

# Capítulo 3 Interfase Inbound.

---

## 3.1 Introducción.

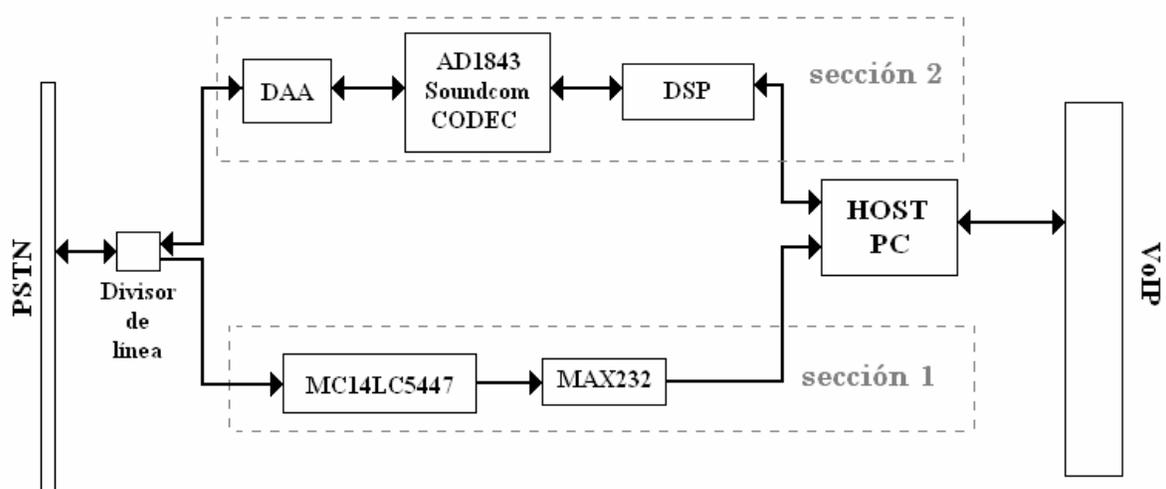
En los dos capítulos anteriores se describieron la red de telefonía convencional PSTN y la nueva red VoIP. Se explicó que la nueva red de telefonía pretende unificar las redes de datos y voz, sin embargo en la actualidad se sigue utilizando fuertemente la red PSTN para realizar llamadas sobretodo locales. Si bien esta red de telefonía ofrece buenos planes tarifarios, su teconología e infraestructura aún no están en las condiciones óptimas para ofrecer un servicio amplio de telefonía sobre IP.

Así mismo se explicaron los conceptos de SoftSwitch y Gatekeeper que son controlados por el MGC. Así también, se habló sobre los FXO y FXS que son Interfases de salida a las llamadas hacia la PSTN. Esto une a los usuarios de VoIP con los de telefonía convencional, sin embargo debe existir también la forma de que un usuario de la PSTN pueda llamar directamente a otro usuario de VoIP sin necesidad de comprar periféricos que le permitan conectarse a la red IP.

Una solución sería agregar algunos dígitos al número telefónico IP y realizar modificaciones a todos los conmutadores de la PSTN para que reconocieran estos tres dígitos como un número que debe ser conmutado hacia VoIP, como actualmente se realiza con la telefonía celular: Si un cliente de la PSTN quiere llamar a un teléfono celular, debe agregar 044 antes de digitar el DID del teléfono celular. Sin embargo, esta solución sólo beneficiaría a las compañías de la red pública y el precio de una llamada hacia algún teléfono IP sería elevado, sin mencionar el costo por las actualizaciones en los conmutadores.

Otra solución sería contratar una línea IP y una línea de la red convencional. La ventaja es que con una se pueden hacer llamadas locales y con la otra llamadas de larga distancia a buen precio. Pero, para qué pagar dos líneas cuando se puede pagar solamente una.

