

Ethernet para interconexión de control embebido

Lucio Di Jasio, Director de Marketing de Producto, División de Arquitectura de Microcontroladores Avanzados.

Microchip Technology Inc.



Aunque introducidos en la década de los 80, los ordenadores personales no aumentaron la productividad en el entorno laboral hasta los años noventa, cuando los PC empezaron a conectarse entre sí (inicialmente a través de módems y pequeñas redes de oficina, y más tarde a través de Internet), mostrando el potencial de la informática.

Podría esperarse una respuesta similar en el rendimiento de la inversión destinada a aplicaciones de control embebido, en un nuevo milenio en el que un número de aplicaciones cada vez mayor se empieza a conectar entre sí y a la infraestructura informática.

Opciones de Interconexión

Existe una lista de candidatos evidentes al plantear la interconexión por cable de los módulos de control embebido incluidos en una aplicación (como en el enlace entre un sensor de temperatura y un controlador de climatización) y/o entre aplicaciones separadas (tales como el enlace entre una estación base de alarma doméstica y un detector de humos): I2C y SPI, RS232, RS485, LIN, CAN, USB y, por supuesto, Ethernet. La Tabla 1 presenta un resumen de las

Interface	Format	# Wires	Number of Devices (max)	Distance (max, feet)	Speed (max bit/s)	Noise Immunity / Robustness	Typical Use
I ² C™	Synchronous	3	40	18	1M	Low	Microcontroller Communication
SPI™	Synchronous	4/5	8	10	10M	Low	Microcontroller Communication
RS232/422	Asynchronous 5- or 8-bit	3/5	2	50-100	115k	Medium	Modem, Mouse, Instrumentation
RS485	Asynchronous 9-bit	3	256	4000	1M	Medium	Data Acquisition and Control
LIN	Asynchronous Auto-baudrate	3	128	100	100k	Medium	Automotive Low Speed
CAN	Serial	2	2 ³¹	50	1M	High	Automotive
FS-USB	Serial	5	127	24	12M	Medium	General Connection to Personal Computer
Ethernet 10/100BaseT	Serial	4/8	2 ³²	1600	100M	High (1500V isolation)	General Network Communication

Tabla 1. Principales Características de Interconexión

principales características de cada una de estas tecnologías. Es preciso remarcar, sin embargo, que las implicaciones que tiene la utilización de interconexiones inalámbricas en el control embebido son tan profundas y radicalmente diferentes que su estudio va más allá del objetivo de este artículo.

Las dos primeras opciones de interface indicadas en la Tabla 1 representan tecnologías serie síncronas (es decir, con señal de reloj para sincronización) bien conocidas y ampliamente utilizadas: I2C y SPI. Ambas pueden proporcionar velocidades de transmisión de datos relativamente elevadas y sus principales ventajas son probablemente la sencillez y el bajo coste de realización. En la parte negativa, ninguno de estos dos interfaces se ha diseñado realmente para proporcionar conexiones fuera del ámbito de una placa de circuito con una única aplicación o, en el mejor de los casos, un bastidor. Proporcionan una protección baja o nula en entornos con ruido o ESD, ni tampoco aislamiento eléctrico.

Sin embargo, RS232, RS422 y RS485 se han utilizado muy a menudo en este nivel de interconexión, dado que se diseñaron desde un principio teniendo en cuenta un elevado rechazo al ruido y ofrecen cobertura a una distancia mucho mayor. En concreto:

- RS232 utiliza una señalización de una tensión relativamente alta, por lo que requiere transceptores de +/-12 V.
- RS422 ofrece señalización diferencial para ayudar en el rechazo del ruido en modo común.
- RS485 ofrece interconexión multipunto y capacidad de direccionamiento limitada mediante un 9º bit añadido a la trama asíncrona.

LIN y CAN proceden del mundo del automóvil, pero están ganando una creciente aceptación en el mundo del control embebido ajeno al automóvil gracias a algunas de sus destacables características:

• LIN se parece mucho a RS232, pero libera al diseñador de la necesidad de una fuente de reloj precisa. En lugar de ello, LIN se basa en una sencilla técnica para la detección de las velocidades de transmisión de datos, reduciendo así los costes y añadiendo robustez.

• CAN ha ganado terreno principalmente por su velocidad y su robustez intrínseca. El protocolo de bajo nivel, diseñado originalmente por Bosch, se ha elevado a pilas de protocolo de mayor nivel diseñados específicamente para aplicaciones en el automóvil, pero también puede utilizarse para control industrial (como con las especificaciones DeviceNet).

