

ADC12130 Conversor A/D serial de 12 bits



GUILLERMO RAMOS RAMOS
gramos@telesat.com.co

Los conversores A/D seriales se caracterizan por su tamaño reducido y bajo costo. El circuito integrado que describimos en este artículo, posee como características adicionales, buena resolución y alto desempeño.

El circuito integrado ADC1230, fabricado por la firma *National Semiconductor*, es un convertidor análogo/digital con resolución de 12 bits y signo de polaridad e intercambio de datos en formato serial, **figura 1**. Posee dos entradas o canales analógicos y una entrada común, permitiendo así leer una señal en modo diferencial o dos señales independientes en modo común. Una de las grandes ventajas es su costo, el cual es de US\$13 aproximadamente, la mitad o menos que lo que valdría un conversor paralelo con propiedades similares. Su versatilidad lo ha convertido en un dispositivo óptimo para muchas aplicaciones entre las que mencionamos:

Posibles aplicaciones:

- Registradores de datos
- Visualizadores cardíacos
- Dispositivos de control automático
- Medidores y controladores de temperatura
- Indicadores de peso, presión y compresión

- Adquisición de datos con una PC
- Digitalizadores
- Sistemas de posicionamiento global

El método de conversión utilizado por este circuito integrado es el de aproximaciones sucesivas, el cual entrega el dato digital con una velocidad aceptable, en este caso, de 10 μ s aproximadamente. El voltaje de operación, incluyendo el de las entradas analógicas, es de 5V DC.

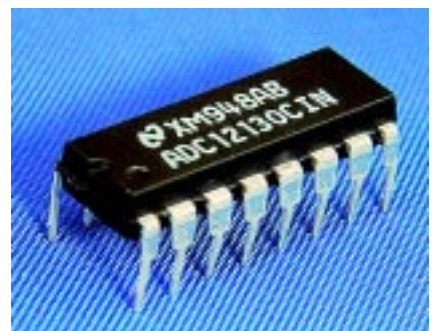


Figura 1. Circuito integrado DC12130

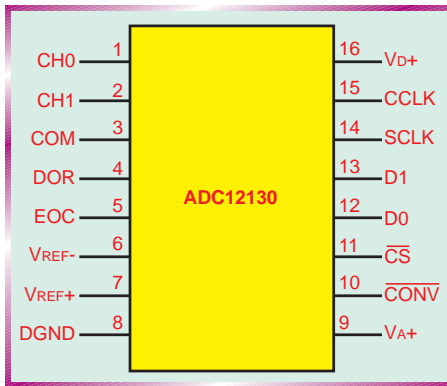


Figura 2. Distribución de pines del circuito integrado ADC12130

Veamos a continuación algunas propiedades y características técnicas de este novedoso circuito integrado.

Propiedades

- Interface serial (compatibles con MICROWIRE, SPI y QPSI).
- 2 canales independientes ó 1 canal diferencial.
- Tiempo de adquisición programable.
- Formato en el dato de salida programable.
- Voltajes analógicos entre 0 y 5V DC.

Características técnicas

- Resolución:** 12 bits más signo
- Tiempo de conversión:** 8.8 µs
- Entrega de datos:** 14 µs
- Linealidad:** ±2 LSB
- Alimentación:** 3.3V ó 5V DC

Rangos de operación del ADC12130	
Alimentación positiva V+ = VA+ = VD+	3 a 6.5V DC
Voltaje en entradas y salidas digitales	-0.3V a (V+) +(0.3V)
Voltaje en las entradas análogas	GND-5V a (V+) +(5V)
Consumo en los pines de entrada	30 mA
Disipación de potencia a 25°C	500 mW
Temperatura de operación	-40°C a 85°C
Diferencia entre VD+ y VA+	=< 100 mV
Diferencia entre VREF+ y VREF-	>1.0 V

Tabla 1. Rangos de operación del ADC12130

Observe en la figura 2 la distribución de pines del ADC12130. Además de la referencia mencionada, existen otros dos circuitos integrados, el ADC12132 y ADC12138, que se diferencian principalmente, por tener canales analógicos adicionales.

Descripción de los pines

CH0. Es la entrada analógica para el canal 0 del convertor. Si se utiliza en modo diferencial, el voltaje a convertir será la diferencia entre CH0 y CH1. Si se utiliza en forma independiente, el voltaje a convertir será la diferencia entre CH0 y COM.

CH1. Entrada analógica para el canal 1 del convertor. Si se utiliza en modo diferencial, el voltaje a convertir será la diferencia entre CH0 y CH1. Si se utiliza en forma independiente, el voltaje a convertir será la diferencia entre CH1 y COM.