De esta problemática surge la propuesta de crear una interfaz, que permita a un usuario de VoIP tener un DID local de la red PSTN. De esta forma, cualquier cliente puede realizar una llamada local hacia un usuario de VoIP. Esta llamada se propaga por la red convencional hasta llegar al *gateway* que continúa la comunicación a través de la red de voz sobre IP. El usuario que genera la llamada no sospecha de esta operación pues para él será el costo de una llamada local común. A este *gateway* se le conoce como Interfase *Inbound*. Esta Interfase no existía en México sino hasta febrero del 2005 que la empresa VoxIP lanzó sus servicios en México. La Figura 3.1 muestra el prototipo en bloques de lo que sería la Interfase. Esta Interfase pretende utilizar un número mínimo de recursos para la ejecución del servicio de enlace entre las dos redes.



**Figura 3.1 Esquema a bloques de la Interfase Inbound.**

El proceso comienza insertando la señal de la red PSTN en un simple divisor que permitirá mandarla hacia dos secciones de la Interfase. La primera sección es unidireccional y extrae información sobre los usuarios y señalización, misma que se enviará a la PC para agregarla a una base de datos y tanto el cliente como el administrador hagan uso de ella. Por su parte, la sección dos realiza el proceso de conversión de la voz analógico-digital y digital-análogo; su salida se conecta a la PC con el objetivo de proporcionar la transferencia de voz de forma bidireccional.

Dentro de la PC, la voz digitalizada es distribuida en paquetes UDP y se transmite por la red VoIP. De modo inverso, la PC recibe paquetes UDP en los cuales viene la voz digitalizada y la lleva a la sección dos. Se entiende que la comunicación debe ser bidireccional (full duplex), es decir, ambas personas deben poder hablar y escuchar simultáneamente.

En los siguientes apartados se describe con mayor detalle cada uno de los bloques que integran la interfase Inbound, cuando se cumplen las siguientes condiciones: la llamada es originada por la PSTN, la comunicación debe ser bidireccional, en tiempo real y de la misma o mejor calidad, esto quiere decir, sin eco, sin ruido y sin palabras ni frases cortadas, y finalmente, cualquiera de las dos partes puede finalizar la conversación colgando su teléfono.

### **3.2 Descripción de la sección 1.**

La función principal de la sección 1 es obtener información importante como el número de teléfono de la persona que llama, el número de la persona a la que se está llamando y el tiempo que dura la conexión de la llamada, para después enviar esta información hacia la PC a través del puerto serial. El uso de esta información es para propósitos de tarificación, relacionar el número telefónico de la persona a la que se está llamando con su SIP URI y establecer la comunicación.

Esta parte del circuito recibe la señal de la línea telefónica, y la envía al MC14LC5447 el cual es un dispositivo que se usa mucho en aplicaciones como contestadoras automáticas, identificadores de llamadas y otros periféricos del aparato telefónico. Luego, los datos son enviados al MAX232 para acoplar la señal al puerto serial de la PC.

### 3.2.1 MC14LC5447.

El usuario de la red PSTN cuenta con un DID o número telefónico de siete dígitos, el cual lo identifica dentro de esa red. Un usuario de la red VoIP cuenta con otro DID que lo identifica dentro de su red. El cliente de VoIP recibe además un DID de la red PSTN para poder participar en esa red como un número local más. El MC14LC5447 en esta interfase, es útil para el reconocimiento de los números telefónicos (DID) de ambos usuarios. Este dispositivo también envía la señalización de control para calcular la duración de la llamada.

El MC14LC5447 es un circuito integrado de tecnología HCMOS diseñado para demodular el estándar Bell 202 y V.23 de 1200 baudios de datos asíncronos FSK. La aplicación principal de este dispositivo se encuentra en productos que deseen recibir y desplegar el número de identificación de llamadas. El dispositivo contiene un circuito detector de portadora y un detector de ringing, el cual puede ser utilizado para energizar el aparato [11].

El MC14LC5447 proporciona las siguientes funciones:

- ✓ Detector de ring.
- ✓ Salida del detector de ring para interrumpir una unidad de control.
- ✓ Modo de bajo consumo, menos de un microamper.
- ✓ Alimentación de poder: +3.5 a +6 volts.

