

Osciladores - MEMS de SiTime

Artículo cedido por Endrich GmbH

endrich
components of life

Endrich Bauelemente,
GmbH

P. Manresa, 19-25 4º 1ª
08201 Sabadell

Tel: +34 93 217 31 44

www.endrich.com

spain@endrich.com

Los sistemas microelectromecánicos (MEMS) incorporan la nanotecnología a la electromecánica. Los elementos mecánicos y electromecánicos en miniatura bajo el control de la microelectrónica integrada se encapsulan en una pequeña cámara de vacío formando sistemas completos. Así reza la definición de MEMS. Una serie de elementos funcionales como sensores y actuadores pueden ejecutarse como transductores de MEMS, dispositivos que convierten energía de una forma a otra. En el caso de los microsensores, el dispositivo transforma una señal mecánica en una señal eléctrica. Las posibilidades que brinda la tecnología MEMS en cuanto a la reducción del tamaño y la rentabilidad de los métodos de producción utilizados abre nuevos ámbitos de uso. Uno de estos ámbitos es la temporización con resonadores basados en MEMS, estructuras minúsculas que vibran a altas frecuencias. Este artículo aporta una visión general de los dispositivos y tecnologías del fabricante líder del sector SiTime.

Resonadores y osciladores tradicionales

Un resonador es un dispositivo que oscila a determinadas frecuencias, denominadas frecuencias resonantes propias, con una mayor amplitud que a otras frecuencias. Estas oscilaciones pueden ser de tipo electromagnético o mecánico generando ondas o frecuencias específicas exclusivas de una señal. Los osciladores de cristal tradicionales más utilizados emplean la resonancia mecánica de un cristal

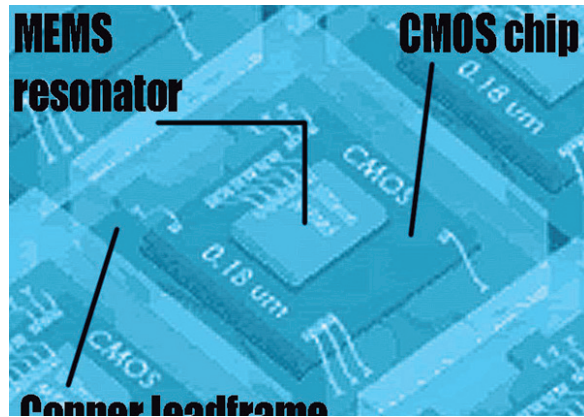
vibratorio de material piezoeléctrico para crear una señal eléctrica con una frecuencia muy precisa, que se usa como señal de reloj para microprocesadores o para estabilizar señales para sistemas de radiofrecuencia.

Los cristales de cuarzo se fabrican para frecuencias que abarcan desde kilohercios hasta megahercios. La sincronización de circuitos electrónicos digitales no resultaba complicada, por lo general tomando un oscilador Pierce accionado por el resonador de cristal de cuarzo piezoeléctrico y que proporcionaba una señal oscilante que, después de someterse a un filtrado, podía utilizarse para la mayoría de tareas de temporización. También existen osciladores que emplean resonadores de cerámica piezoeléctricos en su interior en lugar de cristal de cuarzo.

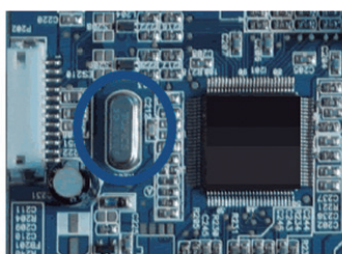
Los osciladores de cuarzo tradicionales precisan de maquinaria a medida para cortar, esmerilar y laminar el cristal del resonador. Los fabricantes son expertos en manipularlos de modo que logren la frecuencia

necesaria y proporcionen estabilidad durante 20 años. No obstante, por lo general no disponen de la experiencia necesaria en electrónica analógica por lo que se ven obligados a adquirir el molde analógico. Si los dispositivos se compran a proveedores externos, podrían surgir cuantiosos costes adicionales para poder alcanzar niveles de calidad elevados.

La complejidad del proceso de fabricación de los osciladores se traduce en una mayor inversión, en mayores costes de fabricación, en mayores plazos de entrega y en más problemas de calidad. Por otra parte, los fabricantes de relojes semiconductores no contaban con la experiencia en la forma especial de encapsular los cristales de cuarzo que precisan un encapsulado cerámico sellado al vacío para preservar un elevado factor Q. Mantener separados los dos encapsulados para el resonador y la electrónica analógica tenía un efecto negativo en la necesidad del mercado de reducir al máximo el tamaño de los componentes.

