

El Propeller en proyectos académicos, industriales y de investigación

Tecnológico Fundación Deusto

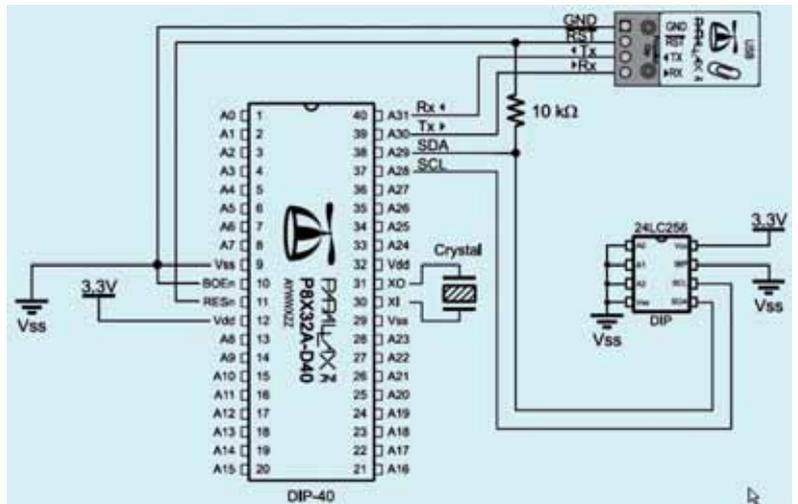
Por: Iker Doamo, Iñaki Vázquez, Ignacio Angulo, Susana Romero y J. M^a Angulo

En un número anterior de esta revista nos hacíamos eco de la presentación a nivel mundial a finales de 2006 de un espectacular procesador fabricado por Parallax y que había sido bautizado con el nombre de Propeller. El diseño había durado varios años y se había realizado a nivel de transistores con las herramientas Stratix de Altera.

Las ventajas del procesador multinúcleo "Propeller"

Figura 2. Esquema básico del conexionado de un Propeller a una EEPROM externa y un host principal ó PC.

La arquitectura multinúcleo del Propeller se basa en 8 procesadores básicos, denominados Cogs, entre los que se reparten las tareas en ejecución. Cada Cog dispone de todos los bloques necesarios para desarrollar su labor y, además, comparte con los restantes un conjunto de recursos comunes que proporcionan al sistema un verdadero multiproceso en tiempo real. El procesador cuenta además

