

Proyecto 1

Marcación DTMF

Fecha de asignación: 23 de octubre, 2022
Grupos: 2 ó 3 personas

Fecha de entrega: 6 de noviembre, 2022
Enlace a la asignación: [GitHub Classroom](#)

1. Objetivo general

Al finalizar el proyecto, el estudiante habrá aplicado los conocimientos obtenidos en lecciones del curso para implementar un sistema controlado por marcación basado en códigos DTMF.

2. Objetivos específicos

1. Utilizar programación como método de implementación de sistemas digitales.
2. Enfrentar los problemas típicos de implementación de algoritmos PDS en sistemas reales.
3. Investigar temas no tratados en clase para demostrar capacidad de integración de conocimientos.

3. Descripción

Se plantea diseñar e implementar un sistema que posea 2 estaciones interconectadas: un cliente y un servidor. Cada una de ellas debe estar equipada con un transmisor y un receptor de audio. El servidor deberá proveer un menú interactivo que el cliente podrá controlar mediante marcación de códigos DTMF.

DTMF es un sistema desarrollado por Bell Systems en 1950 que consiste en la utilización de pares de tonos con frecuencias específicas como mecanismo de señalización entre dos sistemas. Uno de los sistemas genera y transmite el par, mientras que el otro recibe y decodifica los mismos. Los pares de tonos se estandarizaron y asignaron a un teclado alfanumérico tal y como se muestra en la Figura 1. Por ejemplo, al presionar la tecla 5 se generan el par de tonos con frecuencias $1336Hz$ y $770Hz$ respectivamente.

Para el cliente se requiere implementar un generador de códigos DTMF y algún mecanismo que le permita al usuario ingresar el código DTMF por transmitir. Este mecanismo puede ser un sistema sencillo basado en la terminal, o algo más elaborado como una interfaz de usuario.

Por otro lado, el servidor requiere implementar un detector de tonos DTMF. Este sistema deberá estar basado en el algoritmo de Goertzel. Es posible utilizar la FFT pero únicamente

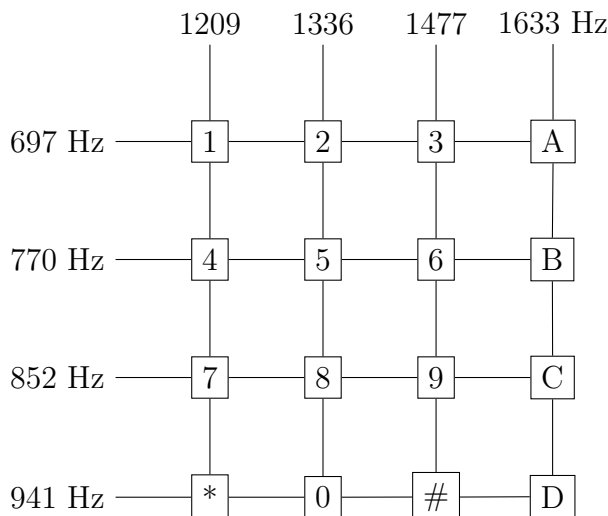


Figura 1: Matriz de teclado telefónico

como mecanismo de comprobación. La implementación del sistema deberá utilizar el algoritmo de Goertzel.

Las estaciones del sistema pueden ser escogidas a conveniencia. Típicamente serán dos computadoras haciendo uso del micrófono y los altavoces de las mismo. Es posible, sin embargo, implementar la totalidad del sistema en dos procesos independientes ejecutándose simultáneamente en la misma computadora. Los detalles de implementación se dejan a escogencia, el único requerimiento es que el cliente y el servidor no pueden ser implementados en el mismo proceso.

3.1. Descripción del Menú Interactivo

El servidor implementará un menú interactivo que simule un buzón de voz. El procedimiento está descrito por el diagrama de flujo de la Figura 2.

Las diferentes etapas se describen a continuación:

- **Espera:** La implementación de esta etapa se deja libre. Consiste de una prevista en la cuál el servidor espera a que el cliente se conecte. Una implementación trivial podría ser por la espera de cualquier par de tonos.
- **Introducción:** Consiste en la lectura de un mensaje de bienvenida y la solicitud de la contraseña al cliente.
- **Contraseña:** El servidor escucha y detecta la contraseña emitida por el cliente.
- **Bloqueo:** Lectura de un mensaje indicando que la contraseña fue ingresada incorrectamente y solicitando nuevamente su ingreso.

- **Opciones:** Lectura de un mensaje con las opciones. Las mismas son:
 1. Lectura de mensajes
 2. Cambio de contraseña
- **Opción:** El servidor escucha y detecta la opción emitida por el cliente.
- **Leer Mensajes:** Lectura de un mensaje donde se notifica al cliente que no hay nuevos mensajes.
- **Instrucciones:** Lectura de un mensaje donde se leen notifican las instrucciones para el cambio de contraseña actual.
- **Nueva:** El servidor escucha y detecta la nueva contraseña ingresada por el usuario.
- **Leer Mensajes:** Lectura de un mensaje donde se confirma la nueva contraseña. El mensaje **debe** de leer la contraseña dígito por dígito.

La implementación específica del sistema puede variar para agregar más detalles y funcionalidad. La estructura mínima, sin embargo, debe respetar el diagrama de la Figura 2.

4. Requisitos del sistema

Implemente una arquitectura modular, cuyos bloques funcionales cumplan con los requerimientos citados a continuación.