COM. Entrada común. Sirve en caso de que los canales CH0 y CH1 no se utilicen en modo diferencial.

EOC. Salida que indica el final de un ciclo de conversión. Permanece en bajo mientras se ejecuta algún ciclo de conversión o de configuración dentro del circuito integrado. Una vez se finalice el ciclo, este pin se pone en alto transitoriamente y regresa a su estado normal.

VREF+. Entrada que recibe el valor de voltaje que el convertor utilizará como referencia alta.

VREF-. Entrada que recibe el valor de voltaje que el convertor utilizará como referencia baja.

VD+. Alimentación positiva para la sección digital del circuito integrado. Su valor nominal es 5V DC.

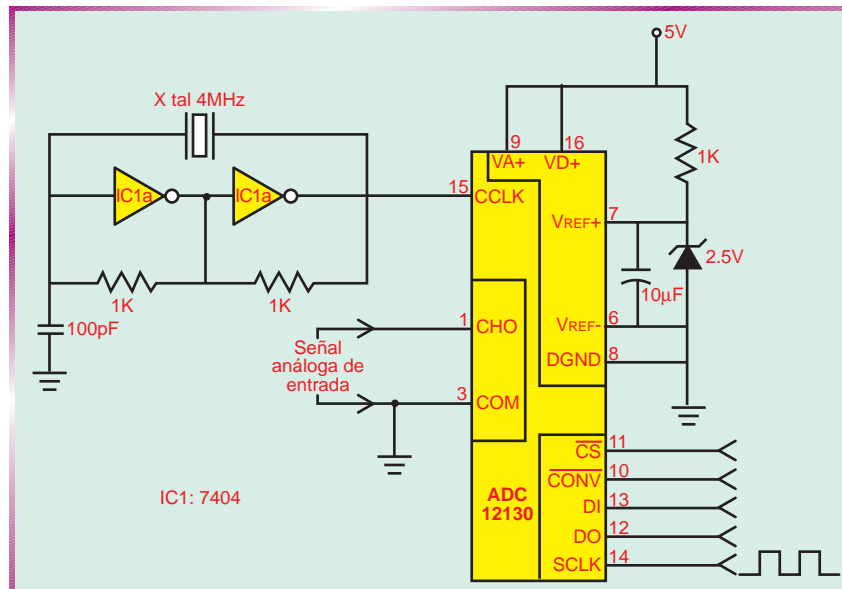


Figura 3. Circuito que utiliza el canal CH0 como entrada de señal y un voltaje de referencia de 2.5V

DI0	DI1	
0	0	CH0 + y CH1 - (modo diferencial)
0	1	CH0 - y CH1 + (modo diferencial)
1	0	CH0 + y COM - (modo común)
1	1	CH1 + y COM - (modo común)

Tabla 2. Selección del canal análogo y polaridad de entrada

DGND. Común de la alimentación digital del circuito integrado.

VA+. Alimentación positiva para la sección analógica del circuito integrado. Su valor nominal es de 5V DC.

CONV. Entrada que habilita el ciclo de conversión en el circuito integrado. Cuando está en bajo, se habilita la conversión A/D, pero cuando está en alto, dicha conversión no se realiza y los datos que se obtienen a la salida corresponden a la última conversión hecha.

CS. Entrada de habilitación general del circuito integrado. Cuando está en alto, las salidas se ponen en estado de alta impedancia y no atiende los datos que estén presentes en los pines de las entradas. Cuando está en bajo, todas las funciones del circuito integrado quedan habilitadas.

DO. Salida de datos digitales. Los resultados de la conversión y solicitud de otros datos aparecen sobre este pin en formato serial, el cual puede configurarse para que salga primero el MSB o el LSB. La longitud de cada dato puede ser de 9, 12, 13, 16 ó 17 bits, de acuerdo al código de control que el circuito haya recibido previamente.

DI. Entrada serial de datos. Por este pin se solicitan datos y se configura el circuito integrado. Los códigos de entrada son de 6 bits empezando por el MSB.

SCLK. Entrada del reloj serial. Por medio de la señal de este reloj se sincronizan la entrada y la salida de información del circuito integrado.

CCLK. Entrada del reloj de procesamiento interno. Su frecuencia nominal es de 4 MHz y es utilizada por el circuito integrado para ejecutar la conversión A/D y demás operaciones.

DOR. Salida que permanece en bajo mientras el circuito integrado esté enviando datos al pin de salida serial. Cuando haya salido un dato completo, este pin se pone en alto.