- ✓ Terminal selectora de frecuencias de reloj: 3.68 MHz, 3.58 MHz ó 455 KHz.
- ✓ Dos etapas para el control de encendido.
- ✓ Demodulación Bell 202 y V.23

El protocolo Bell 202 se puede describir de la siguiente manera:

- ✓ Análogo, fase coherente, FSK.
- ✓ 1 lógico (marca) = 1200 +/- 12 Hz.
- ✓ 0 lógico (espacio) = 2200 +/- 22 Hz.
- ✓ Velocidad de Transmisión = 1200 bps.
- ✓ Tipo de información = datos seriales, binarios y asíncronos.

Los niveles de transmisión de la terminal deben ser de  $-13.5 \text{ dBm} \pm 1.0$ . Se espera que el peor caso de atenuación a través del lazo sea de  $-20 \text{ dBm}$ . Por lo cual el receptor, debe tener una sensibilidad de  $-34.5 \text{ dBm}$  para manejar el peor caso [12].

Este circuito tiene una circuitería que protege la entrada contra daños por altos voltajes estáticos o campos electromagnéticos. El diagrama a bloques de este dispositivo se muestra en la Figura 3.2.





### **3.3 Descripción de la sección 2.**

La sección 2 cubre una función muy importante en la Interfase pues debe realizar la conversión de la voz de forma analógica a digital y viceversa. Esto debe realizarlo en tiempo real y simultáneamente para que ambas personas puedan mantener una comunicación como si estuvieran uno frente al otro.

En esta sección se encuentran tres etapas del procesamiento digital de señal. Primero ocurre el proceso de modulación por medio del DAA. Éste manda la señal al AD1843 el cual codifica la señal modulada según las especificaciones del sistema de voz sobre IP. Después la señal es enviada a un DSP (Digital Signal Processor), éste realiza dos funciones, la primera es la de gestión del *Codec* enviándole señales de control sobre la tasa de muestreo y cuantificación. La segunda función es transmitir la salida hacia el puerto paralelo de la PC. Como ya se ha dicho, este procedimiento deber realizarse de manea inversa y simultáneamente. Por lo tanto, también ejecuta la rutina inversa por medio de otro canal acoplando de esta forma los dos canales (el de ida y el de regreso), con el propósito de transmitirlos por la PSTN.

#### **3.3.1 DAA Módem.**

Este dispositivo normalmente se conectaba, en viejos sistemas de cómputo, a la tarjeta madre para las funciones de modulación y demodulación. Ésta será su función principal, la de modular y demodular la señal de la PSTN. Hoy en día existe la AMR

(audio/modem reiser) entre otras tarjetas que contienen un microprocesador donde codifican y procesan la señal para así disminuir la carga de operaciones sobre la tarjeta madre. También contienen *drivers* y controladores que realizan las tareas de procesamiento del estándar Dial-UP y Fax *MÓDEM*. Estos nuevos dispositivos no funcionarían bien pues habría que reprogramar sus drivers para modificar los estándares de procesamiento de la señal.

El DAA (Direct Access Arrangement) cuenta con una entrada RJ-11 con la cual se conecta a la línea del abonado. Dentro existen elementos necesarios para acoplar la señal. Mediante un circuito híbrido se divide de dos a cuatro hilos para después con los drivers PCT303X modular y demodular la señal correspondiente y conectarse al codificador.

### **3.3.2 AD1843 Soundcom *CODEC*.**

Este *Codec* (Codificador/Decodificador) permite procesar la señal de voz y realizar su conversión de acuerdo a las normas para VoIP. Tiene la facilidad de contener dos canales para convertir de análogo a digital en uno y digital a análogo en otro.

El Puerto Serial del AD1843 SoundComm *Codec* integra las funciones claves de control y conversión de información de la PSTN y audio dentro de un simple circuito integrado. Por otro lado también provee soluciones para aplicaciones multimedia. La Figura

3.4 muestra todas las posibles opciones para configuración con diferentes fuentes de sonido.