- **Menú Interactivo**
 - Las estaciones se comunican mediante audio únicamente (no utilizan mecanismos de comunicación inter-proceso como *pipes* o archivos ni otros protocolos de comunicación como *USB* o *UART*).
 - La contraseña se compone de cuatro dígitos numéricos.
 - En las etapas de *Reproducción de Mensaje* el sistema reproduce audios pre-grabados.
 - Durante el mensaje de confirmación de cambio de contraseña el sistema debe reproducir los dígitos de la nueva contraseña.
- **Generador de códigos DTMF**
 - Capacidad de generar un código de 2 frecuencias (DTMF) según la Figura 1.
 - Duración del código DTMF ajustable.
 - Implementación de enventanado para encender/apagar tonos.

■ Detector de códigos DTMF

- Implementar un umbral de detección.
- Detectar y prevenir ambigüedades (combinaciones de tonos que puedan resultar más de un tono).
- Ajustar parámetros de funcionamiento para permitir detección exitosa a través de la interfaz de comunicación entre estaciones.

■ Programación

- Absolutamente todo el código fuente necesario para la construcción del sistema.
- Un *README* documentando las dependencias y el procedimiento necesario para construir el sistema.
- Instrucciones de cómo ejecutar el sistema y reproducir los resultados presentados en el artículo científico.

5. Entregables

1. Un video corto mostrando el proceso de construcción y ejecución exitosa del sistema.
2. Informe en formato .PDF y con estructura de artículo científico IEEE Transactions de no más de 4 páginas que en su discusión incluya:
 - a) Caracterización del sistema en términos de (como mínimo):
 - 1) Distorsión armónica total (THD) en el generador de tonos sinusoidales.
 - 2) Tiempo de respuesta del detector de tonos DTMF.
 - 3) Desempeño del detector de tonos DTMF.
 - b) Justificación del diseño escogido para cada bloque funcional (bloques de alto nivel).
 - c) Descripción de la arquitectura de software seleccionada.
 - d) Validación del desempeño de cada bloque funcional por separado.
 - e) Listado de mayores inconvenientes o retos de diseño.
 - f) Listado de restricciones intrínsecas en el uso del sistema.
 - g) Conclusiones sobre el esquema de marcación DTMF y sobre la implementación de PDS en sistemas reales.
3. Código fuente en el repositorio generado para la asignación.

Las secciones del artículo del científico deben coincidir con aquellas del formato IEEE Transactions y no con los puntos mencionados anteriormente. Éstos son únicamente ideas que deben estar detalladas en la sección que se considere pertinente.

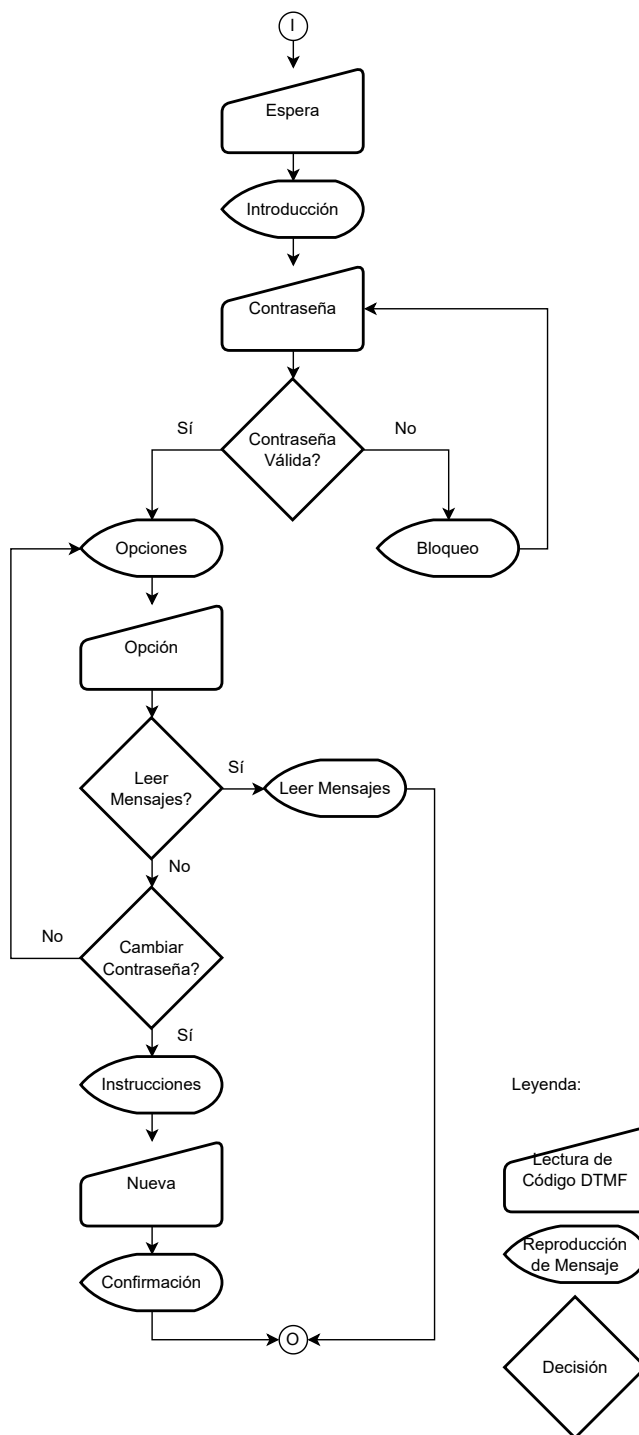


Figura 2: Diagrama de flujo del menú a implementar por el servidor