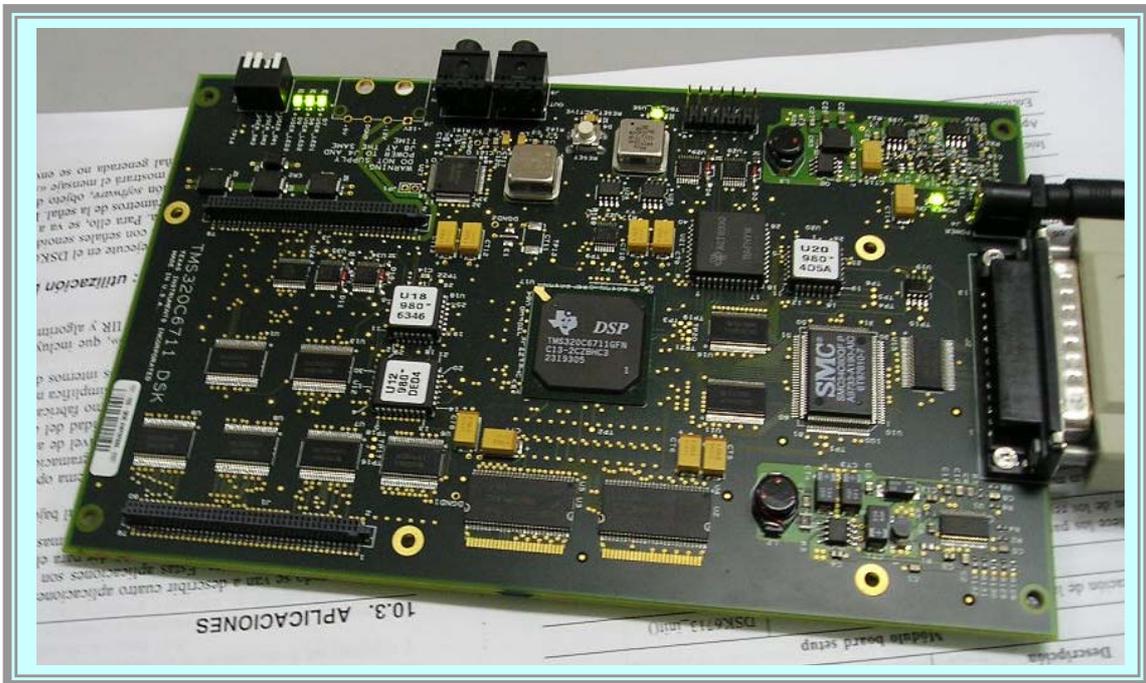


Universidad Católica Ntra Sra de la Asunción

Trabajo practico N° 1

TAI 2

Tema: Procesadores Digitales de Señal de altas prestaciones de Texas Instrument



Profesor: Ing Juan de Urza

Alumno: Pablo C Paredes

pacespa@yahoo.com

Carrera: Ingenieria Electrónica

Mat: 44933

2005



INDICE

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
DESARROLLO	
Descripción de un Sistema Microprocesador	1
Estructura, características y componentes	1
La Unidad Central de Procesos (CPU)	2
La ALU y los Buses	3
Dispositivos provistos de CPU: el DSP	4
Estructura interna básica de un DSP	5
Principales Aplicaciones y fabricantes	5
Familia TMS320 de Texas Instrument	6
Selección del DSP	7
DSPs de Altas Prestaciones.Familia TMS320C6000	7
TMS320C67xx	8
Memoria Caché y jerarquía de memoria	9
Rango de direcciones	9
Inicialización y vectores de interrupción	9
Arranque del procesador, controlador DMA	10
Características y periféricos de TMS320C6711	11
Kit de desarrollo	11
Programación de la familia TMS320C6000	12
Ventana del entorno de desarrollo	13
Una aplicación en particular	14
ANEXOS	16
CONCLUSIÓN	23
BIBLIOGRAFÍA	24



Introducción

En los últimos años, los procesadores digitales de señal (en adelante DSP) han alcanzado un grado muy elevado de utilización en el mercado de los productos de la telecomunicación y la electrónica. Su impulso ha venido motivado por el desarrollo de las técnicas de procesamiento digital, la aparición de herramientas de simulación muy potentes y la evolución del hardware de los propios dispositivos en cuanto a su capacidad de procesamiento e integración de periféricos.

Una de las Compañías que más ha aportado en el desarrollo de la tecnología asociada a los DSP ha sido Texas Instruments. Actualmente, Texas Instruments comercializa sistemas de procesamiento digital que se apoyan en procesadores con distintas capacidad y potencia de cálculo, y fundamentalmente en herramientas de desarrollo muy elaboradas y completas. Como ejemplo, se destaca la tecnología Express- DSP, concebida para reducir el tiempo de puesta en marcha de soluciones basadas en sus DSP's. Aunque las ventajas de esta nueva tecnología son innumerables, el inconveniente fundamental estriba en la complejidad tanto de la arquitectura de los propios DSP como en la utilización de la herramienta, que implica un considerable esfuerzo en formación.

Desarrollo

Descripción de un sistema microprocesador

Un sistema microprocesador es un sistema digital basado en un microprocesador (dispositivo digital provisto de CPU) que se caracteriza por su capacidad para de procesar información, además de ser pequeño con una elevada fiabilidad y de bajo coste, esto si se lo compara con otro sistema electrónico.

. Estructura, características y componentes.

Periféricos: dispositivo cuya finalidad es ayudar a la CPU a realizar una tarea que este no puede realizar (Ej. Almacenar datos o programas). Estos son la RAM y la ROM respectivamente.

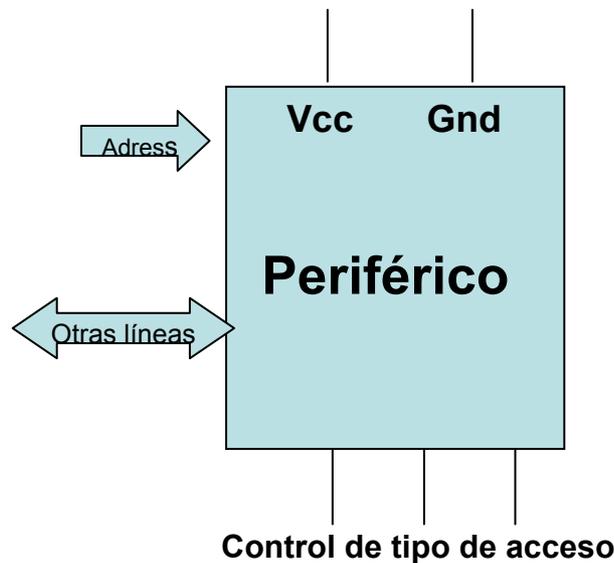
Estos a su vez poseen registros internos, los cuales son:

Registros de control: son aquellos registros internos del periférico que permiten configurar las condiciones en las que va a trabajar el dispositivo.

Registros de estado: la CPU accede a este tipo de registros en modo de lectura, para observar el estado del periférico.

Registros de datos: Son los registros de trabajo del dispositivo, y por tantota que más utiliza la CPU.

parte de estos registros este dispositivo posee líneas de control del tipo de acceso que puede realizar la CPU, además de líneas de dirección y de datos (ver gráfico).



Visión general de un periférico

La Unidad Central de Proceso (CPU)

Es el núcleo de un sistema microprocesador y el dispositivo que controla el resto de los componentes del mismo, es capaz de interpretar las instrucciones programadas por el usuario del sistema etc.

Realiza operaciones elementales como:

Transferencia de datos: lee un dato ubicado en una determinada posición de memoria para trasladarlo a algún registro interno de la CPU, almacena un registro de la CPU en una determinada posición de memoria del sistema, o transfiere datos entre sus registros.

