

Propeller: Un espectacular procesador multinúcleo al alcance de todos

Ignacio y José María Angulo

Ignacio Angulo Martínez
y José M^a Angulo
Usategui.

Departamento de
Arquitectura de
Computadores de la
UNIVERSIDAD DE
DEUSTO.

Los autores de este artículo hemos tenido la oportunidad de manejar diversos equipos de iniciación y desarrollo de aplicaciones con el nuevo procesador Propeller de la empresa Parallax, gracias a su distribuidor en España "Ingeniería de Microsistemas Programados" de Bilbao. La experiencia nos ha dejado gratamente sorprendidos y tratamos de transmitirla a los lectores de esta revista junto con nuestra recomendación de que intenten acercarse y conocer a este monstruo de 8 cabezas, en la seguridad que les cautivará como lo ha hecho con nosotros.

Un nacimiento inesperado

Parallax es un fabricante americano de módulos microcontroladores con alto contenido didáctico que tienen la virtud de aplicarse fácilmente a los proyectos reales gracias a la simplicidad que exige su adaptabilidad hardware a los periféricos exteriores y su sencilla programación basada en el lenguaje PBASIC, el más fácil del mundo. Los módulos didácticos BASIC STAMP son conocidos y usados en todos los centros de formación profesional y universitaria de cierto nivel, en el primer escalón de la enseñanza de microcontroladores.

En el 2006 la comunidad profesional quedó sorprendida con la presentación a nivel mundial por parte de Parallax de un nuevo procesador con nombre "Propeller" con unas características excepcionales y una orientación hacia el mercado de las aplicaciones multimedia. El diseño había durado varios años y se había realizado al nivel de transistores con las herramientas Stratix de Altera.

El Propeller proporciona un excepcional rendimiento, con un consumo mínimo, un volumen reducido y un precio de 15 Euros el encapsulado con 40 patitas DIP, puesto en España por su distribuidor y para cantidades unitarias. También los módulos de iniciación, los kits de periféricos y los módulos de desarrollo de aplicaciones tienen unas características, una información y un precio muy competitivos.

El Propeller está dedicado a gobernar los productos y sistemas multimedia embebidos y reúne cuatro ventajas importantes:

- 1^a. Su mapa de memoria es plano y no requiere paginar bloques de código o datos.
- 2^a. Los sucesos asíncronos se controlan mediante patitas dedicadas en lugar de con interrupciones.
- 3^a. El lenguaje Ensamblador permite la ejecución condicional y la escritura opcional del resultado de cada instrucción.

4^a. El lenguaje específico SPIN orientado a objetos es tremendamente accesible y fácil de usar.

Para conseguir todas las características expuestas el Propeller dispone de una arquitectura multinúcleo basada en el reparto de los trabajos en ejecución sobre 8 procesadores elementales (Cogs) pero autónomos, que poseen todos los elementos necesarios para desarrollar su labor y que comparten recursos comunes con los demás, proporcionando un verdadero multiproceso en tiempo real. Esta arquitectura especial aumenta la complejidad al tener que controlar todos los caminos de intercomunicación de los procesadores y los recursos y precisa de lenguajes específicos que optimicen el rendimiento.



Diagrama de conexionado y esquema de trabajo

El Propeller se comercializa con encapsulado DIP de 40 patitas y QFN/LQFP de 44 patitas. Figura 3.

La función de las patitas más importantes del Propeller se presenta en la tabla 1.