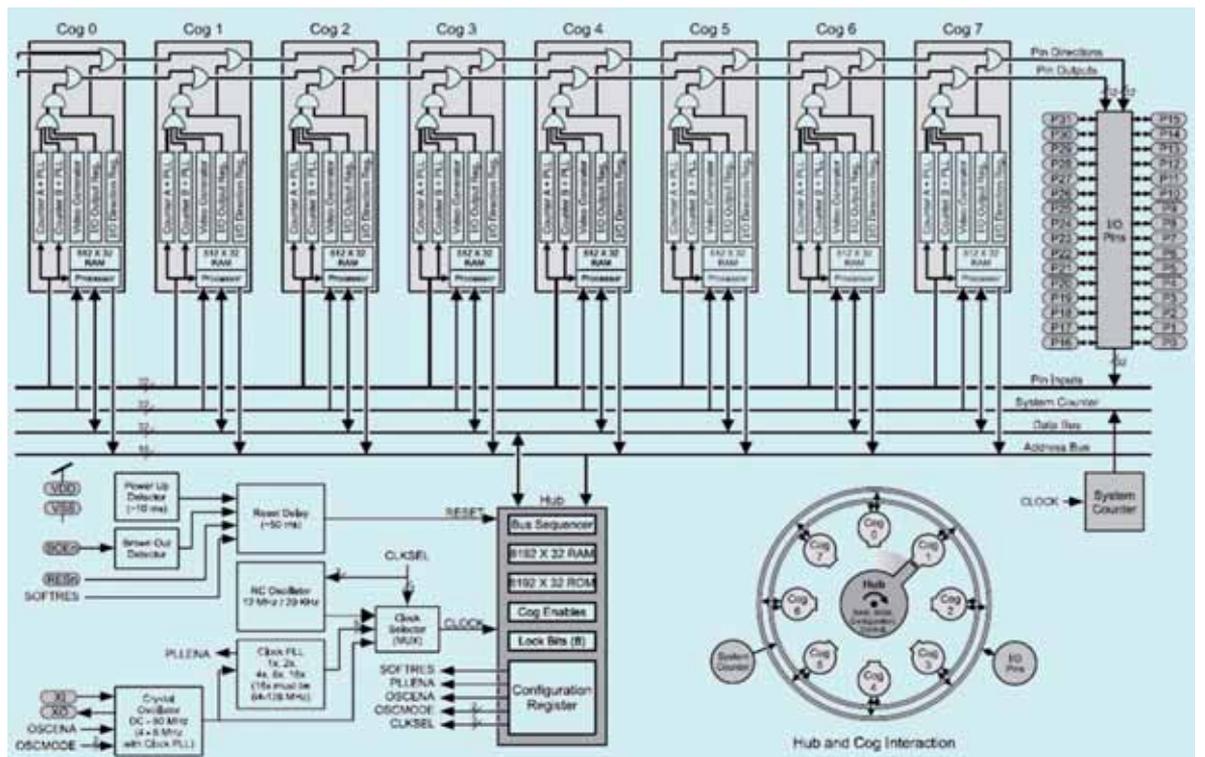


con un Hub que actúa como controlador principal, encargándose de mantener la integridad del conjunto decidiendo en cada momento el Cog que funciona, así como el reparto de los recursos. La arquitectura general la podemos observar en la Figura 1.

El procedimiento por el que cada Cog accede a los recursos comparti-

dos lo establece el Hub siguiendo una estrategia "round robin" que consiste en permitir que cada Cog tome el control de los recursos compartidos por turnos sucesivos. El ciclo comienza con el Cog0 y termina con el Cog7, de manera cíclica. Cada Cog debe esperar a efectuar su primer acceso para fijar su actividad posterior.

Figura 1. Arquitectura interna del Propeller, basada en 8 procesadores básicos de 32 bits (Cogs) y un controlador Hub que establece el acceso a los recursos compartidos.



Por otro lado, el esquema básico de conexionado del procesador Propeller es muy sencillo, basta con utilizar una memoria EEPROM, un cristal de cuarzo y un convertor a "TTL" a USB para poder conectarlo a un Ordenador de sobremesa. En la figura 2 podemos ver dicho esquema con encapsulado DIP de 40 patitas.

Como se puede ver a simple vista, este procesador ha sido concebido para controlar sistemas embebidos, tal y como nos muestran sus características más relevantes:

- 1ª. Los sucesos asíncronos se controlan con patitas dedicadas en lugar de interrupciones.
- 2ª. Posee un mapa de memoria plano.
- 3ª. Su lenguaje Ensamblador permite la ejecución condicional y la escritura opcional del resultado en cada instrucción.
- 4ª. Dispone de un lenguaje de alto nivel orientado a objetos, llamado SPIN, muy potente y fácil de manejar.

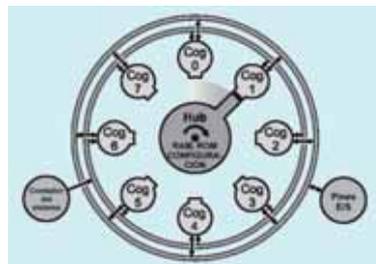
Conociendo un poco más el Propeller

Para comprender las ventajas de este procesador conviene estudiar un poco más a fondo la arquitectura del mismo. Ya hemos comentado que dispone de 8 Cog, por lo que podemos tener hasta ocho procesos funcionando de manera paralela, lo que le permite una capacidad de cálculo muy elevada. Cada uno de estos procesadores posee 2 KB de RAM, un generador de video, un registro de E/S y dos controladores de E/S o PLLs. En la figura 3 podemos observar el diagrama de bloques de un Cog.