Operaciones aritméticas elementales: suma, resta, incrementa, decrementa el contenido de los registros internos de la CPU.

Operaciones lógicas: (AND, OR, XOR, y NOT) con los datos y de manejo de biestables de la CPU, desplazamiento o rotación, hacia la izquierda o hacia la derecha, del contenido de los registros internos.



.Bus de direcciones

OPA y OPB

Son los registros en donde están los datos con que va a operar la CPU

Contador de programa (PC)

Es el registro que contiene la dirección de la siguiente instrucción a ejecutarse

Modos de direccionamiento de la CPU

Son los modos en los que la CPU accede a los datos, estos son los siguientes:

.Direccionamiento implícito o inherente: está asociado a las instrucciones que pueden operar con un único registro de la CPU.

.Direccionamiento inmediato: en este modo las instrucciones contienen el dato con el que va a operar la CPU.

.Direccionamiento directo: las instrucciones contienen la dirección, o parte de la dirección, de memoria donde se encuentra el dato.

. Direccionamiento indirecto: una parte de la instrucción sirve para indicarle a la CPU el registro interno que le va a servir de base para operar.

A la vez, cuando el procesador accede a una instrucción puede modificar el contador de programa (PC) con estos modos de direccionamiento.

.Direccionamiento relativo al PC: al registro contador de programa se le suma un valor incluido en la instrucción.

.Direccionamiento absoluto: en el registro PC se copia un valor incluido en la instrucción.

A parte de todo lo mencionado, el sistema generalmente posee interrupciones que son rupturas en la secuencia normal de los programas por parte de la CPU, y también la inicialización del sistema.

DISPOSITIVOS PROVISTOS DE CPU: el DSP.

Seguramente la pregunta que nos hacemos es porque tenemos que hablar de un sistema microprocesador y las CPU, es que en la actualidad, los dispositivos provistos de una (o varias) CPU se denominan microcontroladores, microprocesadores y DSP, y todos ellos son capaces de ejecutar programas ubicados en memoria. Las diferencias entre ellos aparecen en el diseño realizado y dependen, a su vez, de la futura aplicación que se le piensa dar al sistema electrónico.



Pero a nosotros nos interesa lo que es un DSP, el cual definimos a continuación:

.DSP: un procesador digital de señal es un dispositivo con capacidad de procesamiento en línea, o en tiempo real, de información que presenta, a la vez, características de microcontrolador y microprocesador. Posee una CPU de gran potencia de cálculo preparada para el tratamiento digital de señales en tiempo real y para la realización del mayor número de operaciones aritméticas en el menor tiempo posible. Por tanto, su circuitería interna ha sido optimizada para la implementación de funciones tales como el filtrado, la correlación, el análisis espectral. etc. De una señal digital de entrada al sistema.

ESTRUCTURA INTERNA BASICA DE UN DSP

Según su funcionalidad se clasifican en:

.CISC (las instrucciones son complejas y requieren de varios ciclos de reloj para poder ser ejecutadas).

.RISC (que tienen un conjunto reducido de instrucciones)

.SISC (dedicados a aplicaciones concretas como telefonía móvil, etc.)

Su estructura interna básica responde fundamentalmente a una arquitectura de tipo Harvard, en la mayoría de los casos mejorada y optimizada para acelerar la ejecución de las instrucciones y la realización de las operaciones aritméticas, es decir buses de datos para instrucciones, o datos de tamaño superior al estrictamente necesario, más de un bus de direcciones y de datos para el acceso a los datos, implementación de técnicas de paralelismo para favorecer la segmentación y la ejecución de varias operaciones elementales por ciclo máquina, operadores lógicos y aritméticos avanzados etc.

PRINCIPALES APLICACIONES Y FABRICANTES DE DSP

Aplicación en Telecomunicaciones

- . Transmisión de voz: teléfonos móviles (GSM), celulares e inalámbricos.
- . Cancelación de ecos.
- . ATM
- . Repartidores de línea
- . Multiplexado de canales
- . Módems de alta velocidad
- . Ecualizadores adaptativos
- . Fax
- . Adaptadores de terminal

Aplicación en Instrumentación

- . Analizadores de espectro



- . Generadores de función
- . Osciloscopios digitales: procesado de datos
- . Procesado de datos simbólicos

Procesamiento de imágenes

- . Animación
- . Estaciones de trabajo
- . Rotación tridimensional
- . Reconocimiento de patrones
- . Compresión y transmisión de imágenes

Aplicaciones de control

- . Robótica
- . Regulación en velocidad de motores
- . Servocontrol.
- . Impresoras

Automóvil

- . Cancelación de ruidos
- . Suspensión activa
- . ABS
- . Navegación
- . Control de entrada de voz
- . Posicionamiento
- . Análisis de vibraciones

Por otro lado los principales fabricantes de DSP, y por ende de circuitos electrónicos digitales, que existen en la actualidad son (en orden alfabético):

1. Analog Devices
2. Hitachi
3. Motorola
4. NEC
5. SGS-Thompson
- 6. Texas Instruments**
7. Zilog

FAMILIAS TMS320 DE TEXAS INSTRUMENT

Desde que Texas Instrument lanzase el primer DSP en 1982, las subsiguientes familias han ido mejorando en cuanto a prestaciones, soporte y tiempo de diseño.

Para facilitar la labor al diseñador y adaptarse a las exigencias particulares de cada proyecto, el fabricante proporciona un amplio abanico de familias de procesadores, de modo a que cada una de ellas se encuentra especialmente optimizada para realizar tareas propias dentro de un campo concreto de aplicaciones.



gran oferta de DSP existentes en el mercado, incluso pertenecientes al mismo fabricante, hacen necesario un proceso de selección que permita distinguir cuál es el más adecuado para el procesamiento o la aplicación a desarrollar.

Selección del DSP

Los factores que hay que tener en cuenta para elegir una familia concreta son:

- . **Formato de los datos:** según el tipo de aritmética que usen los DSP para realizar los cálculos matemáticos, estos se pueden dividir en procesadores de coma fija o de coma flotante.
- . **Ancho de datos:** el tamaño de los buses de datos nos da una medida de los flujos de información entre la CPU y los periféricos. Mayores anchuras permiten que los flujos de información sean más rápidos, aunque a costa de complicar la arquitectura del sistema.
- . **Organización de la memoria:** la disponibilidad de suficiente memoria interna permite aprovechar de manera más eficiente la arquitectura interna del DSP y evitar la necesidad de accesos al exterior.
- . **Arquitectura del procesador:** la estructura de ejecución de las instrucciones y el grado de paralelismo influyen de manera decisiva en la velocidad de ejecución de una aplicación.
- . **Consumo:** puede ser un factor decisivo en aplicaciones portátiles, donde las exigencias de autonomía son cada vez mayores, como, por ejemplo, teléfonos móviles o reproductores de audio portátiles.
- . **Coste:** la solución elegida siempre debe optimizar este parámetro. La mejor elección no es el procesador más potente del mercado, sino aquel que nos permite cumplir con las exigencias del mercado al menor coste posible.
- . **Entorno de desarrollo:** al elegir un DSP, es importante tener en consideración las herramientas *software* (ensambladores, linkadores, simuladores, debuggers, compiladores, librerías y sistemas operativos en tiempo real), las herramientas *hardware* (tarjetas de desarrollo y evaluación o emuladores).

DSP DE ALTAS PRESTACIONES: FAMILIA TMS320C6000

Actualmente, la familia TMS320C6000 agrupa los DSP más rápidos y con mayor potencia de cálculo del mercado. Esta familia está integrada por tres generaciones que trabajan en punto fijo, **TMS320C62x**, **TMS320C64x** y **TMS320DM64x**, y una que trabaja en coma flotante, **TMS320C67x**.

