



# Solución IEEE 1588 con Coldfire®

Por Luis Casado

Luis Casado  
Freescale Semiconductor  
www.freescale.com

Red de Distribuidores  
Arrow: 91.3043040  
www.arrowiberia.com

EBV: 91.8043256  
www.ebv.com

Future: 91.7214270  
www.futureelectronics.com

Silica: 91.3727100  
www.silica.com

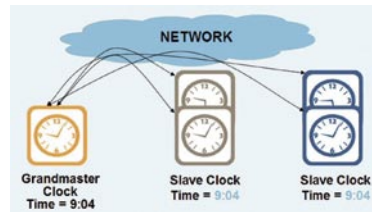
*Freescale Semiconductor en colaboración con National Semiconductor, IXXAT y CMX systems proporcionan una solución completa de hardware y software que soporta el protocolo IEEE 1588 "Precision Time Protocol" (PTP), protocolo que posibilita la sincronización precisa de los diferentes nodos de una red, como por ejemplo una red Ethernet. La solución hardware consiste en la combinación del microprocesador Coldfire de Freescale MCF523x y el nuevo interface PHY de National Semiconductor DP83640. La solución software esta formada por el stack IEEE 1588 suministrado por IXXAT portada a Coldfire y soportando el PHY de precisión y el stack TCP/IP suministrado por CMX. Esta solución puede ser implementada por varios procesadores de la familia Coldfire. En este caso, Freescale ofrece un sistema de evaluación de bajo coste M5234BCCKIT basado en su microcontrolador MCF5234 que facilita la integración y evaluación rápida del protocolo. La solución presentada en este artículo complementa a la ya existente en Freescale basada en PowerQUICC. Para más información sobre estas soluciones de Freescale, consulte en [www.freescale.com/IEEE1588](http://www.freescale.com/IEEE1588).*

La arquitectura Coldfire esta diseñada para abordar aplicaciones avanzadas tanto del mundo industrial como aplicaciones generales de consumo. Está presente desde hace 15 años en el mercado y representa la familia de procesadores de 32 bits más extensa y con más opciones de conectividad. El tamaño del núcleo es lo suficientemente reducido para permitir la alta integración de memoria y periféricos. Además su conjunto de instrucciones de longitud variable le permite una optimización de código nativa sin sacrificar de ningún modo las prestaciones del procesador. La implementación del protocolo IEEE 1588 viene a reforzar más, si cabe, la presencia de la arquitectura Coldfire en el mundo industrial.

## IEEE 1588 "Precision Time Protocol"

El estándar IEEE 1588 "Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems (PTP)" fue publicado en Noviembre del 2002 para soportar:

- Sincronización de tiempo en redes de comunicaciones con precisión por debajo del microsegundo.
- Sincronización entre diferentes bases de tiempo que tengan distintas precisión, resolución y estabilidad.
- Implementación de bajo coste para redes multicast como Ethernet.
- Rápida resincronización cuando hay un cambio en el sistema.



- Instalación y mantenimiento sencillo.

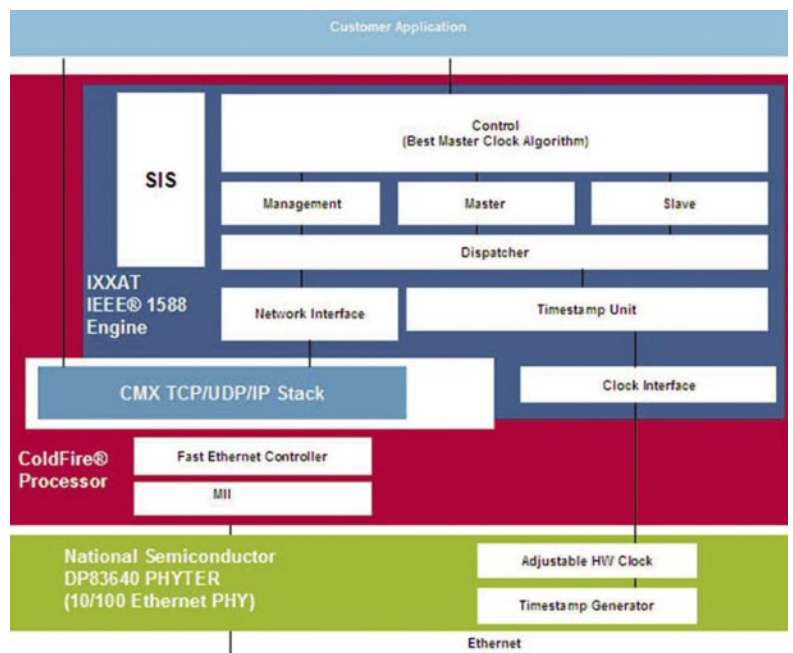
IEEE1588 podría ser implementado en software solamente con una precisión sub-100 microsegundos. Muy similar a los resultados obtenidos con NTP o SNTP. Pero la implemen-

tación de marcas de tiempo (time stamp), por software, está sujeta a muchas variaciones (jitter) y retrasos debido a que otros procesos o interrupciones pueden interferir en la sincronización del sistema.

