

TARJETA DE PROCESAMIENTO DE AUDIO FULL-DUPLEX EN TIEMPO REAL

Mikel Martin Losa

Borja Etxebarria González

Susana Sánchez Alejos

Inmaculada Hernández Rioja

Electrónica y Telecom.

Electrónica y Telecom.

Electrónica y Telecom.

Electrónica y Telecom.

UPV/EHU

UPV/EHU

UPV/EHU

UPV/EHU

mikel@bips.bi.ehu.es

borja@bips.bi.ehu.es

susana@bips.bi.ehu.es

inma@bips.bi.ehu.es

RESUMEN

Este documento describe el diseño de un sistema de procesamiento de audio de bajo coste para PC basado en el DSP ADSP2181 de Analog Devices. Está orientado a usuarios no profesionales con necesidades de procesamiento en tiempo real.

El sistema, compuesto principalmente por una tarjeta ISA en la que reside el DSP, ha sido concebido siguiendo criterios de alta versatilidad, de forma que pueda diseñarse un gran número de interfaces de entrada/salida conectables a la tarjeta. Esta arquitectura modular permite que el sistema pueda emplearse para un gran espectro de aplicaciones.

1. INTRODUCCIÓN

Con el hardware de consumo disponible en la actualidad en el mundo PC, no resulta sencilla la implementación de un sistema de tratamiento de audio full-duplex en tiempo real. Las tarjetas de sonido más populares permiten operaciones de entrada y salida simultáneas pero carecen de funcionalidades de procesamiento de señal. El tratamiento de la información de audio debe, por tanto, correr a cargo de la CPU central del ordenador. Habitualmente, los algoritmos de análisis, síntesis, filtrado, etc. de señales de audio requieren una gran capacidad de proceso. Los PCs de última generación disponen de CPUs de gran capacidad pero no parece una solución adecuada utilizar un microprocesador de propósito general para realizar una tarea, como es el procesamiento de audio, para la que existen chips específicamente diseñados: los DSPs (Digital Signal Processors, Procesadores Digitales de Señal). El empleo de un DSP libera, además, el uso de la CPU del ordenador para otras tareas.

Este trabajo consiste en el diseño y fabricación de una tarjeta ISA de bajo coste para PC, basada en el DSP ADSP2181 de Analog Devices, que permitirá el tratamiento digital de señales de voz y audio en general sin necesitar grandes capacidades de cálculo por parte de la CPU del ordenador. Se trata de un DSP de coma fija y 16 bits, con memoria de programa de 24 bits y con una capacidad de proceso de 33MIPS.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

Dado el amplio espectro de aplicaciones potencialmente posibles, se ha optado por un diseño que pretende conseguir la máxima versatilidad. Por ello, el sistema está basado en una tarjeta ISA, en la que se encuentra el DSP con toda la circuitería necesaria para

su correcta alimentación, y el interfaz entre el bus ISA del PC y el puerto IDMA del DSP [1], implementado con una EPLD EPM7064SLC-44 de Altera [2]. Esta tarjeta provee al ordenador de la capacidad de cálculo y de una interfaz de comunicación con el DSP de forma que la carga de programas y la transferencia de datos sea lo más sencilla posible.

La tarjeta dispone de dos puertos serie a los que se pueden conectar hasta un máximo de 8 codecs (coder-decoders), lo que supone un total de 16 canales analógicos de E/S de audio. Dispone, además, de 5 líneas digitales para datos o señalización, que pueden emplearse como flags en algunas aplicaciones como la detección de portadora, detección de llamada telefónica entrante, etc. .

A los puertos serie y líneas digitales se puede conectar una gran cantidad de circuitos que hagan de interfaz entre el mundo exterior y el DSP. Con esta arquitectura, el sistema puede cambiar totalmente su funcionalidad sin más que sustituir el circuito de comunicación con el exterior. Así, pueden realizarse sistemas como un procesador de sonido al estilo del empleado en los equipos Hi-Fi, un mezclador de hasta 16 canales, o un analizador de espectro, empleando la potencia de cálculo del DSP para realizar FFTs y la capacidad gráfica del ordenador para representar respuestas frecuenciales.

3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

La estructura funcional del sistema se puede dividir en los tres bloques siguientes (figura 1):

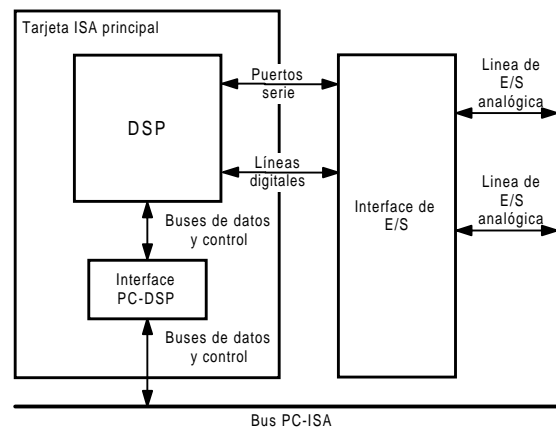


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema

3.1. Interfaz PC-DSP

Se encarga de adaptar los protocolos empleados en el bus ISA del PC [3] y el IDMA del ADSP2181 [1]. La figura 2 muestra el diagrama de esta interfaz. La dirección de E/S y la IRQ mediante las cuales el sistema operativo del PC puede comunicarse con la tarjeta son seleccionables mediante una serie de microinterruptores.