En esta ocasión hablaremos de la generación **TMS320C67x**, un DSP de coma flotante y 32 Bits.

Figura muestra el diagrama de bloques asociado a esta generación, la arquitectura es VLIW (*Very Long Instruction Word*), con un *pipeline* supersegmentado en 16 subfases agrupadas en tres grandes fases básicas.

- Recogida
- Decodificación
- Ejecución

Todas las instrucciones pasan por todas las subfases de recogida y decodificación, aunque no tienen por que completar las subfases correspondientes a la ejecución

Al igual que la generación **TMS320C62x**, los bloques de registros A y B son de 16 registros de 32 bits cada uno.

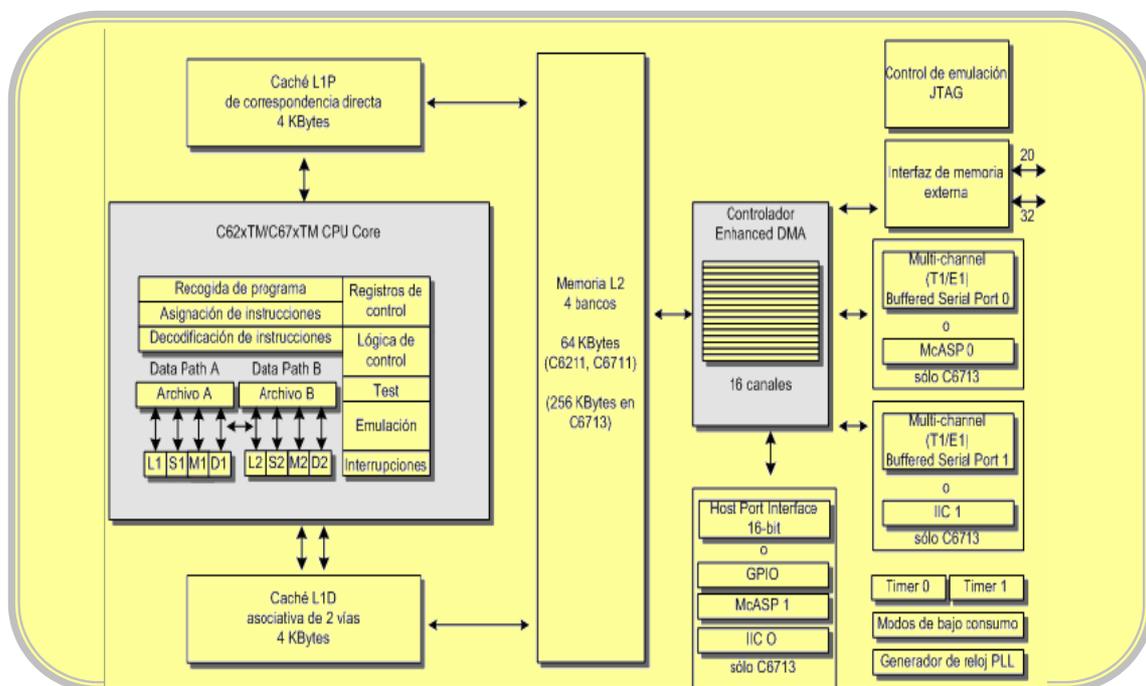


Diagrama de bloques de la generación **TMS320C67x**

TMS320C67x

Las principales características de esta familia son las siguientes:

- . Se trata de dispositivos con capacidad de manejar datos en punto flotante.
- . Su potencia de cálculo es de 600 – 1350 MFLOPS (millones de operaciones por seg.)
- . El consumo se establece en unos 0.5 – 1.4 W
- . No dispone de interfaz PCI ni de un Bus de expansión (XBUS)



. **Aplicaciones:** permite innovar en aplicaciones de alto coste como audioprofesional, automatización industrial, reconocimiento de voz, generación de gráficos y tratamiento de imagen.

. Algunos de los elementos de esta versión incorporan líneas de entrada y/o salida de propósito general.

. Todas las versiones de este DSP se alimentan a una tensión de 3.3 V. La tensión de alimentación que genera internamente el DSP para la CPU varía, según las versiones, entre 1.2; 1.26; 1.4; 1.8 y 1.9 V.

. Los diferentes elementos de esta versión de la familia TMS320C6000 aparece con encapsulado de tipo PBGA.

MEMORIA CACHÉ Y JERARQUÍA DE MEMORIA

La arquitectura de memoria de la familia TMS320C6000 varía según las diferentes generaciones. Concretamente, la arquitectura de las generaciones TMS320C621x/C671x poseen dos memorias de nivel 1, L1P y L1D (de programas y de datos respectivamente) de 4 Kbytes, y la arquitectura de la generación TMS320C64x con cada memoria L1 de 16Kbytes. Todas las caces y los caminos entre ellas son gestionados por el controlador de caché. El nivel 1, más próximo a la CPU, es accesible sin necesidad de estados de espera. El nivel 2 es configurable y puede dividirse en memoria SRAM y memoria caché. Su tamaño es variable según el elemento de la familia, pero oscila entre 64 Kbytes y 1 Mbytes.

RANGO DE DIRECCIONES

El espacio total de memoria que es capaz de direccional esta familia es de 4 Gbytes, correspondientes a los 32 Bits del Bus de direcciones interno.

INICIALIZACIÓN Y VECTORES DE INTERRUPCIÓN

Existen tres tipos de interrupciones en esta familia y se diferencian según sus prioridades.

La máxima prioridad corresponde a la señal de **RESET**, de entrada al DSP y que provoca la inicialización del sistema microprocesador. La siguiente corresponde a la interrupción no enmascarable **NMI** y a continuación vienen las interrupciones enmascarables **INT4-INT15**, las fuentes de interrupción correspondientes a estas interrupciones pueden ser líneas de entrada al DSP, periféricos internos o interrupciones *software*.



ARRANQUE DEL PROCESADOR

Los dispositivos de esta familia proporcionan una variedad de configuraciones de arranque, que determinan la secuencia de pasos que el dispositivo realiza tras un *reset*.

EL CONTROLADOR DMA

El controlador DMA de esta familia, realiza básicamente las mismas funciones que los de la otra familia, con la diferencia de soportar cinco canales frente a sólo uno de los demás, y de disponer de métodos de transferencia más versátiles, que redundan en un aumento considerable del rendimiento del sistema.

Las características básicas de este controlador DMA se resumen en:

- . **Alto rendimiento:** la información se puede transportar usando el reloj de la CPU
- . Cuatro canales disponibles, que aportan otros cuatro contextos diferentes para las operaciones DMA. A ellos hay que añadir un canal auxiliar que permite al controlador atender peticiones de los periféricos externos.
- . Posibilidad de utilizar cada canal DMA para realizar dos transferencias completas del tipo DMA
- . Transferencias de bloques de datos, compuestos por múltiples tramas, cada una de las cuales, se compone de varios elementos.
- . Prioridad programable, cada uno de los canales puede configurarse como más prioritario por la CPU.
- . Variación de las direcciones de los datos de origen y destino.
- . Acceso completo al espacio de memoria interna de datos y de programa, de los periféricos etc.
- . Posibilidad de recarga del controlador, para que se inicialice de nuevo una vez finalizada la transferencia en curso.
- . Sincronización de las transferencias.
- . Generación de interrupciones

ACCESOS EXTERNOS

Los accesos a los dispositivos externos ofrecen más posibilidades, permitiendo una conexión simplificada a múltiples dispositivos externos sin necesidad de utilizar lógica externa adicional (*glueless*). Por otro lado, la interfaz de acceso a dispositivos externos no es única y varía en función de la generación que se esté utilizando.