Muchas aplicaciones necesitan más precisión en la sincronización que lo que nos ofrece la solución software y se deben incluir marcas de tiempo por hardware entre el nivel físico (PHY) y la capa 'data link' (MAC). IEEE 1588 típicamente ofrece una precisión de 100 nanosegundos, aunque puede ser mejorada en ciertas condiciones de la red. La solución hardware tradicionalmente se ha implementado mediante FPGA's conectadas entre MAC y PHY para generar y procesar los "time stamps". Ahora Freescale con sus diferentes soluciones, evita el uso de estos dispositivos programables, mejorando el coste.

## IEEE 1588 2.0

La especificación IEEE 1588 evoluciona este año a su versión 2.0, cuyo borrador esta ya disponible y en la que Freescale está fuertemente comprometido. Las novedades en la especificación 2.0 serán:



Solución IEEE 1588 con Coldfire con una precisión de nanosegundos

- Soporte para precisión por debajo del nanosegundo. Crítico para algunas aplicaciones.
- Soporte para mensajes mas cortos, mensajes unicast, nuevos mensajes (delay request) y nuevos campos definidos en los mensajes. Crítico para aplicaciones de control, telecomunicaciones y Residencial Ethernet.
- Soporte para mensajes SYNC mas rápidos y frecuentes (hasta 1000 por segundo). Necesidad de "in-band" TX/RX timestamp para descargar a la CPU. Crítico para Telecomunicaciones, Residencial Ethernet y muchas aplicaciones de control.
- Phase-aligned output pulse por segundo (PPS). Habilita medidas relativas de precisión en el sincronismo. Crítico para todas las aplicaciones
- Soporta Transparent Clocks. Usado en Residencial Ethernet y Telecomunicaciones para corregir timestamps.
- Autenticación SHA-1/2 de mensajes PTP. Crítico para Telecomunicaciones y otras aplicaciones donde los mensajes circulan por redes públicas.

so de tiempo eTPU y un controlador de Ethernet 10/100Mbps. Esta combinación de periféricos proporciona una solución efectiva en coste para aplicaciones de control distribuido en el segmento de automatización industrial y aplicaciones de control de motor avanzado, gracias al módulo eTPU.

Además, integra:

- 8 KB I/D- Cache
- 64 KB de SRAM
- Controlador de Ethernet MAC (op)
- 16 o 32 canales de eTPU
- Controlador CAN 2.0B (FlexCAN)
- Tres UARTs
- QSPI
- I2C
- Bus externo de 32 bits con 8 Chip Selects
- Timers de 32 bits con DMA
- Periodic Interrupt timer
- Controlador DMA de cuatro canales
- Controlador de SDRAM
- Hasta 113 puertos I/O
- Acelerador criptográfico opcional

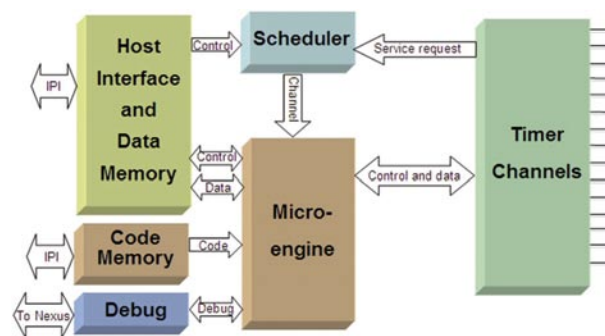


Diagrama de Bloques del módulo eTPU presente en los dispositivos MCF523x

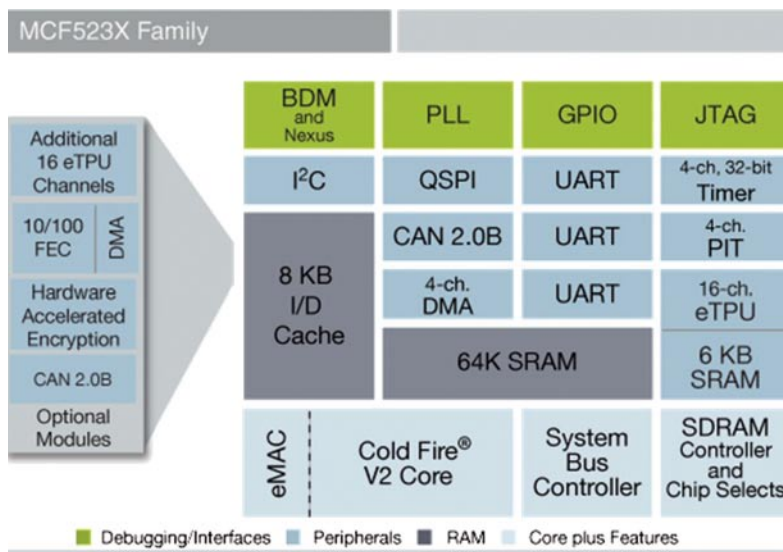
tareas de control de Entrada/Salida y control de tiempo muy precisas sin intervención de la CPU. Por tanto, la eTPU es un microcontrolador trabajando en paralelo con la CPU principal.