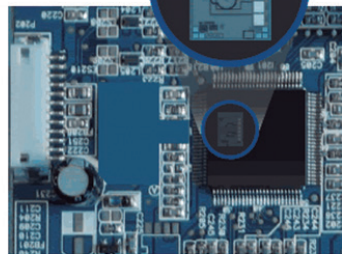


Space saving in the PCB design



Conventional solution

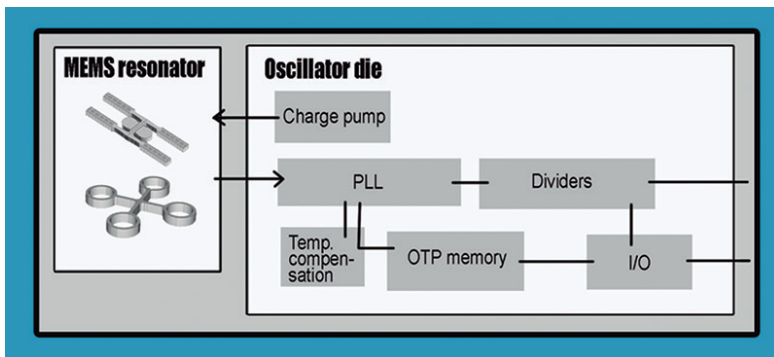
Resonator is integrated in the IC package



Embedded solution

Resonadores de MEMS - SiTime

Durante las últimas décadas, los osciladores basados en cristal de cuarzo, los generadores de reloj y los resonadores han sido los principales componentes de temporización de referencia en la electrónica ya que no existían alternativas reales. Recientemente ha surgido una nueva tecnología que ofrece los primeros dispositivos en los que las estructuras de los MEMS están integradas en el mismo



encapsulado con los circuitos analógicos. Los resonadores de MEMS están conectados a los bloques de circuitos específicos en los circuitos integrados analógicos y se accionan mediante excitación electrostática. Para adecuar los transductores electrostáticos integrados en el molde de los MEMS se emplea un generador de MEMS.

El circuito de sustentación del resonador hace que el resonador inicie una oscilación mecánica detectada, y el molde del oscilador analógico puede proporcionar múltiples salidas de reloj desde un único encapsulado semiconductor compacto.

SiTime, una empresa de semiconductores analógicos cuya tecnología MEMS tiene sus raíces en Bosch y en la Universidad de Stanford, ofrece soluciones que están sustituyendo a los osciladores tradicionales basados en cristal de cuarzo, presentando un rendimiento y una fiabilidad mayores a un menor coste. SiTime ha introducido una solución de chip combinada que apila la estructura de los MEMS en la parte superior de un molde CMOS estándar para suministrar todas sus señales de temporización.

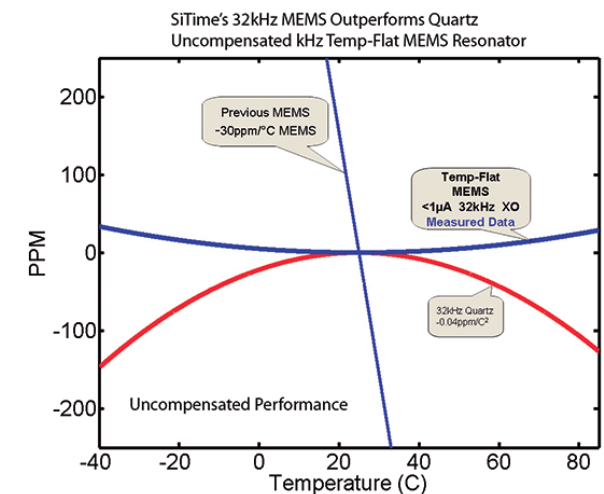
Una ventaja clave es la habilidad

del chip de MEMS de establecer como ajustes predeterminados de fábrica varias frecuencias de reloj en un único chip. La solución combinada MEMS-CMOS ofrece ventajas importantes como una huella menor y chips de menor complejidad.

Sus productos pueden además programarse en fábrica y ofrecen sustitutos directos para los osciladores de cuarzo sin ningún tipo de cambio de diseño. La arquitectura programable permite un diseño flexible del producto y plazos de entrega cortos, ofreciendo al mismo tiempo una reducción del tamaño con una disminución del espacio ocupado de hasta el 85%.

Los diseñadores también pueden solicitar el programador Time Machine II para programar osciladores SiTime en sus propias instalaciones y desarrollar así con rapidez prototipos. SiTime ha combinado los MEMS y la electrónica analógica en un único molde por lo que ya no es necesario encapsular por separado el resonador y la electrónica analógica.

Tal y como puede verse en la imagen, el dispositivo proporciona compensación de temperatura para minimizar la desviación de la frecuencia a medida que varía la temperatura, controladores de salida y una memoria programable una sola vez. SiTime ha sido capaz de diseñar dispositivos de kilohercios con una desviación de tan solo 500 fs, una estabilidad de tan solo 0,1 ppm y un consumo eléctrico muy bajo (700 nA). Los parámetros programables incluyen, por ejemplo, tiempos de elevación y caída para reducir las interferencias electromagnéticas, mejorar la desviación o accionar cualquier tipo de cargas, una frecuencia con una precisión de hasta seis decimales y estabilidad, temperatura y nivel de señalización (LVPECL o LVDS).



Ventajas de los resonadores de MEMS frente a los osciladores de cristal convencionales

El mayor enemigo de los osciladores de MEMS es la humedad que puede condensarse en el minúsculo resonador durante el funcionamiento provocando cambios en su frecuencia. La primera fase del proceso de los MEMS resuelve este problema sellando la cavidad de los MEMS en silicón a temperaturas extremadamente elevadas y haciendo así imposible que la humedad o gases dispersos puedan desarrollarse.