PERIFÉRICOS DEL TMS320C6711

Pueden cumplir numerosas funciones:

- 1. Almacenamiento masivo de datos e instrucciones**
- 2. Conversión A/D y D/A**
- 3. Comunicación con otros sistemas digitales**

Por citar este dispositivo posee estos periféricos.

- . Controladores DMA/EDMA**
- . Puertos de E/S digitales (GPIO)**
- . Temporizadores**
- . Puerto serie síncrono y McBSP**

CARACTERÍSTICAS DEL TMS320C6711

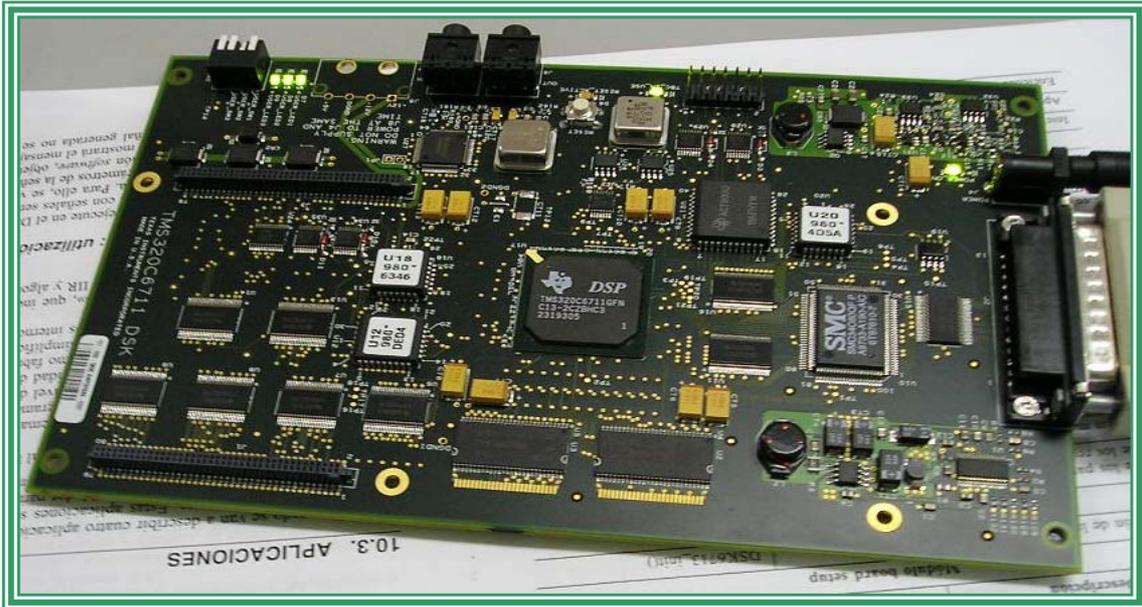
Por resumir las características de este dispositivo en particular se detallan a continuación:

- . Capacidad de cálculo**
1200 a 8000 MIPS
- . Capacidad de almacenamiento de instrucciones y datos**
bus de datos p/ acceso a instr. de 256 bits
bus de datos p/ acceso a memoria de 32 bits
- . Memoria caché para acelerar el acceso de la CPU a las instrucciones, ocupa el nivel más cercano.**
- . Registros internos de 32 bits de propósito general y acumuladores.**
- . HPI (puerto de comunicación)**
- . XBUS (bus de expansión, mismas funciones que el HPI)**
- . EMIF (Interfaz de acceso a cuatro rangos de direcciones independientes)**
- . Control de emulación y test, control de interrupciones y modos de bajo consumo**
- . 6 unidades ALU, 2 multiplicadores**

Se puede observar en este resumen la potencia de este dispositivo, la desventaja estaría en la arquitectura del mismo, porque sería muy complicada.

KIT DE DESARROLLO

Este dispositivo necesita de un kit de desarrollo de proyectos, por ello es importante describir cuales son las partes del kit que proporciona Texas Instrument con este DSP. En la figura de abajo se puede observar una fotografía del kit con sus partes principales:



Kit de desarrollo de proyectos – Texas Instrument

PROGRAMACIÓN DE LA FAMILIA TMS320C6000

La programación de esta familia es diferente a las anteriores porque los DSP de la familia TMS320C6000 se programan a alto nivel.

El desarrollo de las aplicaciones de esta familia se basa en la utilización de la denominada tecnología *Express-DSP* de Texas Instrument. Esta tecnología se apoya en la utilización de un sistema operativo en tiempo real (denominado DSPBIOS), en las herramientas de desarrollo de aplicaciones (CCS, o *Code Composer Studio*) y de desarrollo de algoritmos.

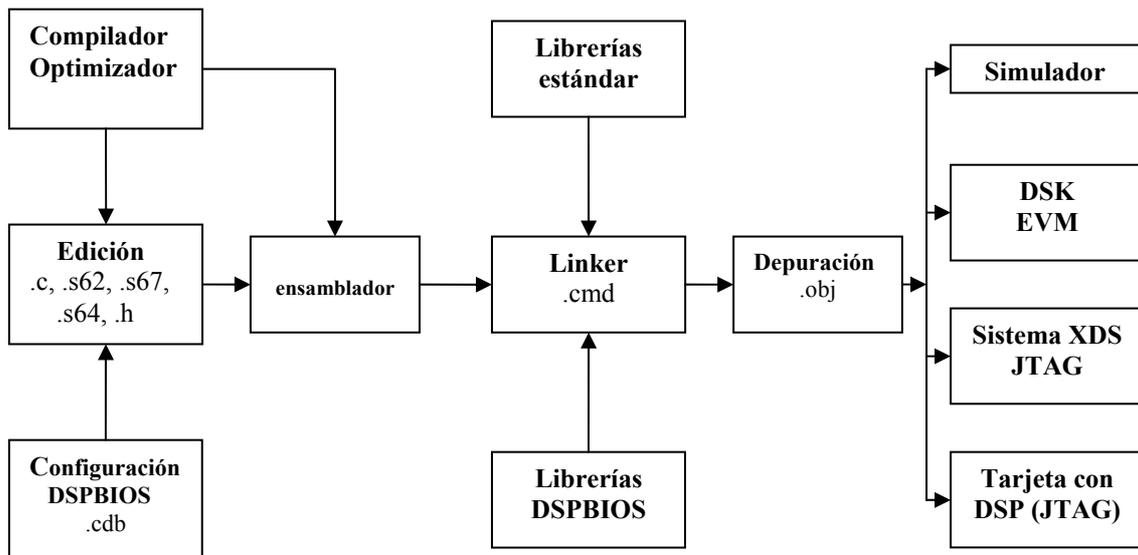


Esta es la presentación del Software de programación del dispositivo

El ciclo de desarrollo de aplicaciones

En la figura se muestra el ciclo que se debe seguir para desarrollar una aplicación usando el CCS. El fichero o los ficheros fuente, escritos en C o C++, se construyen con la ayuda de un editor de texto incluido en el entorno. Posteriormente, el funcionamiento de la aplicación se define mediante un fichero de configuración asociado al sistema operativo que se ejecuta en el DSP, denominado DSPBIOS.