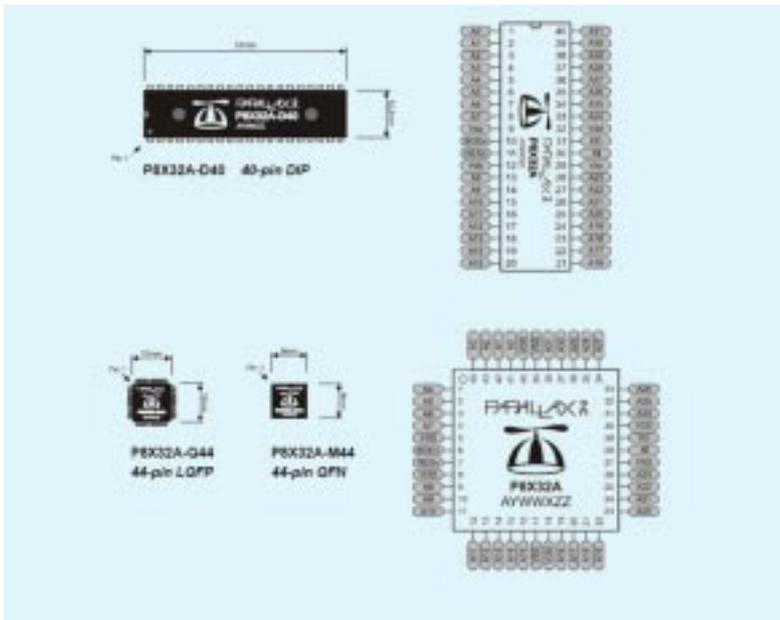
Además, las patitas P28 y P29 se dedican a soportar la comunicación I2C con la EEPROM externa de 32 K. P30 y P31 actúan como las líneas Tx y Rx de comunicación con el host.

El modelo Propeller P8X32A se alimenta con 3,3 VDC y puede funcionar con un reloj externo de 80 Mhz aunque también puede trabajar con

Figura 2. Fotografía de una tarjeta de desarrollo de aplicaciones basada en el Propeller.

Figura 1. Desde su constitución Parallax se ha dedicado a fabricar tarjetas educativas y profesionales basadas en microcontrolador de fácil adaptación hardware y sencilla programación con el lenguaje PBASIC.





Para poner en marcha al Propeller basta conectar las patitas XI y XO al cristal externo, V_{DD} y V_{SS} a la alimentación y SDA y SCL a las líneas I2C correspondientes de la EEPROM externa. Las patitas Rx, Tx, RESn y V_{SS} conectan con el host principal que es un PC a través de un convertor USB a TTL serie ("Clip Propeller"). Figura 4.

Figura 3. Fotografía del Propeller con sus encapsulados comerciales.

| Nombre de patita | Descripción |
|------------------|--|
| P0-P31 | 32 patitas de E/S de propósito general |
| V_{DD} | 2,7 – 3,3 VDC |
| V_{SS} | 0 V |
| BOEn | Brown Out Enable |
| RESn | Reset |
| XI | Entrada de Cristal |
| XO | Salida de Cristal |

Arquitectura interna

su oscilador RC interno a una frecuencia comprendida entre 12 Mhz y 20 Khz. Como recursos globales para los 8 procesadores dispone de una memoria RAM de 32

KB y otra ROM de 32 KB. Cada Cog o procesador elemental dispone de 2 KB de RAM y consume 500 microAmperios por MIPS de rendimiento.

El Propeller es un procesador multinúcleo basado en 8 procesadores a los que se les denomina "Cogs", cada uno de los cuales posee los recursos propios al mismo tiempo