Rangos de operación

Los pines de entrada y salida presentan limitantes en cuanto a niveles de voltaje y corriente se refiere. Asimismo, el circuito integrado tiene algunos parámetros de operación con valores máximos y mínimos. Observe en la tabla 1 los más importantes.

Circuito de ejemplo. En la figura 3 se aprecia una forma típica de conectar el circuito integrado, en este caso, utilizando el canal CH0 como entrada analógica, referenciada a la entrada COM. El voltaje de referencia se ha implementado con la misma fuente de alimentación a través de una resistencia y un diodo zener que lo fija en 2.5 voltios.

Envío de códigos al circuito integrado

El ADC12130 recibe códigos para la configuración, conversión o solicitud de información a través del pin DI. La longitud de cada código es de 6 bits, los cuales llamaremos DI0 hasta DI5. Inicialmente indicaremos la forma de armar el código deseado y posteriormente mostraremos los diagramas de tiempos para sincronizar dichos datos con los pulsos del reloj serial (SCLK).

Selección del canal análogo y polaridad de entrada. Las entradas analógicas pueden ser: una sola diferencial (diferencia entre CH0 y CH1) o

dos únicas utilizando el pin COM como punto común. En la tabla 2 aparece el código que debe enviarse al circuito integrado de acuerdo a la configuración deseada.

Longitud y orden del dato de salida.

El dato de salida puede configurarse en dos longitudes básicamente: 12 y 16 bits. A pesar de lo anterior, si el dato incluye el signo o polaridad de la señal analógica (que se puede configurar utilizando la tabla 4), habrá que agregarle un bit más, es decir, el dato de salida aumentaría a 13 ó 17 bits. Vea en la tabla 3 los códigos de selección de longitud.

Configuración del signo de polaridad.

El proceso de conversión A/D puede incluir o no la polaridad de la señal. La selección que se haga en este caso, afecta la longitud del dato de salida descrito anteriormente en la tabla 3. En la tabla 4 podemos apreciar los códigos que se deben enviar al circuito integrado para la selección del signo de polaridad.

Solicitud del registro de estado.

Este registro sirve para conocer la configuración actual del circuito integrado. A través del mismo podemos deducir cuáles de las opciones descritas en las tablas anteriores se están utilizando en el momento de la solicitud. El código que se debe enviar aparece en la tabla 5.

Interpretación de los datos suministrados por el ADC12130

El circuito integrado envía datos seriales al pin de salida DO de acuerdo

DI0	DI1	DI2	DI3	DI4	DI5	
Ver tabla 1	0	0	0	0	0	12 bits (13 con signo) MSB primero
Ver tabla 1	0	0	0	0	1	16 bits (17 con signo) MSB primero
Ver tabla 1	0	1	0	0		12 bits (13 con signo) LSB primero
Ver tabla 1	0	1	0	1		16 bits (17 con signo) LSB primero

Tabla 3. Longitud y orden del dato de salida.

DI0	DI1	DI2	DI3	DI4	DI5	
0	0	1	1	0	1	dato de salida con signo
1	0	1	1	0	1	dato de salida sin signo

Tabla 4. Configuración del signo de polaridad.

DI0	DI1	DI2	DI3	DI4	DI5	
0	0	1	1	0	0	Solicitud del registro de estado

Tabla 5. Solicitud del registro de estado.

DB0	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8
x	x	Autocal	x	Longitud	Longitud	Signo	Orden	Test mode

Tabla 6. Interpretación del registro de estado

al código que haya recibido anteriormente. La longitud de cada respuesta depende del dato solicitado previamente y de la configuración que se tenga para dicho formato de salida. Por ejemplo, si se solicitó el *Registro de estado*, la longitud del dato de salida será de 9 bits, ver **tabla 6**. Pero si se solicitó un dato de conversión A/D, éste será de 12, 13, 16 ó 17 bits, dependiendo también de la configuración del signo de polaridad.

Registro de estado. Al solicitar esta información al circuito integrado (con

el código que aparece en la **tabla 5**), éste responde con un dato de 9 bits. Algunos de estos bits no tienen importancia para el ADC12130 pero la pueden tener para el 12132 ó para el 12138, que no corresponden a nuestro tema principal. En la **tabla 6** podemos ver el significado de los bits del registro de estado. A continuación explicamos cada uno de ellos.

- DB0:** Sin importancia para el ADC12130.
- DB1:** Sin importancia para el ADC12130.

DB2: Auto calibración. Un '1' indica que el circuito se encuentra ocupado en un proceso de auto calibración.

DB3: No utilizado.