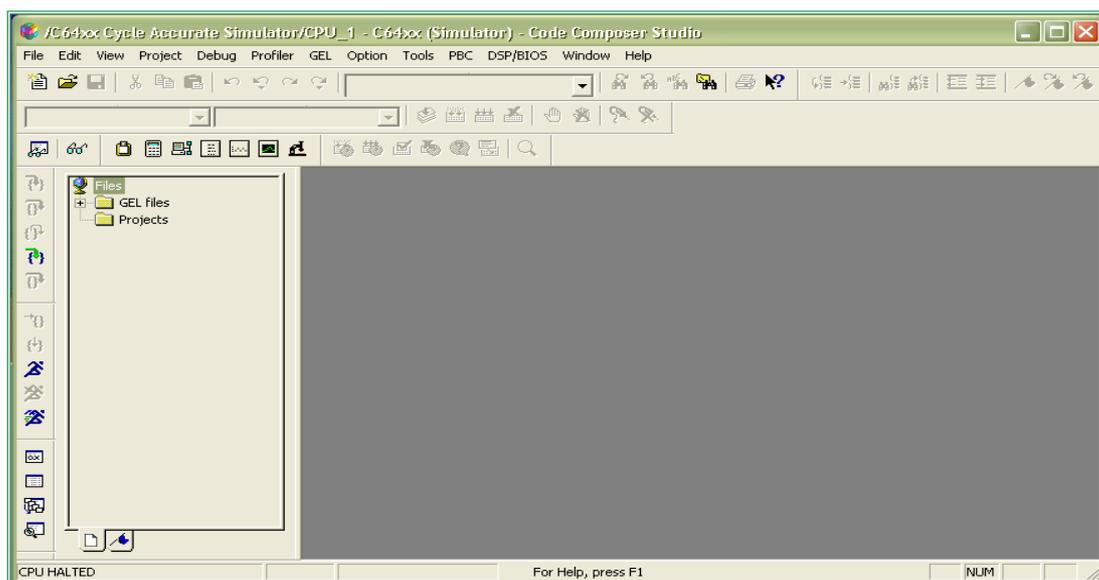
Luego los ficheros fuente son ensamblados y optimizados para generar los ficheros objeto que componen. Finalmente, se obtiene un fichero de salida ejecutable en el DSP, enlazando los ficheros objeto generados con las librerías del compilador y del sistema operativo DSPBIOS, que se puede descargar en las plataformas Hardware (kit) proporcionadas tanto por Texas Instrument como por otros fabricantes.



Ciclo de aplicaciones para la familia TMS320C6000, utilizando el CCS

Ventana del entorno de desarrollo.

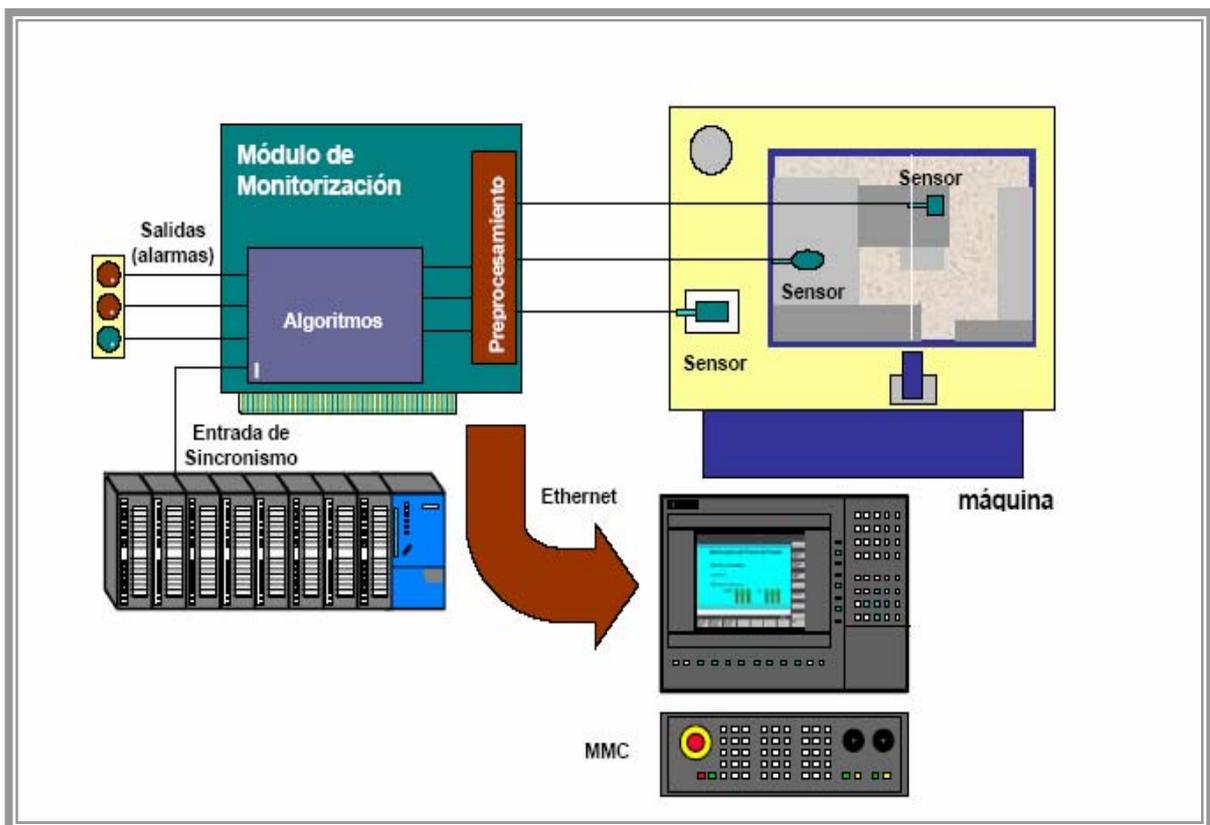
En la gráfica se ve el aspecto de lo que sería el comienzo de utilización del entorno de trabajo del software.



Para más información de cómo utilizar este software, se proporciona un libre de referencia de la Universidad de Sevilla, o también se puede encontrar información en Internet.

UNA APLICACIÓN EN PARTICULAR

A continuación se detalla una aplicación en particular de este DSP, se trata de un medidor de vibraciones utilizando técnicas de ultrasonido, en la figura de abajo se observa un diagrama de bloques del sistema