El módulo eTPU esta dedicado al manejo de tareas complejas de control de puertos I/O con alta precisión y resolución donde es crítico la ejecución precisa en el tiempo.

La CPU es libre de ejecutar otras tareas, permitiendo incrementar las prestaciones globales del sistema.

Diseñado inicialmente para el control preciso y eficiente del motor en automóviles, puede abordar las tareas más exigentes y críticas de tiempo.

Diagrama de Bloques interno de los dispositivos MCF523x



### Características Coldfire MCF523x

MCF5324 es un microprocesador de la familia MCF523x de Coldfire de alta integración, con núcleo Coldfire V2, y cuyas características fundamentales, son entre otras, la integración de un módulo MAC para procesado digital de señal (ver Revista Española de Electrónica nº 640 Marzo/2008), una unidad de proce-

### eTPU

En el caso concreto de los dispositivos MCF523x de la familia Coldfire, tenemos incluido el procesador de tiempo avanzado, eTPU.

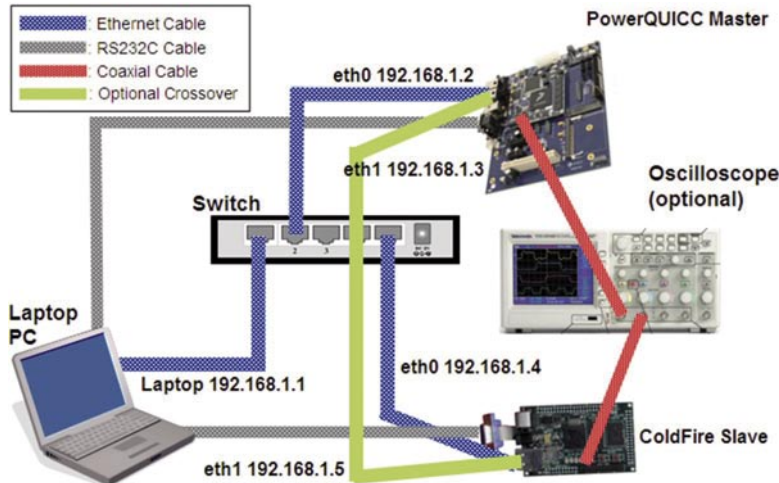
El Enhanced Time Processor Unit (eTPU) es un controlador programable de Entrada/Salida con su propio núcleo y sistema de memoria, que permite realizar complejas

En la eTPU se pueden implementar complejos sistemas de control, de comunicaciones, control de motores de inducción o brushless, modulaciones, entre otros.

Freescale proporciona las librerías necesarias y una herramienta software de configuración totalmente gratuita. La eTPU nos permite tener un comportamiento determinístico para algunas tareas críticas, mientras la CPU principal ejecuta un sistema operativo no basado en tiempo real como uclinux, o la implementación de protocolos de comunicaciones como Lon Works, o un control vectorial de un motor de inducción. Las posibilidades son infinitas.

### Plataforma de Evaluación IEEE 1588 MCF5234BCKIT

Freescale ha desarrollado la plataforma de evaluación de bajo coste M5234BCKIT, que permite a nuestros clientes una rápida evaluación de la solución IEEE 1588 basada en



Coldfire. Además del procesador MCF5234, el KIT cuenta con 32MB de SDRAM y 2MB de Flash, Ethernet PHY y BDM de depuración.

Para la evaluación de la solución, el desarrollador cuenta con una demo descargable de la página web: [www.freescale.com/coldfire1588demo](http://www.freescale.com/coldfire1588demo).

- Para ejecutar la aplicación de Demo es necesario:
  - Placa M5234BCC con PTP stack configurado como Maestro
  - Placa M5234BCC con PTP stack configurado como Esclavo.