Los Cogs pueden trabajar en tareas independientes y cooperativas. Dada la capacidad de procesado de la que dispone el sistema, no se contemplan interrupciones en el mismo. De esta

forma para atender los sucesos asíncronos que se presenten se destinan los Cogs libres.

Respecto a los recursos compartidos por los Cogs, estos pueden ser de "uso común" (E/S y controlador del sistema) o de "uso momentáneamente exclusivo" (RAM, ROM, registros, etc.). Los recursos de uso común pueden ser accedidos por varios Cogs en el mismo momento pero los de uso exclusivo no, solo un Cog puede acudir a ellos en un instante concreto de tiempo. El Hub es quien controla el Cog que puede acceder, por turno, a dichos recursos. Esto lo podemos apreciar en la Figura 4.



La memoria principal ocupa un espacio de 64 KB de los cuales la primera

mitad la ocupa la RAM y la segunda la ROM. Respecto a la potencia consumida, en el peor de los casos, es decir funcionando los 8 COGs a la vez consume 264 mW. Este consumo es con una velocidad de procesado de 80 MHz, alimentado a 3.3 voltios y trabajando todos los COGS al mismo tiempo. El rendimiento del mismo supone 160 MIPS

Una vez conocidas las características del Propeller es la hora de preguntarnos como se trabaja con este procesador, cara a la elaboración de nuevos prototipos. Para permitir un rápido prototipado para el desarrollo de aplicaciones, Parallax comercializa diversas tarjetas basadas en Propeller. Estas tarjetas permiten una rápida interconexión de los distintos elementos, tal y como se ve en la Figura 5.

Existen diferentes placas de este tipo cuyo precio oscila entre 24 € y 65 €. Por otro lado el chip Propeller tiene un valor aproximado de unos 11 € y también se comercializa por separado, aunque como ya se ha comentado, necesita al menos el esquema básico de conexionado para un funcionamiento estándar.

Figura 4. El Hub controla el acceso de los Cogs a los recursos exclusivos

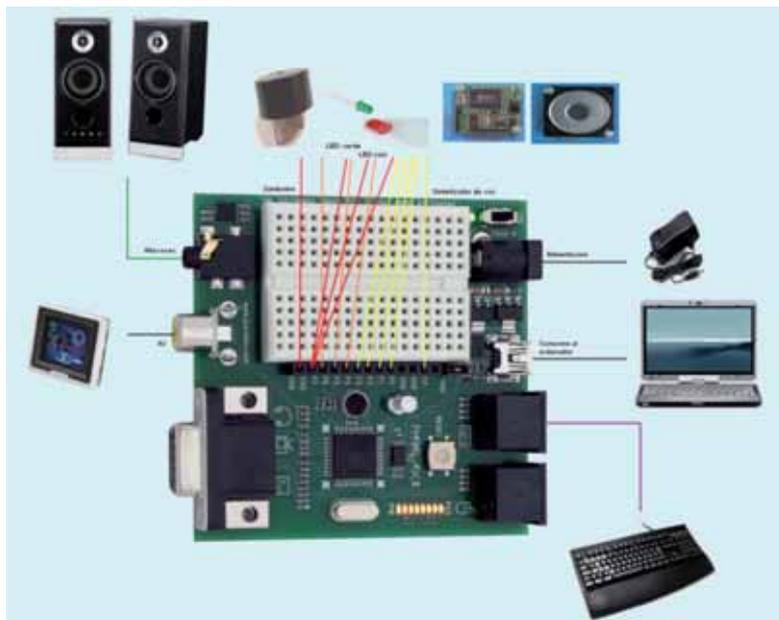
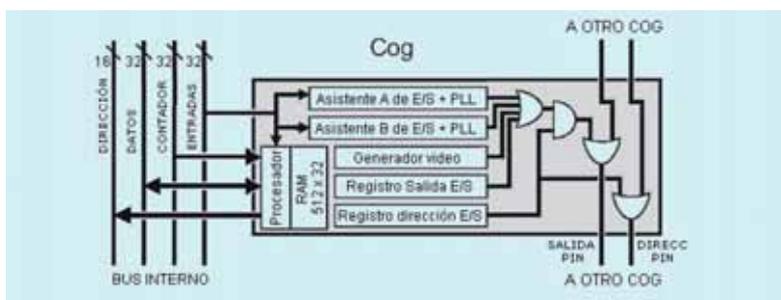