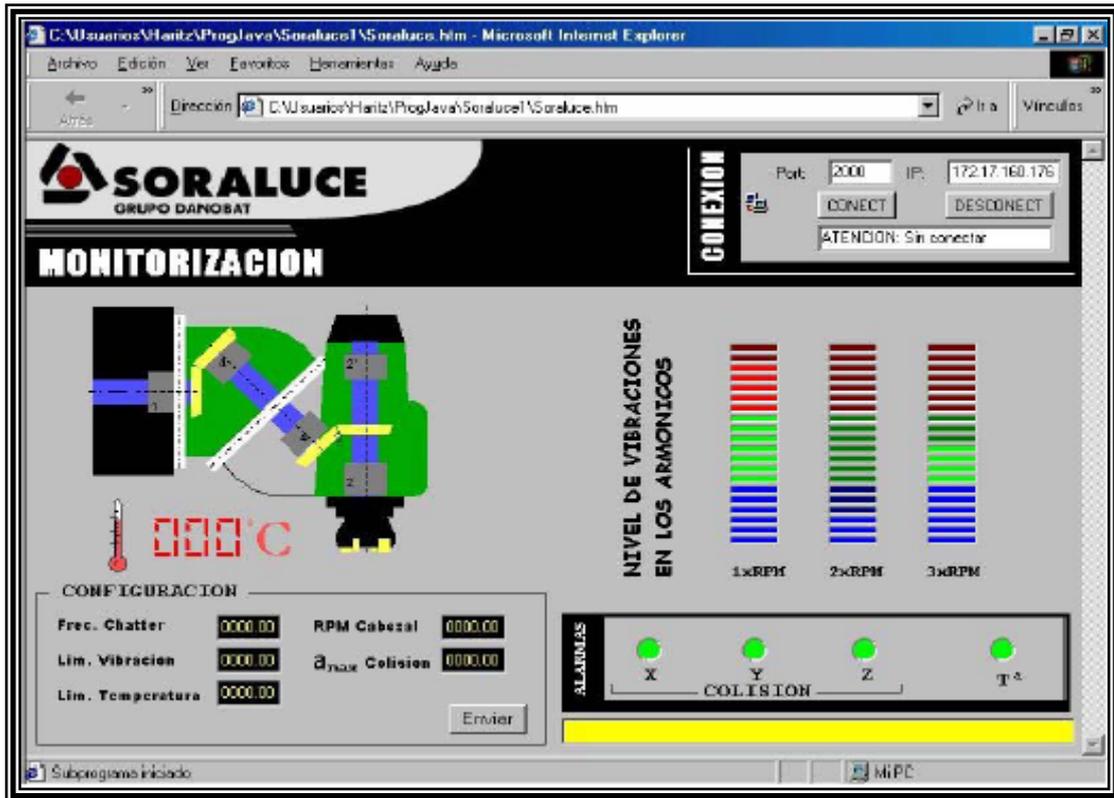


Sistema de medida de vibraciones

En el módulo de monitorización estaría el DSP TMS320C6711, el cual con los algoritmos implementados en él controla y preprocesa las señales provenientes del sensor de ultrasonidos, a la vez se ve que posee un protocolo de comunicación entre este y el monitor, este sistema trabaja en forma sincronizado y controlado por un MMC.

Para tener una idea de lo que se está midiendo, se diseñó una interfaz con el usuario utilizando una aplicación **Java**, ver figura.

En el se puede observar el nivel de los armónicos de la vibración, la temperatura a la cual se está tomando la medida, además de un cuadro de configuración del sistema.



Interfaz con el usuario, utilizando Java



ANEXOS

Investigación desarrollada por Daniel Yaluff, sobre otros fabricantes de DSPs que apuntan hacia el mismo objetivo de desarrollo de sus dispositivos.

DSPs de Motorola

El Motorola 56000 (o 56k) es una familia de DSPs producidas por Motorola a partir de los años 80, ahora que continúa siendo producido (a Freescale) en modelos más avanzados en los 2000s.

La serie 56k era absolutamente popular por una época en un número de computadoras, incluyendo el nuevo halcón, de Atari, y los sitios de trabajo del SGI, así como dos modelos del Apple Macintosh. Las versiones aumentadas 56k todavía se utilizan hoy en audio, radares, dispositivos de comunicaciones (como los teléfonos móviles) y otros usos de DSP.

Los 56000 también fueron utilizados como la base para los 96000 actualizados.

La descripción técnica

El DSP56000 utiliza aritmética de punto fijo, con palabras del programa de 24-bit y palabras de datos de 24-bit. Incluye dos registros de 24-bit, que se pueden también referir mientras como un solo registro de 48-bit. También incluye dos acumuladores de 56-bit, cada uno con un "espacio libre de 8-bit de extension"; si no, los acumuladores son similares a los otros registros de 24/48-bit.

Es un procesador con arquitectura Harvard, el 56k tiene memoria separada dos spaces+buses (y bancos de memoria en algunos de los modelos): una memoria space/bus del programa y una memoria space/bus de los datos. 24 partes fueron seleccionadas como el largo de una palabra básica, porque dio a este sistema una gama y una precisión razonables del número de procesamiento del audio (sonido), la preocupación principal de los 56000's. 24 partes corresponden a una gama dinámica grande 144dB, suficiente en los años 80 en que los convertidores analógico a digital (ADCs) y los convertidores digital a analógico (DACs) excedieron raramente 20 partes.

Un ejemplo, los usos del ADSL, donde los filtros requieren típicamente 20 partes de exactitud. Las cuatro partes extremas izquierdas se consideran espacio libre y amplio para los cálculos. Las variantes dentro de la mayoría de los diseños en los 56000 se dedican a una sola tarea, porque la señal numérica que procesa con el hardware especial es sobre todo en tiempo real y no permite ninguna interrupción. Para las tareas algo más suavemente exigentes que no son críticas en el tiempo, o más de un simple "if else" del prototipo, diseñadores utiliza normalmente una CPU o un MCU separada.



La adición a las instrucciones del SIMD en la mayoría de las computadoras de escritorio (CPUs) ha significado que las ramas dedicadas al DSP como los 56000 han retirado en parte algunos campos de su uso, pero continúan siendo utilizadas extensamente en comunicaciones y otras aplicaciones del entorno profesional.

Con este fin las series 56800 agregaron un MCU completo que creó una solución monopastilla de "DSPcontroller", mientras que lo contrario ocurrió en los 68456 -- 68000 con 56000 en él mismo chip.

Un modelo reciente absolutamente frecuente en los 56000 es la 3ra familia de la generación 563xx, que ofrece varios modelos con built-in especial del hardware usado, como lógica de la interfaz del PCI, procesadores del CRC, o compansores de audio.

Los DSPs de Analog Device

Los ADSP-21xx son de la primera familia de los procesadores DSP de Analog Device. La familia consiste en una gran cantidad de procesadores basados en una arquitectura de punto fijo 16-bit común con una palabra de instrucción de 24-bit. El ADSP-21xx está también disponible como base licenciable para el uso en ASICs.

En fecha octubre de 1998, los miembros más rápidos de la familia funcionaban en 75 MIPS en 2,5 voltios, 52 MIPS en 3,3 voltios, y 40 MIPS en 5,0 voltios. Los de Analog Device han anunciado recientemente el lanzamiento de la serie de ADSP-219x, que ofrece velocidades proyectadas de hasta 300 MIPS, así como realces arquitectónicos. Los procesadores ADSP-21xx apuntan a los módem, al audio, multimedia de la PC, y los celulares digitales. La trayectoria de datos del ADSP-21xx consiste en tres unidades aritméticas separadas de la ejecución: una unidad de arithmetic/logic (ALU), un multiplier/accumulator (MAC), y un desplazador.

Cada unidad es capaz de la ejecución en un solo-ciclo, pero solamente una de estas unidades puede ser activa durante un solo ciclo de la instrucción. La ALU funciona con datos de 16-bit. Además de las operaciones generales de la ALU, la ALU proporciona increment/decrement, valor absoluto, y agregar funciones. Los resultados de la ALU se saturan sobre desbordamiento si el bit apropiado de la configuración es fijado por el programador.

