GPCTR0_OUT:

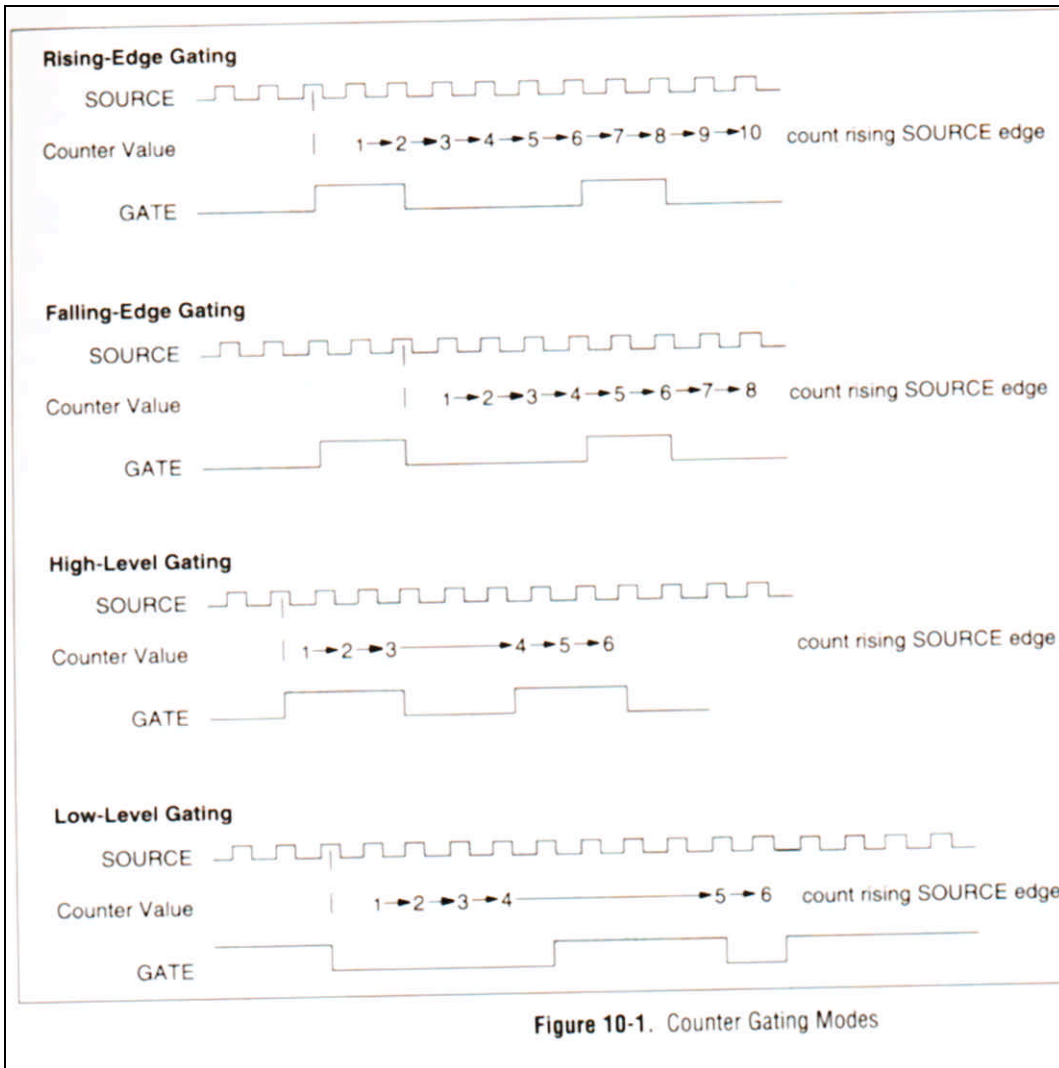
1. Cambia de polaridad (Toggle Output on TC)
2. Crea un pulso (Pulse on TC) de período un ciclo de la GPCTR0_SOURCE



Otra señal que controla si el contador decrementa o incrementa es la señal digital de entrada GPCTR0_UP_DOWN, que entra por el pin DIO6. Este control puede realizarse también por software, si se deja libre el pin DIO6. Análogamente, el DIO7 controla el contador 1.

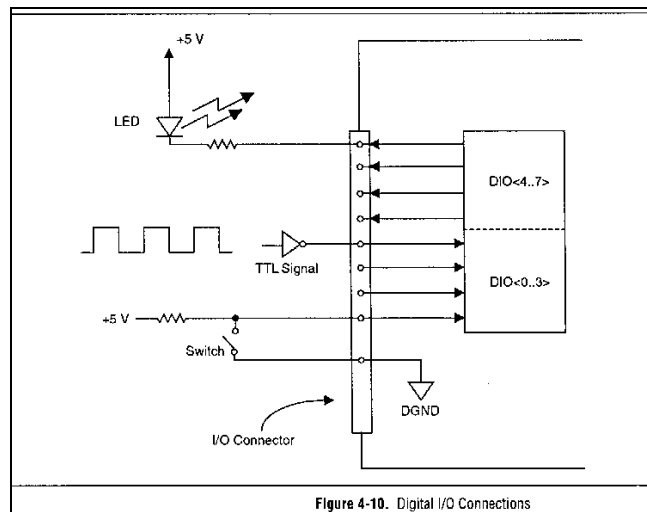


En función de que la señal de GATE esté configurada para enmascarar la señal de reloj CLK por flanco (subida/bajada) o por nivel (alto/bajo), tenemos estos cuatro modos de operación.



Digital Ports

La tarjeta DAQ6024E tiene 8 pins para entradas/salidas digitales DIO0-DIO7. Cada uno de estos ocho puertos se puede programar individualmente. Como entradas, el DIO6 y el DIO7 controlan el control up/down de los contadores 0 y 1 respectivamente.



Programmable Function Inputs

La tarjeta DAQ6024E tiene 10 pins PFI. Estas PFI's, como entradas, pueden programarse para entrar señales como TRIG1, TRIG2, STARTSCAN, CONVERT, AIGATE, SISOURCE, UPDATE, WFTRIG, UISOURCE, GPCTR0_SOURCE, GPCTR0_GATE, GPCTR1_SOURCE o GPCTR1_GATE. En cambio como salida, cada pin PFI sólo puede sacar una señal específica: PFI9/GPCTR0_GATE, PFI8/GPCTR0_SOURCE, PFI15/UPDATE. El pin PFI9 sólo puede sacar como salida la señal del contador 0 GPCTR0_GATE y así sucesivamente. El resto se pueden ver en el pin-out de la tarjeta.

FREQ_OUT signal

El generador de frecuencia interno de la tarjeta saca el reloj por este pin.

Bibliografía

Measurements Manual of LabVIEW Ed. National Instruments
User Manual DAQ 6024E Ed. National Instruments
LabVIEW 6i Programación Gráfica para el Control de Instrumentación, Antonio
Manuel Lázaro, Ed. Paraninfo