La técnica del proceso de los MEMS espera al último paso para colocar una tapa de cristal sobre una oblea a temperaturas relativamente bajas. Bosch y SiTime se consideran los dos únicos fabricantes de MEMS en emplear este primer enfoque de MEMS.

Todavía hoy en día el argumento de mayor peso para continuar utilizando resonadores de cuarzo convencionales es su bajo precio y su estabilidad térmica predecible (véase la curva roja en la imagen). La característica de un resonador de MEMS es, típicamente, cercana a una línea vertical, de modo que para los osciladores basados en estos tipos de resonadores los circuitos de compensación de temperatura son indispensables.

Originalmente, los resonadores de MEMS de SiTime presentaban una variación de la estabilidad de la frecuencia de 30 ppm/C, lo que corresponde de hecho a 4000 ppm en el rango total de la temperatura

operativa de -40 –85 °C antes de que la compensación de temperatura en la electrónica analógica lo redujo a 0,1 ppm, mientras que los resonadores de cuarzo convencionales alcanzan por lo general 0,4 ppm/C. Los dispositivos de MEMS TempFlat más novedosos difieren de los osciladores de MEMS previos, siendo los primeros resonadores de MEMS en superar a los resonadores de cuarzo sin circuitos de compensación de temperatura. Las características mostradas en la imagen se basan en mediciones reales.

La imagen compara osciladores de cuarzo con dispositivos de temporización de MEMS de silicón de SiTime.

Los clientes pueden solicitar cualquier combinación de frecuencias, tensiones y estabildades de frecuencia (PPM) en una serie de encapsulados estándar industriales. Los osciladores SiTime ofrecen cualquier frecuencia dentro del rango operativo con una precisión de hasta 6 decimales.

Con frecuencias personalizadas, los diseñadores también pueden incrementar el rendimiento del sistema (microprocesador / aplicaciones FPGA) y reducir las tasas de error de bit (aplicaciones de Ethernet).

Puesto que los dispositivos se fabrican con técnicas estándar de silicón de CMOS, resultan más fáciles y baratos de fabricar que los osciladores de cristal que precisan de técnicas de producción y encapsulado especiales. Y puesto que el proceso de fabricación incluye a menos partes implicadas, los costes se minimizan al igual que el tiempo para una primera muestra.

Los clientes no solo se benefician de un menor precio, sino también de plazos de entrega menores que hacen posible reducir los costes de inversión. Como los dispositivos de MEMS ofrecen más funciones (p. ej., capacidad de programación), los

Advantages of Silicon MEMS Oscillators

	Quartz Oscillator	SiTime Semiconductor Oscillator	
Performance	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	Better Stability, Aging No Activity Dips
Features	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	Programmable Silicon
Availability	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	Samples – 48 hrs Production – 3 weeks
Reliability	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	Up to 20x Better
Size	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	Up to 80% Smaller
SOC Integration	■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■	Quartz can't be Integrated

costes de diseño también descienden. Puesto que la fiabilidad es mayor, el producto final será un gran valor de marca.


Aspectos destacados de SiTime

Los osciladores de la serie SiT15xx de SiTime son los osciladores de menor tamaño disponibles para aplicaciones de temporización de 32 kHz. Combinan un resonador de MEMS con un sintetizador con N-fraccional PLL y diferentes divisores para proporcionar una frecuencia desde 1 Hz hasta 32,768 kHz.

Los componentes con un encapsulado pequeño de 1.5X0.8x0.55 mm presentan una estabilidad de 100 ppm, un bajo consumo (0,75 uA) y una excelente resistencia a los impactos y las vibraciones. Algunos miembros de esta familia son dispositivos de frecuencia fija (32,768 kHz), mientras que otros son de frecuencia programable y funcionan con alimentación de 1,2 a 3,6 V o de 2,7 a 4,5 V respectivamente.

El primer oscilador lanzado ya en 2008 es el oscilador programable con menor desviación destinado a los mercados SATA, Fiberchannel, Firewire, Ethernet y PCI Express. El Si-T8003XT es el oscilador programable de menor grosor con una altura típica de 250 micras. Este producto está dirigido al ámbito de las aplicaciones portátiles como, por ejemplo, tarjetas inteligentes, dispositivos de almacenamiento flash y teléfonos móviles.

SiT8920, como sustituto inmediato 100% pin-a-pin de los osciladores de cuarzo existentes, logra una estabilidad de frecuencia de +/-25 ppm en el rango de temperatura completo de -55 °C a 125 °C.

La gama de productos de temporización de silicón basados en MEMS de SiTime ofrece soluciones para un amplio abanico de aplicaciones. Como sustitutos directos de los dispositivos de cuarzo, los osciladores y los generadores de reloj de SiTime están reemplazando con éxito a los temporizadores de cuarzo basados en silicón. Puede solicitarse más información técnica y ejemplos al autor. 

endrich
components of life