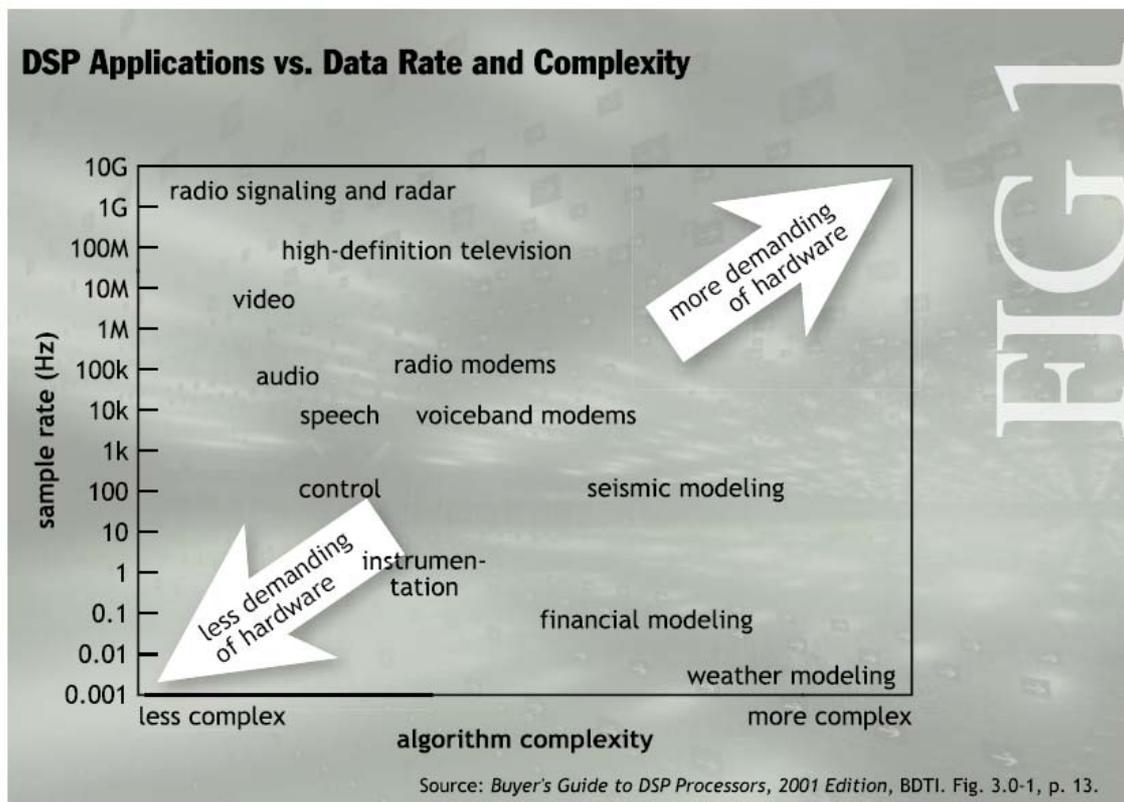
La unidad del MAC incluye un multiplicador de 16x16->32-bit, cuatro registros de entradas (dos para cada memoria, P.M. y DM), un registro de regeneración, una serpiente de 40-bit, y un solo register/accumulator de 40-bit de resultado que proporciona ocho bits de protección. Además posee un controlador DMA.

Investigación desarrollada por Marcos Villagra, sobre dispositivos que usan DSPs.

Dispositivos que Utilizan DSPs

Hace una década y media atrás el *procesamiento digital de señales* era más teoría que práctica. Los únicos sistemas capaces de hacer procesamiento de señales eran mainframes y supercomputadoras, inclusive gran parte del procesamiento no era hecho en tiempo real, sino off-line por lotes. Por ejemplo, datos sísmicos eran recolectados, guardados en una cinta magnética y luego llevados a un centro de cómputo, donde un mainframe procesaba la información durante horas o incluso días. El primer DSP en tiempo real práctico surgió a finales de los 70s. Grandes cantidades de estos chips eran necesarios para construir sistemas, y también considerable esfuerzo y costos. Los usos eran limitados a tecnología militar y espacial. La economía comenzó a cambiar a mediados de los 80s con el advenimiento de los single-chip MOS (Metal-Oxide Semiconductor) DSPs. Estos procesadores *monolíticos*, más baratos y fáciles de implementar implicaron que el procesamiento digital de señales puede realizarse a un bajo costo e integrado en un arreglo de otros productos.

Los últimos veinte años han demandado más requerimientos de los DSPs, véase la figura 1.



Según Will Strauss, presidente y analista principal de Forward Concepts, “Los cargamentos de DSPs estaban a un 24% en el 2003, y estamos prediciendo un poco más para el 2004, a un 25%. A largo plazo, 22.6% de tasa de crecimiento para el 2007”. Por lo tanto, la situación es esta: acelerar el rendimiento de los DSPs, correr los algoritmos a costos aceptables, y abrir un nuevo mercado.

Algunos dispositivos que hoy en día contienen uno o varios DSPs son:

- Teléfono celulares
- Máquinas de fax
- Reproductores de DVD y otros equipos de audio domésticos
- Unidades de disco de computadores

- Satélites
- El conmutador de la compañía de teléfonos local
- Radios digitales
- Impresoras de alta resolución
- Cámaras digitales

Dada la gran cantidad de aplicaciones y dispositivos disponibles en el mercado, se presentan a continuación un serie de productos comerciales de amplio uso en productos domésticos, como computadores, equipos de sonido, reproductores de DVD y otros. Estos ejemplos representan un gran mercado para los DSPs en la actualidad.

1. Creative Labs Sound Blaster X-Fi

La nueva generación de consolas y home theaters presentan una nueva competencia al entretenimiento digital en PCs. Con la línea X-Fi, Creative Labs espera dar una fuerte razón para seguir usando la PC para juegos, entretenimiento y producción de audio.



La tarjeta de sonido X-Fi utiliza una nueva arquitectura llamada Audio Ring, el cual Creative Labs indica como la siguiente generación en procesamiento de audio.

Tradicionalmente, el procesamiento de audio es un procedimiento serial, lo cual implica que cada señal debe pasar a través de una serie de procesos antes de la salida. Por supuesto, hay mejoras hechas a este método, pero aun así esta manera de procesar audio era ineficiente debido a que cada bit debe de pasar por cada paso sin importar que lo necesite o no.

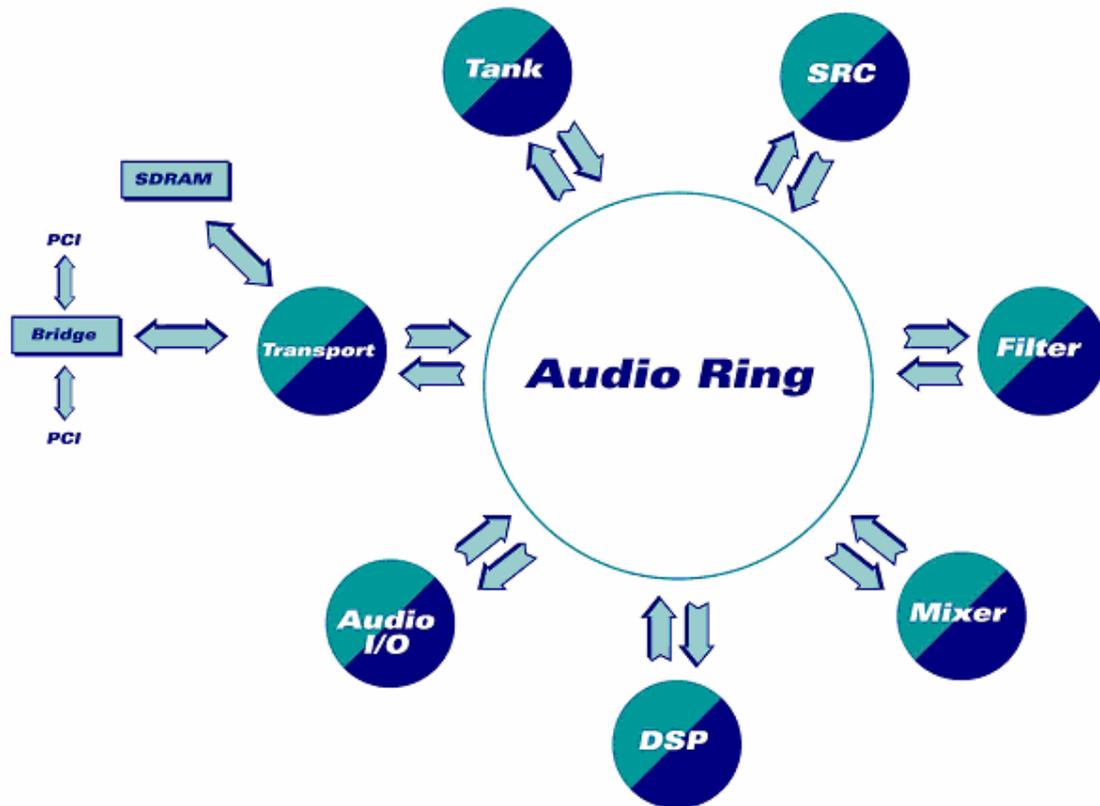
Typical Fixed Topology



Source: Creative Labs

Creative Labs diseñó una nueva y más eficiente manera de procesar audio llamada el Audio Ring. En lugar de seguir una secuencia como la mostrada arriba, utiliza un topología modular que permite el ruteo de señales mezcladas. Esto quiere decir que cada señal que pasa a través del procesador puede tomar cualquier ruta que sea necesaria para ese bit de información.