Figura 5. Fotografía de una tarjeta basada en el Propeller destinada al desarrollo de prototipos.



El Propeller en la Universidad

El nuevo procesador de Parallax se ha convertido en una de las mejores y más versátiles herramientas para desarrollar proyectos imaginativos, útiles y de alto nivel en el ámbito universitario y de forma clara en el área de las Ingenierías, en especial la de Informática.

Figura 3. Estructura interna y conexionado de un Cog.

Tarjetas como la mostrada en la Figura 5 permiten a los alumnos la solución rápida para la implementación hardware, ya que disponen de una serie de interfaces que se adaptan a todos los periféricos que habitualmente son utilizados en las aplicaciones multimedia. La sencillez en la conexión directa de altavoces, teclados, pantallas, sintetizadores, ratones, interruptores, LEDs, relés, motores, etc. permiten la rápida puesta a punto de los prototipos.

Esto se ha podido comprobar en la Universidad de Deusto que desde el curso 2006-2007 ha permitido que los alumnos de Arquitectura de Computadores experimenten con estas tarjetas. En esta universidad se han sucedido topo tipo de proyectos y los alumnos han mostrado un interés especial en este procesador. Como consecuencia, año tras año ha ido aumentando la complejidad los mismos, donde los alumnos han llegado a utilizar la imagen y el sonido junto a todo tipo de periféricos y sensores como soporte a sus aplicaciones.

Con este tipo de placas el alumno puede centrarse en la programación ya sea en lenguaje SPIN o ensamblador, y obviar diversos problemas Hardware. En este ámbito es de especial mención el proyecto BRUauto. Este proyecto simula el panel de control de un automóvil sobre el que el usuario puede operar y controlar el vehículo. En la Figura 6 podemos observar este simulador.



Figura 7. Ejemplo de dial dedicado al "tiempo" en el iCompass, por el que se desplazará la aguja.

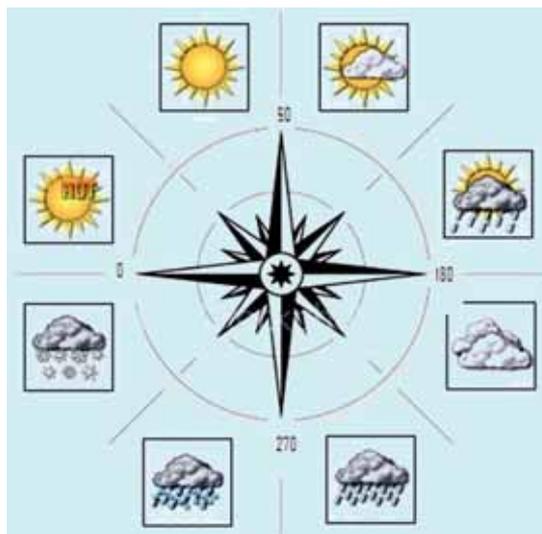
Figura 6. Pantalla del simulador de un vehículo en el que se representan los mandos sobre los que el usuario puede actuar.

El proyecto "iCompass"

El elevado rendimiento del Propeller y su extraordinaria potencia de multiproceso está animando a centros de I+D, equipos de investigación y empresas a integrarle como procesador principal de sus desarrollos. Un fiel ejemplo de lo que acabamos de comentar es el proyecto iCompass, que ha sido desarrollado durante el año 2008 en el Tecnológico Fundación Deusto por los investigadores Iker Doamo e Iñaki Vázquez.

iCompass es un dispositivo similar a un brújula que dispone de varios diales extraíbles en los que se representa diferente tipo de información. Esta información se encuentra alojada en Internet, y el dispositivo accede a ella a través de un acceso WiFi que le permite conectarse a un servidor WEB.

