

MÓDULO INTEGRAL PARA LA DOCENCIA TEÓRICO-PRÁCTICA DE CONTADORES DIRECTOS

JOSÉ M. GRIMA PALOP¹.

¹Departamento de Ingeniería Electrónica. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Valencia. 46022-Valencia. España.

Los conocimientos asociados a los contadores directos son relativamente sencillos, pero la experiencia pone de manifiesto la dificultad con que los alumnos alcanzan a comprenderlos. En el presente artículo se describe un módulo integral formado por dos circuitos (hardware) de bajo costo y un instrumento virtual (software) que permite afrontar, tanto teóricamente como prácticamente, los conceptos asociados a los contadores directos en tres modos; frecuencia, período y relación de frecuencias.

1. Introducción

La configuración del contador directo [1] es posible que sea la más extendida en el campo de la instrumentación electrónica. Por ese motivo su estudio y conocimiento es disciplina obligatoria en las ingenierías de Telecomunicación e Industrial. Como toda configuración, además de aprender su funcionamiento es necesario conocer sus ventajas e inconvenientes. Este artículo presenta un módulo formado por dos circuitos y un programa (instrumento virtual) que combinados permiten asimilar el mecanismo de funcionamiento de los contadores directos.

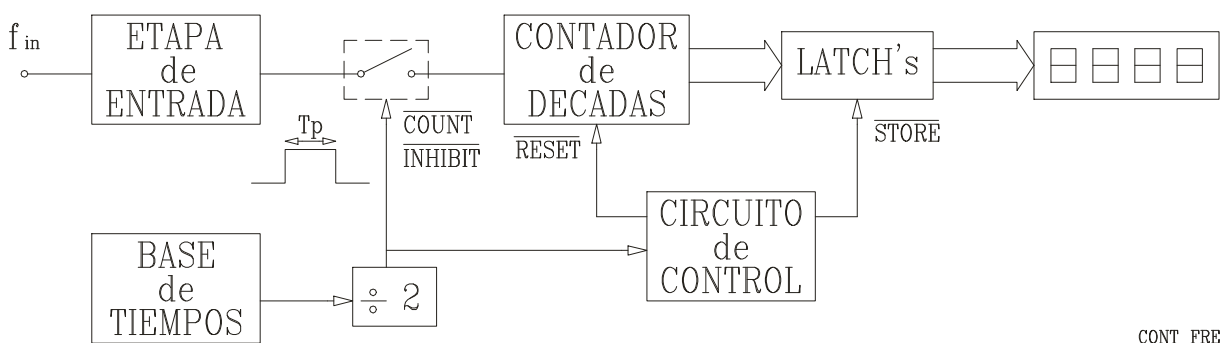


Figura 1: Configuración básica del contador directo en modo frecuencia.

La parte hardware del módulo lo constituyen un circuito contador y una base de tiempos basada en un cristal de cuarzo a temperatura ambiente (RTXO) [2], que le confiere una buena exactitud además de una aceptable estabilidad a corto y largo plazo, sin menospreciar su buen coeficiente de temperatura. Ambos ofrecen una configuración lo suficientemente flexible como para poder abordar las múltiples configuraciones del contador directo.

La parte software del módulo, combinado con una tarjeta de adquisición de datos, implementa un segundo contador directo, el cual debe controlarse totalmente por software además de presentar los datos. El instrumento virtual permite contrastar los resultados de ambos contadores.

2. Hardware

Como ya se ha citado, el hardware del módulo lo constituyen dos circuitos: El contador y la base de tiempos. El núcleo central del circuito contador lo constituye el integrado ICM 7224, contador de $4\frac{1}{2}$ dígitos con salida a display LCD. El citado integrado incluye los contadores, decodificadores, *latches*, *drivers* y los circuitos de control del reset, *zero blanking* y habilitación para su visualización directa en un LCD. El circuito contador dispone de entradas directas al integrado, que deben respetar el estándar CMOS de 5 V (denominadas entradas digitales), y de entradas con acondicionamiento de señal para aceptar señales analógicas (denominadas entradas analógicas). Las entradas analógicas son dos: Entrada de contador y entrada de control. La entrada de control es la señal con la que se sincroniza el circuito de control y por tanto controla el tiempo de puerta. Las señales digitales de control, obtenidas a partir de la conversión de la señal analógica de control, se pueden monitorizar mediante un osciloscopio para analizar su funcionamiento. Obviamente la entrada del contador es por donde se introduce la señal cuyo parámetro se desea medir (frecuencia, período o relación de frecuencias). El circuito tiene la posibilidad de seleccionar el punto decimal en cualquiera de las posiciones posibles del display LCD.

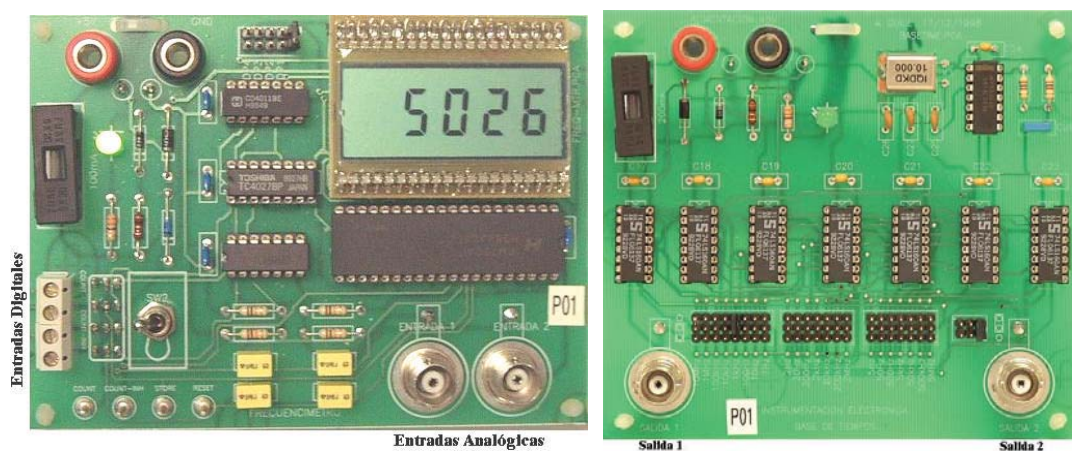


Figura 2: Fotografía de los circuitos contador (izq.) y base de tiempos (dcha.).