Así, operaciones complejas pueden realizarse más eficientemente evitando pasos innecesarios.



Source: Creative Labs

Cada parte del anillo es coordinada por el Mixer. Como la responsabilidad del Mixer es la de combinar información de audio al final para la salida, tiene sentido también que el Mixer sea responsable por dirigir todas las otras partes del proceso. El Mixer no es lo más importante en el Sound Blaster X-Fi

X-Fi Raw Data Path MIPs	
SRC	7310
Filter	200
Mixer	1210
Tank	440
DSP	1180
Total	10340

La tabla de arriba muestra los MIPs para cada parte del anillo. Como puede verse, el SRC es el mayor, seguido del Mixer y el DSP.

1.2. El SRC (Simple Rate Converter)

Muchos efectos de audio como el efector doppler, echo (reverb), chorus y el pitch son logrados a través de la conversión de tasa de muestreo (CTM). Por ejemplo, un efecto de coro es logrado cambiando la tasa de muestreo lentamente en tiempo real para dar la ilusión de muchas fuentes de audio, y el pitch es logrado aumentando o disminuyendo la tasa de muestreo. Tradicionalmente, la CTM ha sido un hueco para las CPUs, tanto que Microsoft dijo que “la conversión de la tasa de muestreo es uno de los más grandes problemas cuando se diseñan juegos”. Creative Labs espera cambiar esto a través de su SRC.



Teniendo a la CTM como un proceso dedicado y alimentado por un gran número de data paths, la capacidad de procesamiento aumenta la velocidad en que se realizan estas tareas. Creative Labs mostró un aumento en el rendimiento de un 300x comparado con su Audigy.

La consecuencia de tener un proceso fuerte de CTM es que la X-Fi puede tomar cualquier entrada que reciba y convertirla a una señal de 24-bit/96kHz instantáneamente. Creative Labs también ha usado su SRC para crear el 24-bit Crystalizer. Como no toda señal que pasa a través de la tarjeta de sonido es 24-bit/96kHz, los bits extras agregados por la conversión pueden llevar información extra.

1.3. El DSP

El DSP es el cerebro de la tarjeta y es responsable del procesamiento de la señales enviadas a través de la X-Fi a la salida (o entrada). Es capaz de realizar procesamiento usando cuatro hilos de hardware y dos SIMD bus de datos.

De forma separada, los dos SIMD buses son importantes pues son responsables de aplicar una instrucción a grandes cantidades de datos. Los cuatro hilos de hardware se refieren a que se pueden realizar hasta cuatro accesos a memoria por instrucción. Cuando estos son combinados la salida de los dos buses pueden juntarse con la salida de dos hilos, y luego esta salida usarse como entrada nuevamente a los buses SIMD a través de los dos hilos restantes, alimentándose a sí mismo sin causar ningún lag al sistema.

El DSP no es un DSP tradicional por definición. Un DSP es típicamente un procesador con un conjunto de instrucciones fijo, pero el diseño SIMD permite a la X-Fi ser más general en cuanto a sus usos, permitiendo ser programado por otros. Así, si un desarrollador de juegos quiere realizar un efecto no soportado por la tarjeta, puede programarlo para realizar tales operaciones a través del DSP.

2. DSP Z-9 Digital Home Theater Amplifier

El DSP Z-9 fue desarrollado para alcanzar 4 objetivos:

- Entregar la mejor calidad de sonido
- Entregar la mejor calidad de video
- Presentar el mejor realismo surround
- Ser el más fácil de usar

2.1. Calidad de Sonido

Utiliza el Digital Top-ART (Total Purity Audio Reproduction Technology), el cual maximiza la calidad de la circuitería digital y minimiza la circuitería analógica, manteniendo un diseño lógico uniforme para una óptima pureza de la señal. Incluye una variedad de sofisticada tecnología, comenzando con el convertidor digital-analógico Burr-Brown 192kHz/24-bit con compatibilidad DSD (Direct Stream Digital). El digital bass y el treble tone posee frecuencias de errores para los canales L/R y centrales. Ocho canales analógicos de entrada son procesados por un conversor 96kHz A/D para la mejor calidad.

2.2. Calidad de Video

El DSP-Z9 es el primero en ofrecer el procesamiento DCDi de Faroudja, el cual hace que las imágenes sean suaves y naturales, sin jaggies.



Faroudja DCDi processing
LSI (FLI 2310)



El Noise Shaped Video usa oversampling y técnicas avanzadas como el procesamiento multi-bit sigma-delta y bit-shuffling para mejorar el rendimiento de la conversión de la señal moviendo el ruido a una parte del espectro para que pueda ser removido por un filtro analógico.

2.3. High Definition CINEMA DSP

El DSP Z-9 tiene seis veces más capacidad de DSP que modelos anteriores, gracias al incremento de convertidores de 48kHz A/D a 96kHz/24-bit que pueden aceptar señales de 96kHz para un procesamiento y conversión directa.

Procesamiento de mayor densidad permite aproximadamente manejar anticipadamente el triple de datos, para un mejor sonido surround.

También emplea una conversión 192kHz/24-bit D/A, procesamiento por un DSP y el 32-bit Floating-Point Quantization System LSIs de Yamaha para una decodificación de alta precisión de los formatos Dolby Pro Logia IIx, Dolby Digital, DTS Digital Surround, DTS 96/24, DTS-ES Discrete 6.1, DTS-ES Matriz 6.1 y DTS Neo:6.

Tiene 55 programas surround con 79 variaciones, incluyendo Quad-Field CINEMA DSP para 6.1-Channel Digital Surround. SILENT CINEMA para surround en audífonos y Virtual CINEMA DSP para dos sistemas de audio.



CONCLUSIÓN

Estos dispositivos son muy útiles especialmente para los campos mencionados anteriormente, además tienen la opción de programarlos en lenguaje C (alto nivel) con una herramienta de software llamada CCS (Code Composer Studio), el cual ayuda al desarrollo de ciertas aplicaciones en tiempo real en un sistema operativo llamado DSPBIOS.

La familia de DSP TMS320C6000 es considerada como parte de una nueva tecnología que ayuda a la realización de distintos proyectos, ya sean estos complejos o no. El principal problema es que son un poco caros, además de ser una herramienta bastante delicada, por lo que uno debe estar seguro de lo que necesita y quiere hacer con este producto, pienso que una de las principales ventajas que presenta este tipo de dispositivo es la de programarlos con un lenguaje de alto nivel como el C, a parte de la familiaridad que tiene con cualquier sistema microprocesador, por eso la introducción a estos sistemas.

Cualquier consulta sobre el software de programación y el dispositivo en particular se puede visitar la página de Texas Instrument en www.ti.com



BIBLIOGRAFIA

- . **Procesadores Digitales de Señal de altas prestaciones de Texas Instrument.** Federico Barrero Garcia, Sergio Toral, Editorial Mc GRAW HILL 2005
- . **Texas Instruments (*TMS320C6000 TCP/IP Network Developer's Kit (NDK) User's Guide.* SPRU523. Abril 2001).**
- . **Texas Instruments (*TMS320C6000 Peripherals Reference Guide,* SPRU190D, Febrero 2001).**
- . Sitio web www.ti.com