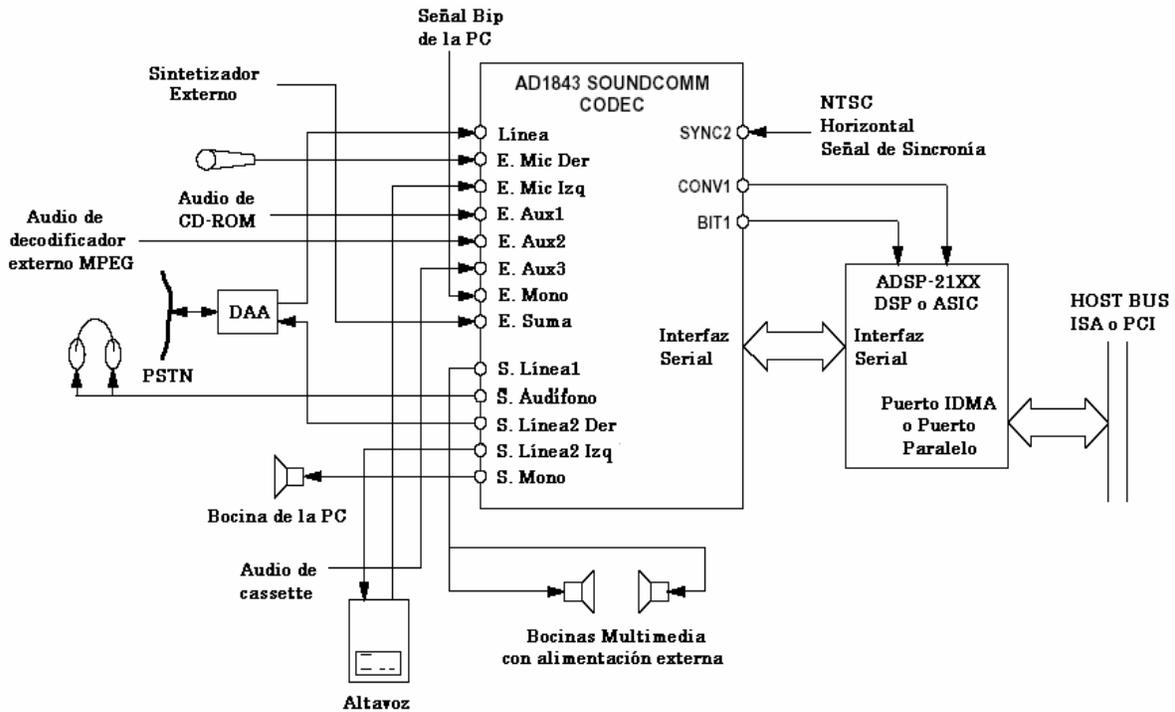


Figura 3.4 Configuraciones del AD1843 [13].

El AD1843 es una completa Interfase de entradas analógicas para grandes aplicaciones basadas en el procesamiento digital de la señal para telefonía y audio. Este dispositivo integra los requerimientos de señales de entrada y salida analógicas para muchas aplicaciones, de ese modo reduce: tamaño, consumo de potencia y complejidad del sistema. Tiene la capacidad de soportar cuatro diferentes tasas de muestreo simultáneamente, lo cual resulta esencial para la alta eficiencia en productos audio/modem/fax visto que las tasas de muestreo asociadas al audio son muy distintas de las tasas de muestreo asociadas con telefonía.

Los elementos principales del AD1843 son su sección de entrada y mezclado, dos canales de conversión análogo-digital sigma-delta, cuatro canales de conversión digital-análogo sigma-delta, sus filtros digitales, y circuitería de reloj y control para implementar sus diferentes modalidades. El AD1843 permite una selección flexible de muestreos a través de su programación y sincronización externas, múltiples opciones de entradas y salidas, y múltiples opciones de mezclado.

El AD1843 realizará todas las conversiones de datos, filtrado y generación de ciclos de reloj necesarios para la cancelación del eco con la ayuda de un DSP.