Para que un contador directo pueda funcionar en modo frecuencia y período, es necesario disponer de una base de tiempos con una buena exactitud y estabilidad. Actualmente la forma de conseguirlo a bajo precio es mediante un oscilador de cristal. El segundo circuito es una base de tiempos con 22 frecuencias diferentes; 10 MHz (1 MHz,...,1 Hz), 5 MHz (500 kHz,...,5 Hz), 2 MHz (200 kHz,...,2 Hz), procedentes todos del mismo oscilador. Solo dos de estas frecuencias pueden disponerse de forma simultánea por dos salidas diferentes. La ventaja de que todas las frecuencias procedan de un mismo oscilador es que si una de ellas se conecta como base de tiempos y la otra como entrada en el circuito contador el valor visualizado será un valor fijo.

Para ofrecer todo el espectro de medidas posibles, es recomendable utilizar un generador de señales de exactitud similar a la base de tiempos. Un generador sintetizado con oscilador de cuarzo es suficiente, si se puede controlar la frecuencia con la suficiente resolución (4 o 5 dígitos). Con el circuito de la base de tiempos y el generador, se pueden abarcar los conceptos más problemáticos del contador directo, como son el valor visualizado, la resolución, y la incertidumbre.

3. Software

Como se ha comentado, con los dos módulos anteriores es posible implementar un contador directo. No obstante con una tarjeta de adquisición de datos que disponga de unos contadores con entrada de habilitación también es posible implementarlo. La gran diferencia consiste en la estructura de su programación. Aunque sencilla hace falta seguir una secuencia única de puesta a cero, precarga, conteo y lectura de contadores, tal y como se recoge en la figura adjunta.

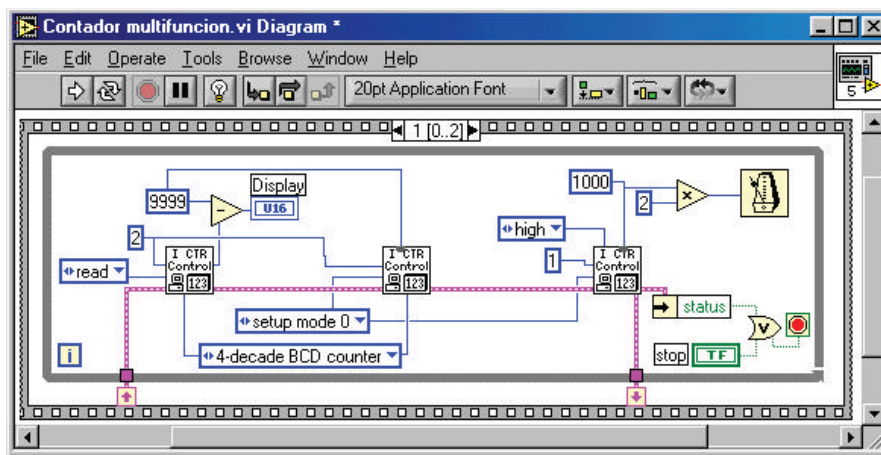


Figura 3: Secuencia básica de programación de los contadores, en código G.

Una vez seguida la secuencia de forma cíclica, es posible disponer del valor medido de frecuencia o período en el panel del contador virtual. Si se conecta la misma señal que al circuito contador, en la pantalla del ordenador se debe visualizar el mismo valor leído que en el circuito contador, salvo la incertidumbre debida a la diferencia de frecuencias entre el oscilador de la base de tiempos del ordenador y el del circuito [3].



Figura 4: Aspecto del instrumento virtual.

4. Conclusiones

En el presente artículo se presentan dos formas de implementar un contador directo; Por hardware mediante dos módulos, uno de ellos centrado en un contador universal ICM 7224, con la circuitería necesaria para funcionar como un contador directo a partir de señales analógicas o digitales y el otro no es más que una base de tiempos con frecuencias fijas y estables. Por software mediante una tarjeta de adquisición, con al menos dos contadores, y un software que gestiona la secuencia de operaciones de borrado, precarga y lectura de los mismos.

Aunque son dos caminos distintos, ambos giran sobre una misma configuración, la del contador directo, que puede ser implementado estrictamente por hardware o bien con una tarjeta de adquisición de datos y un programa realizado con un lenguaje de programación estándar, como LabVIEW o Visual Basic. La combinación de ambas técnicas de implementación redundan en un mismo concepto, facilitando su comprensión. La separación en dos circuitos (contador y base de tiempos) es la clave fundamental para dar flexibilidad a la configuración hardware del contador directo a un precio realmente bajo. Sea cual sea la implementación es posible visualizar las características fundamentales de la configuración como el valor visualizado, la resolución, tiempo de refresco, incertidumbre, unidades y punto decimal.

Referencias

- [1] HEWLETT-PACKARD. AN 200 “Fundamentals of electronic counters”
- [2] HEWLETT-PACKARD. AN 200-2 “Fundamentals of quartz oscillators”
- [3] HEWLETT-PACKARD. AN 52-2 “Timekeeping and frequency calibration”