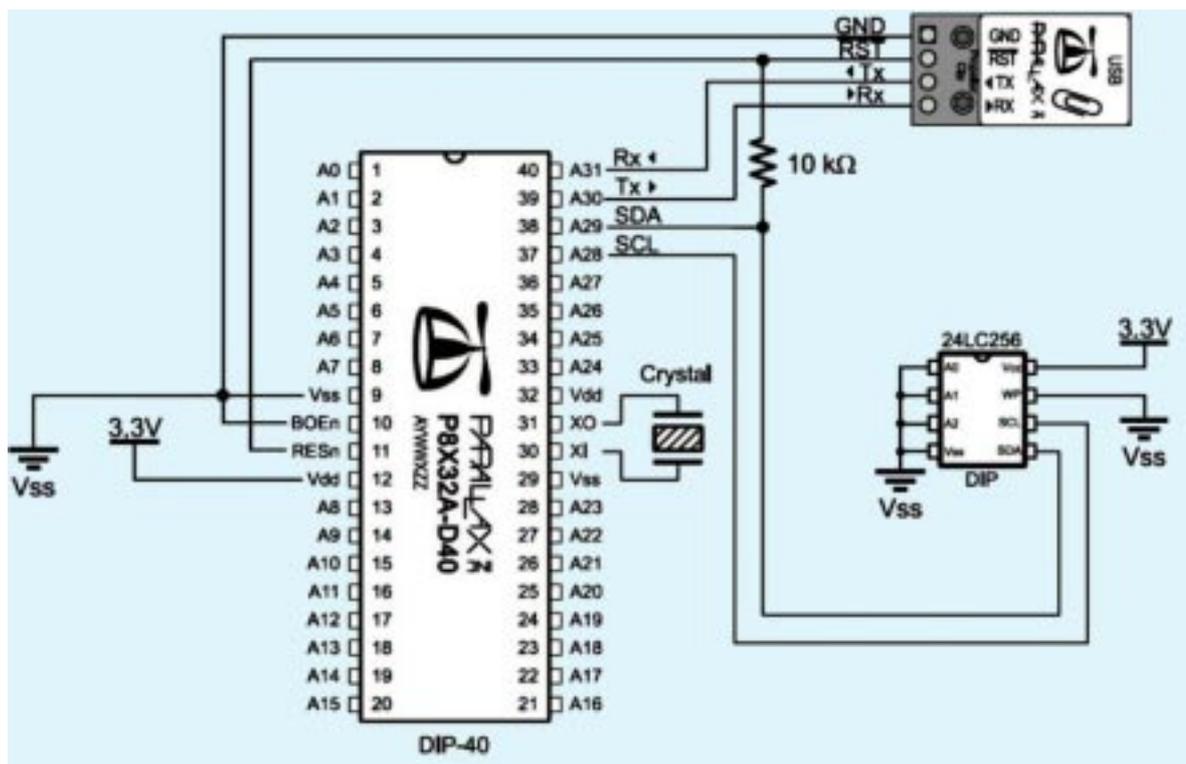
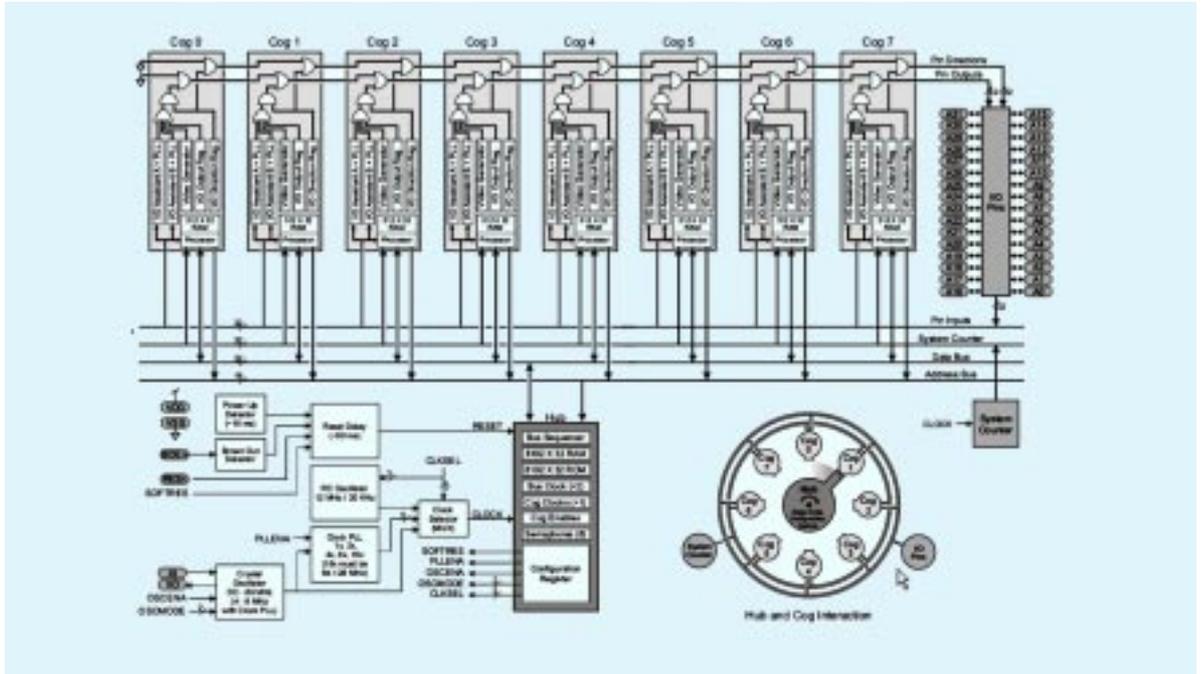