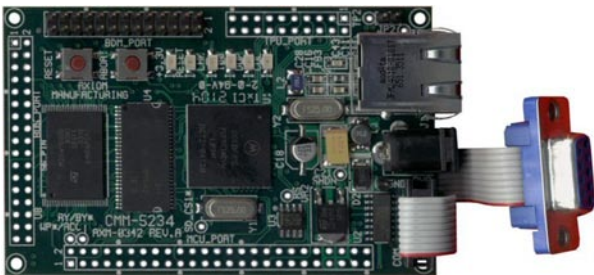
- Ethernet Switch (las placas pueden conectarse "back to back")
- PC con una sesión de TELNET.
- Fuentes de alimentación y cables.

Adicionalmente pueden ser usadas las placas de la solución PowerQUICC MPC8360EA-MDS-PB y MPC8313E-RDB

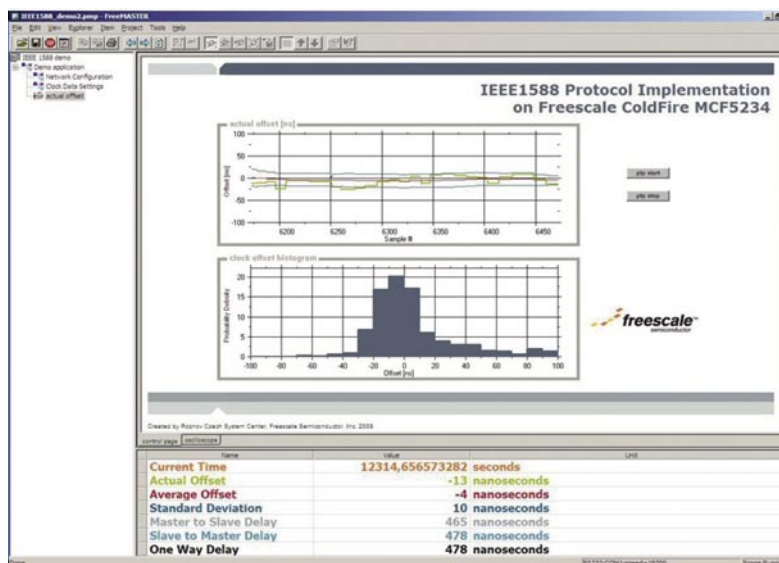
Además es posible utilizar la herramienta gratuita FreeMaster Visualisation Tool, que incluye:

- Depuración de la aplicación en ejecución, diagnóstico y demostración.
- Se ejecuta en un PC conectado a la placa M4234BCC por RS232.
- La librería se ejecuta en el MCF5234 y comunica con FreeMaster PC Software
- Proporciona tres ventanas:
  - Árbol de Proyecto
  - Vistas detalladas
  - Variable Watch, en la que podemos visualizar: Tiempo actual; Offset actual; Retardo de Maestro a esclavo; Retardo de esclavo a maestro

Placa de Evaluación de la solución IEEE 1588 con Coldfire



Aplicación FreeMaster para evaluación de IEEE1588



## IEEE 1588: Aplicaciones

Entre las muchas posibles aplicaciones del protocolo IEEE1588 que podemos encontrar, podemos destacar las siguientes, donde la implementación de protocolos de sincronización se hace totalmente necesaria.

- Servicios de telecomunicaciones que requieren sincronización precisa entre cada uno de los nodos que forman la red.
- Conmutadores de red industriales que sincronizan redes de sensores y actuadores en sistemas de control distribuido en sistemas de control de procesos.
- Dispositivos de comprobación y medida que requieren sincronización con el sistema a comprobar.
- Sistemas de video donde los retardos o pérdidas de paquetes de datos no están permitidos.

## Conclusión

Freescale sigue apostando y aportando soluciones para el mundo industrial, un entorno donde aumenta la demanda y complejidad de las aplicaciones. Para ello es necesaria la adopción de nuevos estándares y la evolución de los protocolos utilizados. Para dar respuesta a estas necesidades de mayor velocidad y capacidad de sincronización, se hace necesaria la adopción de protocolos como el IEEE 1588. Freescale está aportando implementaciones prácticas para dar solución a las necesidades del IEEE 1588, al igual que para los diferentes protocolos y plataformas para el mundo industrial como CAN, Profinet, Ethernet/IP, Ethernet POWERLINK o PROFIBUS. Consulte [www.freescale.com](http://www.freescale.com) para consultar las diferentes soluciones para redes industriales y buses de campo.

## Información Adicional

Para obtener más información de la solución IEEE 1588 de Freescale, puede consultar los siguientes links:

- Soluciones IEEE 1588 de Freescale: [www.freescale.com/IEEE1588](http://www.freescale.com/IEEE1588)
- Descarga Software demo para Coldfire: [www.freescale.com/coldfire1588demo](http://www.freescale.com/coldfire1588demo)
- National Semiconductor: [www.ethernet.national.com](http://www.ethernet.national.com)
- IAXXAT Automation: [www.iaxxt.com](http://www.iaxxt.com)
- CMX System: [www.cmx.com](http://www.cmx.com)