DB4: Longitud. Un '1' indica que los datos de conversión están saliendo en formato de 12 bits (ó 13 bits si es con signo).

DB5: Longitud. Un '1' indica que los datos de conversión están saliendo en formato de 16 bits (ó 17 bits si es con signo).

DB6: Signo. Un '1' indica que el dato de salida contiene signo de polaridad. Un '0' indica que no lo lleva.

DB7: Orden. Un '1' indica que el primer bit de salida de un dato corresponde al bit más significativo (MSB). Un '0' indica que primero va el LSB.

DB8: Test mode. Utilizado para pruebas en fábrica. Un '1' indica que se encuentra en modo de pruebas.

Dato digital de la conversión. Este es el dato que realmente nos interesa.

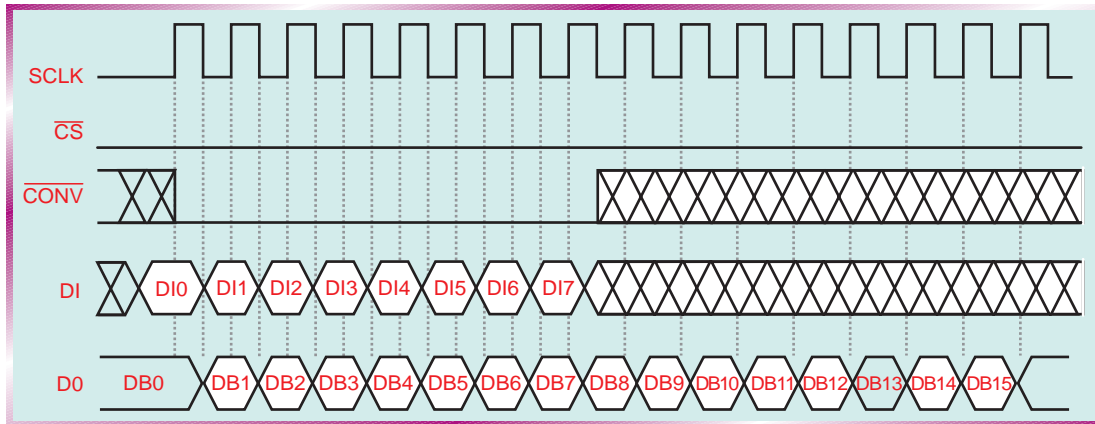


Figura 4. Diagrama de tiempos para el envío de códigos y lectura de datos en el conversor

			DB0	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	DB11	DB12	DB13	DB14	DB15	DB16	
Con signo	MSB Primero	17 Bits	X	X	X	X	Signo	MSB	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	LSB	
		13 Bits	Signo	MSB	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	LSB					
	LSB Primero	17 Bits	LSB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MSB	Signo	X	X	X	X	
		13 Bits	LSB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MSB	Signo					
Sin signo	MSB Primero	16 Bits	0	0	0	0	MSB	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	LSB		
		12 Bits	MSB	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	LSB						
	LSB Primero	16 Bits	LSB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MSB	0	0	0	0		
		12 Bits	LSB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MSB						