Figura 4. Esquema del conexionado básico de Propeller a una EEPROM externa de 32 KB, a un cristal y al host principal o PC.

Figura 5. Arquitectura interna del Propeller basada en 8 Cogs o procesadores de 32 bits y un Hub que controla el acceso a los recursos compartidos.



que comparte otros de mayor importancia con los demás. Existe un controlador principal llamado "Hub" que se encarga de mantener la integridad del sistema, decidir el Cog que funciona en cada momento y el reparto de los recursos comunes.

Como cada Cog ejecuta una tarea independiente, el Hub controla el acceso de cada uno a los recursos compartidos, tales como la RAM/ROM globales, los registros de configuración, etc.. El procedimiento con el que cada Cog accede a los recursos

compartidos lo establece el Hub siguiendo la estrategia "round robin" que consiste en dar el control a cada Cog en turno sucesivo desde el Cog0 al Cog7 y repitiendo el ciclo. Ver la figura 5.

El arbitraje del Hub conecta a cada Cog con los recursos comunes aunque no los necesite, por lo que se puede establecer una asignación de prioridades. Cada Cog debe esperar a tener su primer acceso para fijar su actividad posterior. El Hub dispone de 8 semáforos que constituyen una ayuda en la adjudicación del acceso en estructuras lógicas de nivel superior.

Los Cogs pueden arrancar y detenerse en tiempo de ejecución y pueden programarse para realizar tareas simultáneamente, de forma independiente o cooperativa con otros Cog.

El diseñador de la aplicación con Propeller tiene el control completo sobre el cómo y el cuándo se usa cada Cog y está autorizado a dirigir la sincronización, el consumo de energía y la respuesta de su tarea embebida.