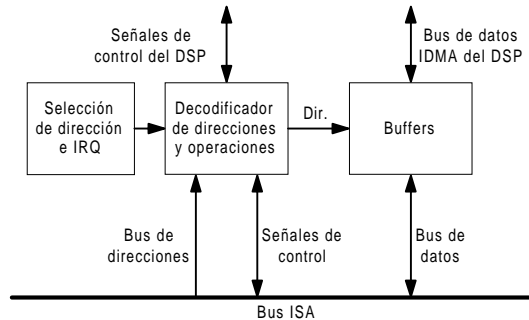


Figura 2. Diagrama funcional de la interfaz ISA-IDMA

El decodificador de direcciones y operaciones está implementado mediante una EPLD. El empleo de un dispositivo lógico programable de este tipo, permite una sencilla actualización en caso de necesidad. Su principal funcionalidad es comparar la dirección de E/S activa en el bus ISA con la seleccionada mediante los microinterruptores. Si estas direcciones coinciden, se analizan las señales de lectura y escritura del bus y se traducen en las correspondientes órdenes de operación sobre la memoria del DSP.

La transferencia bidireccional de los datos se realiza gracias a la existencia de buffers triestado, cuya dirección de transferencia es controlada también por la EPLD.

3.2. ADSP2181

Integrado por el DSP y su circuitería asociada, este bloque es el corazón del sistema. Se encarga de la realización de operaciones de suma y multiplicación en un solo ciclo de reloj, lo que permite obtener rendimientos de 33 MIPS (millones de instrucciones por segundo). Dispone de una memoria interna, en la que se almacenan los programas a ejecutar y los datos a procesar o aquellos que, ya procesados, están listos para ser devueltos al PC o algún interface de E/S.

En esta implementación, se emplea una característica del DSP que permite el arranque del mismo mediante la carga de un programa desde el PC a través del puerto IDMA. El procedimiento consiste en la escritura del programa y los datos necesarios para su ejecución en la memoria del DSP, exceptuando la operación correspondiente a la posición 00h de la memoria de programa, ya que la escritura de la misma es la operación que desencadena el inicio de la ejecución. El programa y los datos deberán estar por tanto cargados antes de escribir en esta posición.

El acceso a la memoria interna del DSP se realiza utilizando procedimientos de DMA, robando ciclos de reloj a la ejecución del programa, y sin interferir en la misma.

4. API (Application Programming Interface)

Está constituida por una serie de funciones encargadas de facilitar la programación de aplicaciones que utilicen el sistema. Estas funciones pueden dividirse en varios grupos: lectura de la memoria del DSP, escritura en la memoria del DSP, control de la ejecución en el DSP, carga de programas en el DSP y control de interrupciones. En la tabla 1 puede observarse un resumen de las funciones incluidas en la librería, clasificadas por categorías o áreas funcionales. Muchas de las funciones son polimórficas, lo que quiere decir que tienen varias declaraciones y definiciones, diferenciadas por el número y tipo de parámetros que pueden recibir.

| Categoría | Nombre de la función |
|---------------------------------|----------------------|
| Lectura de la memoria del DSP | PMRead |
| | DMRead |
| | PMReadBlock |
| | DMReadBlock |
| | PMCompare |
| | DMCompare |
| | PMCompareBlock |
| | DMCompareBlock |
| Escritura en la memoria del DSP | PMWrite |
| | DMWrite |
| | PMWriteBlock |
| | DMWriteBlock |
| | PMWriteVerify |
| | DMWriteVerify |
| | PMWriteVerifyBlock |
| | DMWriteVerifyBlock |
| Control de la ejecución | PlasterRST |
| | PlasterRestart |
| | PlasterIRQ |
| Carga de programas | PlasterLoad |
| Control de interrupciones | InstallIRQHandler |
| | RestoreIRQHandler |

Tabla 1. Funciones de la API.

5. CONCLUSIONES

El hardware diseñado pone a disposición del usuario un sistema de procesamiento de señales de audio en tiempo real de bajo coste, ideal para aplicaciones semi-profesionales. La sencillez de carga de programas y datos desde el PC, utilizando el bus ISA, así como la posibilidad de diseño de diversos interfaces de entrada/salida, dotan al sistema de una gran versatilidad y facilidad de uso que lo harán adecuado para gran cantidad de aplicaciones.

6. REFERENCIAS

- [1] Analog Devices Inc. "ADSP-2100 Family User's Manual", Analog Devices Inc, 1995.
- [2] Altera Corporation, "Altera MAX7000 Family Products." <http://www.altera.com/products/devices/max7k/m7k-index.html>.
- [3] AMPRO Computers Incorporated, "ISA Bus Timing Diagrams.", <http://www.ampro.com/forum/wpapers/ISAtiming.pdf>