Sobre la entrada analógica entra a una etapa PGA (amplificador de ganancia programable), esto permite seleccionar una ganancia para cada canal (izquierdo y derecho) en un rango de 0 a 22.5 dB en pasos de 1.5 dB. El *Codec* puede operar tanto en modo estereofónico como monofónico, en el caso de la señal proveniente del DAA el *Codec* operará en modo monofónico. El convertidor Análogo-Digital incorpora un modulador de cuarto orden, también incluye un filtro digital de fase linear que funciona como pasa-bajas. El AD1843 opera con 5 volts analógico ( $V_{CC}$ ) y digital ( $V_{DD}$ ). La gran ventaja del AD1843 es que no requiere de componentes externos.

La salida del ADC puede ser de cuatro maneras distintas: PCM de 16 bits por complemento a dos, 8 bits Ley-a y 8 bits Ley- $\mu$ . Estas funciones se especifican activando los bits de los registros de control. Con la codificación de Ley- $\mu$  se puede alcanzar hasta 62 dB de rango dinámico. La Figura 3.5 muestra los métodos de expansión y compresión de

las dos leyes de codificación enunciadas en el capítulo anterior. La diferencia entre es que la Ley-a usa 1 bit más que la Ley- $\mu$  tanto en la expansión como en la compresión.

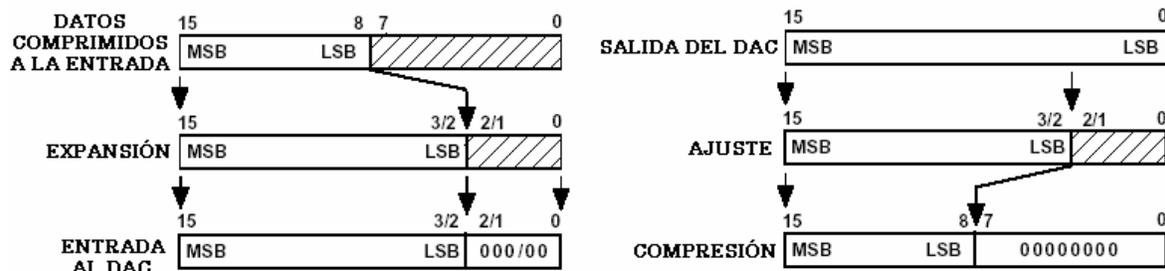


Figura 3.5 Expansión y compresión para las Leyes a y  $\mu$  [13].

Las entradas al convertidor digital-análogo son precedidas por un atenuador programable y un filtro digital pasa-bajas de interpolación. Las salidas del DAC son filtradas en el dominio analógico por una combinación de capacitores conmutados y filtros de tiempo continuo. Éstos remueven las componentes de altas frecuencias.

### 3.3.3 DSP.

El procesado digital de la señal actualmente es una de las áreas más explotadas debido a su gran importancia en la optimización de la transmisión de señales, facilidad de filtrado para eliminar el ruido, reconstrucción de señales analógicas, entre otras funciones. Existe una gama de dispositivos aptos según el objetivo. En esta Interfase se necesita un DSP para ser programado y sincronizado con el *Codec*, para que pueda recibir datos en

forma serial de éste y luego los introduzca sobre el bus PCI, ISA o bien sobre el puerto serial de la PC.

El DSP debe programarse para que controle los ciclos de reloj del AD1843. Esta clase de DSP's son capaces de realizar hasta seis operaciones simultáneas. El ADSP-2192M es uno de los más comunes que se encuentran en el mercado. Más especificaciones sobre este DSP es posible encontrarlas en [14].

### **3.4 Convergencia en el HOST PC.**

En los capítulos anteriores se han descrito las características que debe tener esta Interfase. La PC tiene habilitados puertos seriales y paralelos a donde convergen nuestras dos señales. La información que viene de la sección 1 será utilizada por un software que maneja bases de datos como lo es Visual Basic o MySQL. Visual Basic es muy útil para este caso porque se puede habilitar el puerto serial para la recepción de datos y manejar el software de manera amigable con los puertos de la PC. Sin embargo, su escalabilidad es muy difícil, esto quiere decir, que si esta Interfase se modificara para recibir datos no de la línea de abonado, sino de una troncal, entonces Visual Basic resultaría difícil de manipular. MySQL en cambio, ha demostrado ser uno de los software en manejar bases de datos de manera profesional y además permite la escalabilidad de esta Interfase.