Las 32 patitas de E/S son de pro-

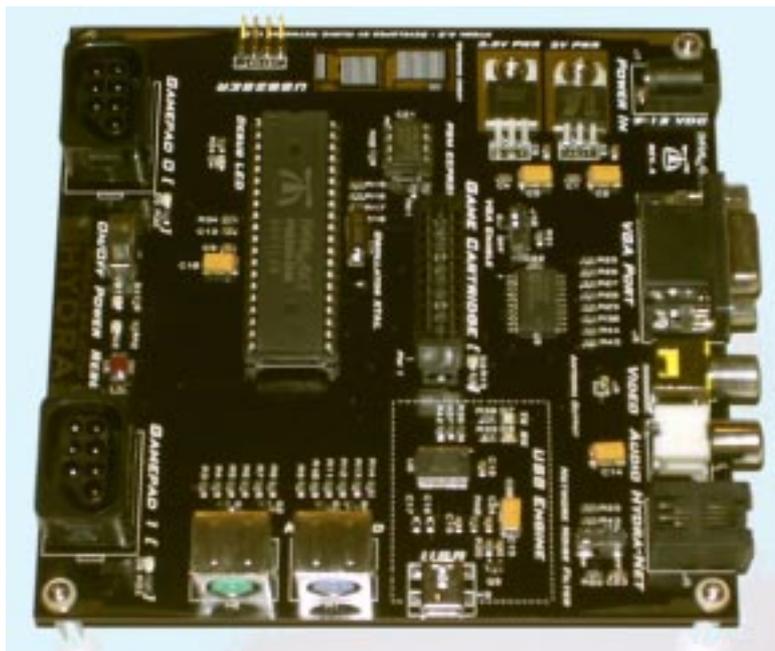


Figura 6. Fotografía de la tarjeta principal del kit Hydra. Cortesía de Ingeniería de Microsistemas Programados.



tón, mandos de juegos, comunicación serie, USB, alimentación, etc.. Fig. 6.

Figura 7. Fotografía con todos los elementos que dispone el Hydra.

El Hydra es un sistema dedicado a desarrollar videojuegos. Sus elementos fundamentales son:

- 1) Tarjeta con el Propeller y todo tipo de conectores y adaptadores para la generación de videojuegos.
- 2) Tarjeta de ampliación de EEPROM
- 3) Tarjeta ampliación de periféricos.
- 4) CD con todo el software necesario y documentación técnica
- 5) Teclado
- 6) Ratón
- 7) Consola de videojuegos
- 8) Fuente de alimentación
- 9) Cables de conexión
- 10) Manual de Usuario con más de 800 páginas.

El libro que acompaña al Hydra *"Game Programming for de Propeller Powered"* ofrece una impresionante información que hace muy fácil desarrollar más de 80 videojuegos manejando el lenguaje SPIN.

El Propeller es un reto para todos los que nos dedicamos a las aplicaciones embebidas y la enorme potencia de este pequeño y barato chip puede depararnos la realización de proyectos muy interesantes y fáciles de desarrollar.

Los interesados en conocer más a fondo al Propeller les invitamos a visitar las páginas de Internet del fabricante y del distribuidor en España, donde encontrarán en inglés y en castellano, Manuales, Aplicaciones y equipos y accesorios para el aprendizaje y desarrollo de proyectos.

pósito general y cada Cog dispone de su propio registro de direcciones de las E/S y de salida, ambos de 32 bits. Cuando se desactiva un Cog deja a cero los mencionados registros para no afectar a los Cogs activos.

Hay un Contador del Sistema de 32 bits que se incrementa con cada ciclo de reloj. Los Cogs pueden acceder a dicho Contador y utilizarlo para labores de temporización. Mediante el registro CLKN se configura las características del funcionamiento del Reloj del Sistema.

¿Para qué sirve el Propeller?

Para lo que quieran los usuarios. Cuando nace un procesador espectacular su fabricante queda a la espera de lo que hagan los usuarios. Las realizaciones que se van haciendo son valoradas, anali-

zadas, determinadas sus carencias y pronto surge una nueva versión que mejora el hardware y optimiza el software.

A nivel general el Propeller está destinado a resolver aplicaciones relacionadas con vídeo, audio y multimedia. Su adaptación inmediata al teclado, al ratón, a los mandos de los juegos, a los altavoces y a la pantalla le hacen muy apetecible para diseñar tareas que combinan imagen y sonido. Pero el Propeller está dando sus primeros pasos y su futuro depende de lo que decidamos los usuarios.

Recientemente Parallax ha sacado al mercado el kit "Hydra" que dispone de una tarjeta específica con el Propeller, placa protoboard para ampliaciones y nuevos periféricos, conectores para adaptación de teclado, ra-

Bibliografía

"Propeller: El gigante de 8 cabezas", Ingeniería de Microsistemas Programados S.L., www.microntroladores.com.
"Propeller", Parallax, www.parallax.com