

Medida de la frecuencia de una señal

TDMA con frecuencímetro/contador

Requerimientos del sistema

El sistema debe ser capaz de medir la frecuencia de una portadora sinusoidal de 900Mhz que aparece en intervalos de no más de 6.7ms (en realidad menos, unos 5ms debido al tiempo de encendido/apagado) con un error no superior a 20Hz.

Para ello necesitamos un frecuencímetro capaz de trabajar a dicha frecuencia, de realizar la medida con tan sólo 5ms de señal y además de tener una incertidumbre de menos de 20Hz.

Por ello podemos descartar o aceptar los diferentes sistemas de medida en función de si cumplen todos los requisitos establecidos.

Análisis de los instrumentos

Antes de nada hay que decir que para un mismo modelo de instrumento hay diversas opciones disponibles para éste. Por esa razón hay que elegir un modelo así como sus opciones posibles.

Descartamos de entrada el modelo 6680B por ser el de menor prestaciones y que no puede medir frequency bursts, que es lo que nos interesa hacer. Éste además es el más sencillo y con una precisión menor que el resto.

Para elegir entre las opciones del 6681 hace falta elegir varias opciones:

- Opción de la base de tiempos
- Opción de la entrada C de alta frecuencia

En el caso de ésta última ya podemos elegirla sin necesidad de ningún cálculo adicional. Elegimos la opción PM 9621, por tener una entrada de hasta 1,3GHz. La diferencia entre esta opción y las otras es simplemente la frecuencia máxima. No hay ninguna otra diferencia a nuestros efectos.

Cálculo de incertidumbres

Así pues sólo queda elegir qué base de tiempos necesitamos. Queda por calcular todos los errores e incertidumbres para poder ver qué opciones cumplen los requisitos especificados. Mostramos en una tabla las incertidumbres que listan en el datasheet.

Error (Hz)	Base de tiempo	QE	Aleatorio
Opción 1	3150	9	9,83
Opción 5	45	9	9,83
Opción 6	11,25	9	9,83
Opción 7	0,27	9	9,83

Los cálculos se han hecho suponiendo un nivel de trigger de 0 voltios (lo que minimiza el error) y una amplitud de la senoidal de 1V. En este caso el slew rate es $1/\text{freq.}$ Así Trigger Level Timing Error = $\text{TLU} * (1/S_x + 1/S_y) + 0.5 * \text{Hyst} * (1/S_x + 1/S_y)$

Lo que nos deja (con $\text{Hyst}=20\text{mV}$ y $\text{TLU}=4\text{mV}$) un valor de $1,55\text{e-}11$ s.

Hemos supuesto además que no hay ruido, cosa que es falso y que deberíamos tener en cuenta.

Conclusiones

Después de ver el resultado en la tabla podemos ver cómo el error de la base de tiempos es enorme para las opciones más baratas. En cambio para la opción de reloj de rubidio parece ser que se ajusta a lo que necesitamos.

Los errores sistemáticos son menores de los 20Hz necesarios y los aleatorios no son muy grandes (la tabla es para 1σ) pero siempre se pueden reducir promediando. La incertidumbre sería (para 95%) de $9 \pm 20.2\text{Hz}$, donde 9Hz es el error sistemático y 20.2Hz el error aleatorio causado por el reloj y el trigger.

Aun sin tener en cuenta el ruido de la señal creo que realizando un promediado de muchas muestras se puede conseguir una medida con un error aleatorio despreciable.

Así pues para realizar esta medida de forma fiable necesitamos el 6681 con la opción de puerto C (la más barata, cualquiera) y la base de tiempos de rubidio. Sólo así podemos garantizar una incertidumbre menor a 20Hz.