
Proyecto: Sistema Telefónico DTMF (30%)

Objetivo General:

Diseñar e implementar un sistema de procesamiento digital de señales en donde se logre el funcionamiento de un sistema telefónico utilizando el método de marcación por tonos DTMF.

Objetivos Específicos:

1. Utilizar programación en C++ como método de implementación de sistemas de procesamiento digital de señales.
2. Enfrentar los problemas típicos de diseño e implementación de sistemas con procesamiento de señales en tiempo discreto.
3. Investigar temas no tratado en clase para demostrar la capacidad de integración de conocimientos de ingeniería.

Instrucciones:

Se tendrá en cuenta los grupos de trabajo ya conformados en el curso y la herramienta de programación Qt Creator en un ambiente de GNU/Linux. Para el desarrollo de este trabajo deberán utilizar como base los proyectos en Qt de “MediaPlayer” y “MediaPlayer_v1” que se han compartido en la sección de Documentos del TEC Digital.

La meta final es diseñar e implementar un sistema telefónico con marcación por tonos. El sistema de marcación por tonos o DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency) codifica por medio de tonos los números del 0 al 9 y otros elementos como: *, #, A, B, C y D. La Figura 1 muestra un teclado matricial utilizado para la marcación por tonos.



Figura. 1. Teclado matricial de marcado por tonos DTMF [1]

Los equipos de marcación por tonos codifican cada elemento de la matriz con una señal en tiempo continuo que se conforma de dos tonos que se suman con frecuencias de acuerdo con la siguiente tabla de codificación:

Tabla 1. Frecuencias DTMF

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

En la Figura 2 se observa la señal que se utiliza para representar el dígito 1 según la tabla anterior:

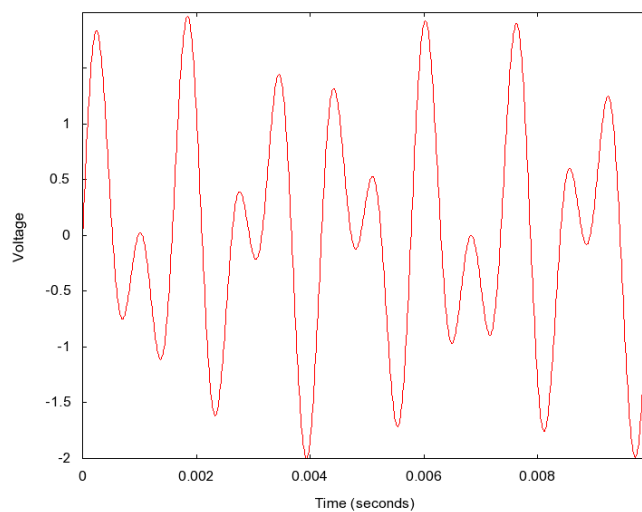


Figura. 2. Señal codificada en frecuencia para representar el dígito 1 [1]

La solución para presentar por cada grupo de trabajo deberá funcionar según los siguientes requerimientos:

1. La codificación de cada dígito por medio de la señal compuesta por la suma de dos tonos según la Tabla 1 debe tener una duración de 40 ms.
2. Entre cada dígito en una secuencia de marcación deben existir 40 ms de separación, en los cuales se interpretarán como una pasa o nulo en la señal.
3. Las amplitudes de los dos tonos que conforman un dígito, el del grupo de baja y el de alta frecuencia (filas y columnas) deberán ser iguales.
4. Un número telefónico se conformará por una secuencia de 8 dígitos.
5. Las tramas enviadas al llamar de un teléfono a otro estarán conformadas por la siguiente secuencia: la tecla numeral seguida de 8 dígitos del 0 al 9 y concluirán con el *.
6. Todos los teléfonos estarán en contacto entre sí de forma inalámbrica, utilizando el aire como canal de comunicación (funcionarán por medio de sonido: parlantes y micrófonos del computador).
7. La identificación deberá basarse por el método de filtrado en frecuencia bajo la implementación de filtros a partir de sus ecuaciones de diferencias (no se puede utilizar DFT).