Para el usuario el funcionamiento es muy intuitivo, únicamente tiene que introducir un dial en el dispositivo y el iCompass, como por arte de magia, representará en el dial la información seleccionada. A modo de ejemplo se representa en la figura 7 el dial del servicio "Weather".



Para realizar esta función, el iCompass está dividido en 5 módulos, módulo de lectura, módulo de comunicaciones, módulo central, módulo motor y módulo de alimentación. Todos los módulos están gobernados por el módulo central que es el que toma las decisiones y el corazón de dicho módulo es un procesador Propeller.

El funcionamiento del dispositivo es sencillo. Cada dial tiene alojado en su parte posterior un TAG RFID de baja frecuencia. El módulo de lectura tiene por principal componente un lector RFID. De esta manera, dicho módulo lee la TAG del dial se la envía al procesador a través de un puerto USART. Una vez que el sistema central tiene esta información llama al módulo de comunicaciones que realizará una petición al servidor WEB.

El módulo de comunicaciones tiene como principal elemento la tarjeta "Secure Socket iWiFi" de la compañía Connectone. Se trata de un elemento capaz de abrir conexiones WiFi de una manera muy sencilla. Cada TAG tiene asociada en el servidor WEB un servicio por lo que de esta manera el servidor sabe como debe proceder cuando le llegue la información.

La información devuelta por servidor es el número de grados que se desea que gire la aguja para que quede alineada encima del dial, en la posición correspondiente al icono adecuado. De esta manera si se observa el dial de la Figura 7, podemos ver 4 números correspondiendo con las cuatro direcciones cardinales. Si el servidor interpretara que en la ciudad

en la que está situado el iCompass hace sol, la información enviada serían 67 grados.

Una vez que el Propeller sabe el número de grados que debe girar le envía al módulo del motor esta información. El módulo motor tiene por elemento principal un motor PAP Bipolar que tiene alojada una aguja en el rotor. Por lo que aguja se mueve hasta la posición adecuada.

Con esta manera de funcionar el iCompass únicamente conoce el número de grados que debe girar y la TAG del dial leído. Por lo que toda inteligencia del sistema se encuentra en el servidor. A continuación se muestra la arquitectura del dispositivo. En la Figura 8 se ofrece el esquema general de la estructura del sistema iCompass.