Finalmente, USB y Ethernet representan la influencia de la informática en el control embebido. De los dos, USB ha venido jugando un papel protagonista como sucesor de todas las conexiones hacia el ordenador personal, en sustitución en el PC de los puertos paralelo, puertos serie, discos flexibles, ratones y teclados. Su complejidad relativamente baja y su bajo coste lo han convertido en un candidato ideal para la mayoría de aplicaciones de consumo y, más recientemente, la disponibilidad de microcontroladores Flash económicos con interfaces USB nativos de Alta Velocidad ha abierto la posibilidad de soluciones de control embebido monochip.

Aprovechamiento de la Infraestructura

Pero, pese a la popularidad del USB, es Ethernet el que tiene un mayor potencial para revolucionar la interconexión de control embebido. De hecho, la disponibilidad ubicua de las infraestructuras de red está creando una oportunidad fenomenal: cables, concentradores (hubs) y conmutadores están instalados en prácticamente todos los edificios, hogares, oficinas y fábricas. El aprovechamiento de esta infraestructura puede proporcionar un enorme potencial en eficiencia, reducciones de coste e innovadoras aplicaciones.

Ethernet presenta una gran capacidad de direccionamiento, posibilitando la interconexión de miles de millones de dispositivos. Ethernet, y en concreto sus especificaciones 10BaseT y 100BaseT, permite un despliegue de bajo coste (utilizando tecnología económica de par trenzado) y, por diseño, ofrece algunas características destacables:

- alta inmunidad al ruido, usando señalización diferencial
- aislamiento de línea, hasta 1.500V mediante la utilización de pequeños transformadores, a menudo, integrados en un conector RJ45 estándar
- funcionamiento con una baja tensión
- alta velocidad (10 - 100 Megabits/seg y superiores)

Las especificaciones Ethernet dictan la necesidad de dos componentes de interface: un Controlador de Acceso a Medios (*Media Access Controller, MAC*) y un Transceptor Físico (*Physical Transceiver, PHY*). El MAC es un dispositivo totalmente digital, responsable de la sincronización del flujo de datos a través de los medios (decidiendo cuándo se transmiten o reciben los datos y por quién). El PHY análogo lleva a cabo la conversión de los datos a los niveles de señalización apropiados en los medios elegidos (en este caso, un par trenzado). Hasta hace poco, existían muy pocos dispositivos de interface Ethernet al alcance del diseñador de control embebido, y



SHARP

Más fuertes que nunca

LCDs Strong2 de Sharp, para entornos exigentes

Con los nuevos TFT LCDs de 10,4" y 12,1", Sharp presenta los primeros displays de la familia Strong2, diseñados especialmente para entornos industriales y terminales exteriores de información, donde los TFT deben trabajar en las más duras condiciones.

Características :

- Alto brillo y resolución
- Alta fiabilidad y tiempo de funcionamiento
- Rango extendido de temperatura de funcionamiento (-30 a +85 °C)
- Posibilidad de protección antivandálica, para soportar las situaciones más extremas de funcionamiento

Committed to excellence.



consult



components



logistics



support

los pocos que había disponibles estaban adaptados a los PC. Los dispositivos de interface de 8 bit y 16 bit se solían integrar en grandes encapsulados con cientos de patillas y requerían una aplicación embebida para dedicar 24 o más E/S a la emulación del bus ISA de PC.


Recientemente, unos pocos fabricantes de microcontroladores puesto su atención en el mundo del control embebido y han reconocido la necesidad de soluciones más flexibles y dedicadas. Algunos han optado por inte-

En consecuencia, donde antes se necesitaban caros procesadores de 16 bit con vastos recursos de RAM y E/S, ahora es posible combinar un controlador Ethernet monochip con un microcontroladores de 8 bit extremadamente pequeño, de 18 o incluso de 14 patillas, con algo de RAM integrada.

La realización estándar de Ethernet de menor coste, denominada 10BaseT (IEEE802.3i), ofrece unas prestaciones de 10Mbit/s que son comparables con USB de alta velocidad, y más elevadas que cualquier otra solución presentada en la tabla 1. En entornos de oficina, la plataforma más común es 100BaseT (IEEE802.3u), que es capaz de llegar a 100Mbit/s. Es importante remarcar, no obstante, que los dos estándares son interoperativos, lo que significa que los dispositivos 10BaseT se pueden conectar directamente a la infraestructura 100BaseT sin degradar ninguna de las prestaciones de la red, cuando se utilizan modernos conmutadores en lugar de concentradores. Actualmente, los conmutadores 10/100BaseT cuestan menos de 1 dólar por puerto y están desplegados de manera generalizada en lugar de los concentradores planos gracias a sus características superiores en la mayoría de redes.