Los datos que vienen de la sección 1 son agregados a una base de datos donde se almacena información importante de la llamada como: duración de la llamada, número de la persona que llama, número de la persona a la que se está llamando, identificador o SIP URI de la persona a la que se va a llamar, datos necesarios para la tarificación, entre otros. Con MySQL se pueden generar varias tablas con estos datos y mandarlas a llamar bajo cualquier plataforma de programación: C++, Java, Unix, html, etc.

SIP es un protocolo cuyos mensajes son muy parecidos a los del código html. Utiliza *servlets* como aplicaciones para manipular y administrar bases de datos. Un SIP *servlet* es una aplicación en Java que corre en servidores web u otros servidores a nivel aplicación. La ventaja de que sea Java radica en que los mensajes SIP son ejecutados y procesados en una clase que corre en JVM (Java Virtual Machine) dentro del servidor.

Una de las ventajas de este sistema es que se puede acceder a él por vía remota. Hay dos formas de acceder a él: como cliente y como administrador del servicio. Como administrador uno se encarga de controlar las tablas de datos, monitorear el funcionamiento del MGC, descargar o actualizar los planes de tarificación, etc. Como cliente se tiene la facilidad de acceder a una página web donde puede configurar el teléfono IP desde cualquier parte del mundo en la que se encuentre. El número permanece fijo, para llamadas entre teléfonos IP, y mejor aún, la persona que llame desde la PSTN dentro de la ciudad al DID local asignado al cliente de VoIP seguirá teniendo una comunicación transparente con el costo de una llamada local.

El software a utilizar para la función de manejo vía remota es TomCat. Éste es un sistema en Java con licencia de Apache Software [15]. Ofrece seguridad por sus algoritmos de encriptación, gestión en el control del comportamiento de la red para sus aplicaciones web, entre otros. Con la ayuda de TomCat se pueden realizar Interfases para que el cliente tenga acceso a una página web donde él pueda configurar sus datos personales, verificar saldos, cambiar su dirección IP y sus preferencias del teléfono IP, entre otros servicios, todo esto vía remota.

La ventaja de estos dos sistemas es que ambos trabajan en ambiente Java, lo que permite, además de adaptar el sistema perfectamente con los requisitos del protocolo SIP, utilizar el sistema de clases Java para una mejor distribución del algoritmo, mejor manipulación e identificar más fácilmente los errores durante su programación.

MySQL trabaja con conectores, se requiere de un conector para habilitar la adquisición por el puerto serial y otra para la transferencia de la base de datos en Java. TomCat se encarga de la programación de Interfases gracias a su buen manejo e interacción con los lenguajes de aplicaciones web (html, php, etc.) que también son similares a los mensajes del protocolo SIP.

Con la ayuda de estas herramientas se empaqueta la voz en paquetes RTP/UDP. Se habilitan los puertos de entrada y salida con la ejecución de Sockets para la transmisión sobre la red IP. En [16] se detalla más sobre cómo se inician y cierran los sockets. De esta manera los paquetes viajan por la red IP y el usuario, según la configuración de su teléfono IP, recibirá la llamada. A través de la señalización y de la Interfase se establecerá una

comunicación full dúplex entre el usuario de la telefonía convencional con el cliente de la telefonía IP.

## **Resumen.**

La Interfase *Inbound* recibe la señal de la línea de abonado, adquiere de ésta los números telefónicos de ambos clientes y realiza la conversión de la voz digital-análogo y análogo-digital. Los datos (números y voz) van hacia una PC donde los primeros son administrados para propósitos de control y la voz es empaquetada en UDP para después ser enviada por la red IP.

Los dispositivos utilizados no requieren de muchos periféricos como filtros o relojes externos puesto que ya vienen incluidos dentro de los circuitos integrados. Los software utilizados requieren de licencias para su uso. Esta Interfase está basada en teorías y describe las funciones necesarias que deben existir en un sistema de esta particularidad.