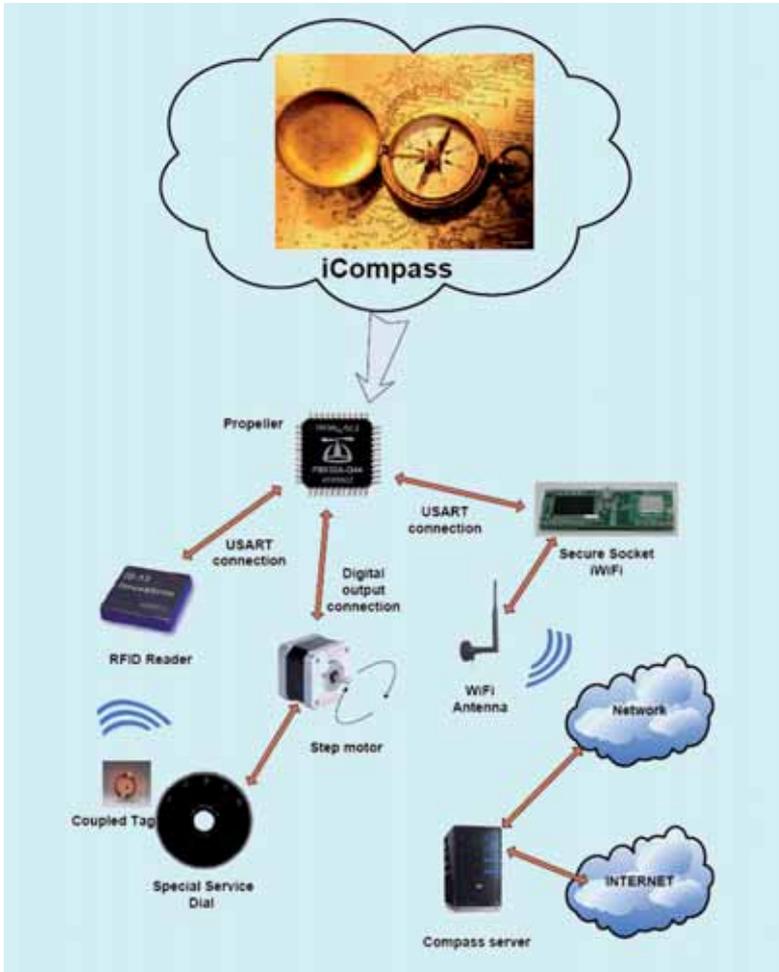


Figura 8. Arquitectura general del sistema iCompass.

Tras haber superado todas las pruebas tanto el prototipo como el sistema iCompass fue invitado el pasado mes de Octubre de 2008 a una demostración el Sr. Arístides Álvarez de Parallax, que tras visitar las instalaciones del Tecnológico Fundación Deusto, pudo apreciar directamente el excelente comportamiento de la aplicación basada en el procesador estrella de su empresa.

El futuro del Propeller

El Propeller está resolviendo espléndidamente todo tipo de aplicaciones tanto en ámbitos académicos y de investigación como en industriales. Además posibilita el desarrollo de proyectos de elevado nivel de complejidad con facilidad y rapidez, tanto en el área hardware como software.

La potencia computacional del Propeller apoyada por su arquitectura multiprocesador y el efectivo lenguaje orientado a objetos SPIN, proporcionan las herramientas precisas para acometer importantes proyectos de investigación que darán lugar en un futuro cercano a la

Para realizar la implementación del proyecto se utilizó el PropStick USB de Parallax. Se trata de un chip de 40 patitas que contiene un procesador Propeller P8X32A-M44, una EEPROM de 32 KB, regulador de 3,3 V, cristal de 5 MHz y un interfaz USB en un espacio lo suficientemente re-

ducido. Podemos observar su encapsulado en la Figura 9.

En la Figura 10 se muestra el prototipo electrónico del iCompass. Para desarrollar el dispositivo se ha empleado el software OrCAD 10.5, el Circuit CAM y el BoardMaster para trabajar con una fresadora LPFK.

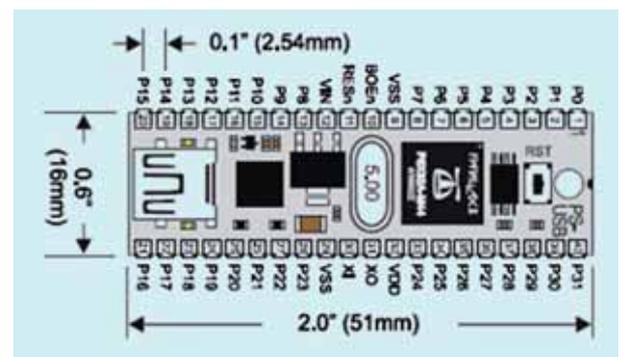


Figura 9. Estructura física y elementos que configuran el PropStick USB usado en el proyecto iCompass.

popularización de este procesador y a la resolución de aplicaciones cada vez más complejas.

Bibliografía

- 1.- Informe iCompass del Tecnológico Fundación Deusto
- 2.- Documentación del Propeller en Parallax (www.parallax.com)
- 3.- Documentación del Propeller y tarjetas de desarrollo en Ingeniería de Microsistemas Programados (www.microcontroladores.com)

Figura 10. Fotografía del prototipo electrónico del sistema iCompass.