Energía sobre Ethernet

Uno de los desarrollos más recientes ha sido un fuerte impulso para la estandarización de los métodos para la distribución de Energía sobre Ethernet (*Power over Ethernet*, PoE). De hecho, la utilización de pequeños transformadores para el aislamiento eléctrico según dictaminan los estándares 10/100BaseT, y la disponibilidad de pares trenzados extra en todos los cables estándar, ofrecen dos alternativas sencillas y económicas para añadir la capacidad para el transporte de energía a la infraestructura existente con un coste añadido muy pequeño o nulo. Esta alternativa supone un mayor acicate para el diseñador de control embebido, dado que parte del coste añadido del interface se puede amortizar ahora reemplazando las fuentes de alimentación locales por unidades centralizadas más eficientes. Además, mediante la eliminación de la necesidad de cableado de alimentación se pueden desplegar nuevas aplicaciones remotas en lugares donde anteriormente no se podía disponer de energía o bien no habría resultado rentable.

Ethernet ofrece toda una serie de interesantes ventajas al diseñador de control embebido, incluyendo robustez, velocidad y la oportunidad de aprovechar una enorme infraestructura/base ya instalada. Las nuevas soluciones revolucionarias monochip, junto a la comodidad de PoE, están derribando las barreras tradicionales al uso de Ethernet en el control embebido y los diseñadores tienen ante sí el reto de acceder a las ventajas de estas nuevas herramientas para desarrollar productos innovadores y lograr los considerables beneficios que proporciona la conectividad embebida. 

SPI es una marca de Motorola Inc. I2C es una marca de Philips Corporation. DeviceNet es una marca de ODVA. Las restantes marcas citadas pertenecen a sus respectivas compañías.

grar el componente MAC en una arquitectura de microcontrolador estándar de 8 o 16 bit, proporcionando así una solución más compacta. Otros han integrado un MAC y un PHY en dispositivos de interface con pocas patillas denominados controladores Ethernet. Estos controladores Ethernet incorporan habitualmente un buffer RAM de 8 Kbytes y un sencillo interface SPI que permite adaptar el dispositivo completo a encapsulados de tan sólo 28 patillas.

Consideraciones acerca del coste

La introducción de los controladores Ethernet con pocas patillas que se conectan a Ethernet mediante un interface SPI, que es un estándar en todos los microcontroladores exceptuando los más pequeños, conlleva profundas implicaciones. Lo más destacado es la ecuación de coste total de la conexión a Ethernet. En el pasado, el coste de un MAC y un PHY por separado representaba sólo una parte del coste total de la conexión a Ethernet. Gran parte del coste de aplicación venía determinado indirectamente, como consecuencia de la necesidad de utilizar un bus ISA obsoleto. Los grandes requisitos en cuanto a E/S se unían con grandes requisitos de RAM para el buffer de los paquetes de datos Ethernet en la RAM de uso general del microcontrolador utilizado en la aplicación. También se precisaba un incremento en las prestaciones de procesador para gestionar las transferencias de datos desde los buffers de recepción y transmisión, o para llevar a cabo la comprobación de errores y el filtrado de mensajes en los datos entrantes. Finalmente, se requería más superficie en la placa para adaptar los grandes encapsulados y las soluciones multichip.

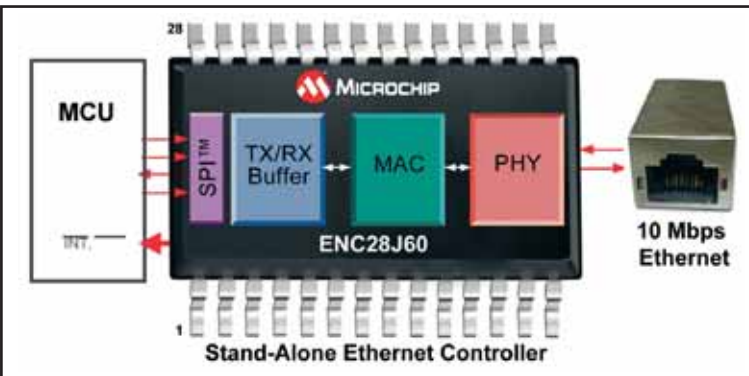


Figura 1. Controlador Ethernet de Microchip con interface SPI en un encapsulado de 28 patillas