Tabla 7. Formato del dato de salida

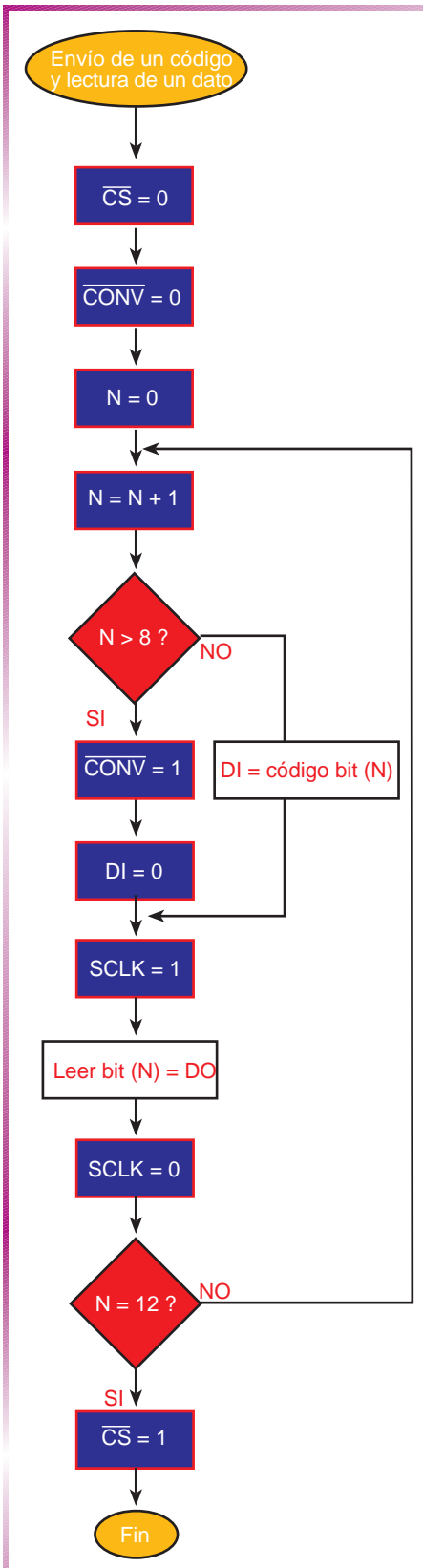


Figura 5. Diagrama de flujo que describe la secuencia utilizada para enviar un código y leer la información proveniente del circuito integrado ADC12130. Se ha seleccionado una longitud de datos de 12 bits.

El circuito integrado lo envía a través del pin DO cuando le hemos transferido previamente uno de los códigos que aparecen en la tabla 3, los cuales, además de solicitar el resultado de una conversión A/D, permiten configurar el formato de salida. Observe en la **tabla 7** la forma de entender los bits seriales sobre el pin DO de acuerdo al código enviado previamente al circuito integrado y a la configuración del mismo.

Diagramas de tiempos. En los esquemas de la página anterior, mostramos la forma en que deben sincronizarse los datos enviados y recibidos, con respecto a los pulsos del reloj serial y las demás señales de control del circuito integrado. Durante cada pulso del reloj SCLK, el circuito lee y escribe respectivamente, **figura 4**. Normalmente, el primer bit está listo en la salida. Durante el flanco de subida, el circuito captura el dato existente en el pin DI y puede leerse el dato de salida del pin DO.

En el flanco de bajada, el pin DO cambia al siguiente bit del dato de salida. En el otro flanco de subida, podrá leerse dicho bit y a la vez, el circuito integrado vuelve a capturar el bit de entrada existente en el pin DI. En la **figura 5** podemos ver un diagrama de flujo que muestra la forma en que debe enviarse un código y leerse un dato en el circuito integrado.

Como el dato de salida es más largo que el de entrada, una vez se termine el código de entrada, el pin DI puede dejarse en bajo ('0') hasta que el dato de salida esté completo. Luego, podrá iniciarse un nuevo ciclo de solicitud y recibo de información.

Secuencia de operación

Se debe tener en cuenta que la respuesta del circuito integrado corresponde al código enviado en el ciclo anterior. Esto se debe a que mientras está recibiendo un código, a la vez está suministrando un dato de salida. Lo anterior significa que siempre habrá un desfase entre el dato pedido y el recibido.

Cuando se envía el primer código después del encendido del circuito, el dato resultante puede asimilarse como basura, ya que la respuesta aparecerá en el ciclo siguiente. Observe en la **figura 6** la forma de enviar y recibir información, en este caso, utilizando el circuito mostrado anteriormente en la figura 3.

Recomendaciones. Antes de empezar a cambiar la configuración del circuito integrado en mención, se recomienda tratar de leer el registro de estado y hacer unas cuantas conversiones, de tal forma que se pueda implementar el circuito de interface en la forma adecuada. Al alimentar el conversor, la configuración que viene por defecto es la siguiente:

- Longitud del dato:** 12 bits + signo.
- Orden:** Primero el bit más significativo (MSB).
- Tiempo de adquisición:** 10 ciclos de CCLK.

Con esta misma configuración puede implementarse la secuencia mostrada en la figura 6.

En Internet, visitando el sitio www.datacomm.ch/pluethi/microchip/projects/adc_test/nsc12130.html, aparece un ejemplo de aplicación utilizando un microcontrolador PIC16F84. El sitio permite descargar el programa de dicho microcontrolador.

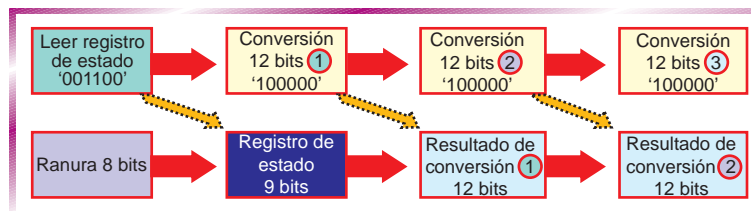


Figura 6. Desfase existente entre el envío de un código de solicitud de información y la respuesta del circuito integrado.