Por otro lado, la interfaz de usuario en cada teléfono (en pantalla del computador) debe contar con:

1. El teclado matricial equivalente al de la Figura 1.
2. Una tecla (elemento gráfico) de función interruptor que permita emular la función de colgar o descolgar el teléfono. Una llamada solo se puede realizar si se encuentra descolgado el teléfono. Además, una llamada solo se puede aceptar una vez que se detecta solo si se descuelga el teléfono. Si el teléfono está descolgado no puede recibir llamadas.
3. Una sección visible donde sea posible observar las últimas 10 llamadas, tanto salientes como entrantes. Debe observarse la hora en que se realizó y el número telefónico asociado, indicando si fue saliente o entrante.

El funcionamiento de cómo se hará una llamada será el siguiente:

1. Se descuelga el teléfono.
2. Luego, cuando se comienza a digitar el número telefónico, cada vez que se presiona una tecla utilizando el mouse, sonará el tono respectivo de dicho dígito.
3. Cuando se presione la tecla numeral, el teléfono enviará la trama o señal con el fin de solicitar una llamada conformada por los dígitos marcados luego de descolgar el teléfono hasta el último que se marcó antes de presionar la tecla numeral.
4. Los teléfonos receptores estarán en modo detección continua con el fin de identificar si algún otro teléfono intenta hacer una llamada al mismo. Una vez que se detecte una llamada entrante positiva, y si esta es aceptada por el usuario al descolgar el teléfono, se debe responder por parte del teléfono receptor con una trama `*#`. Esta trama será utilizada para indicarle al teléfono transmisor que está realizando la llamada que la misma fue aceptada.
5. Cuando una llamada que se realiza a otro teléfono es aceptada, ambos teléfonos entrarán en comunicación, de forma que los micrófonos y parlantes de ambos teléfonos estén asociados y sea posible comunicarse entre sí. Recuerden que el medio de comunicación es el aire (sonido).
6. Si alguno de los dos teléfonos en comunicación cuelga, este mismo enviará la secuencia `*#` para comunicar al otro que la llamada fue terminada.
7. Una vez que la llamada es concluida y el teléfono se encuentre colgado, este se mantendrá en modo de detección con el fin de identificar si algún otro teléfono intenta hacer una llamada nueva.

Prueba de campo:

Se realizará una prueba de campo inicial donde se pondrá a prueba todos los teléfonos de cada grupo del curso entre sí. Somos 10 grupos por lo tanto habrá 10 teléfonos en prueba en nuestro sistema telefónico integrado.

La siguiente tabla indica los números telefónicos de cada grupo:

Tabla 2. Números telefónicos por grupo de trabajo

Grupos	Estudiantes	Número telefónico
1	Cordero Ramírez Diego	2098-1766
	Marín Rivera Fabiola	
	Villalobos Guzmán Gustavo	
2	Fonseca Brenes Emmanuel	8809-2876
	Mena Fonseca Daniel	
	Navarro Valerín José Esteban	
3	Chacón Barquero Meylin	2210-3987
	Ureña Rojas Fabio	
	Viveros Hernández Julio	
4	Álvarez Méndez Dixon	8321-0098
	Lobo Pérez José Pablo	
	Mora Quesada Mauricio	
5	Castrillo Muñoz Alejandra	2432-1109
	Chavarría Castro Yostin	
	Rojas Fuentes Cristhian	
6	Alfaro Vega Kevin	8553-6210
	Jiménez Arias Jean Paul	
	Rojas Murillo Kevin	
7	Calvo Porras Jose Alejandro	2655-7321
	Gutiérrez Quesada Allan	
	Gutiérrez Sánchez Roberto	
8	Jiménez Rojas Steven	8765-8433
	Miranda Ramírez Nicole	
	Solano Sánchez Felipe	
9	Cantillano Quirós Jordan	2276-9543
	Monge Leiva Paulina	
	Quesada Martínez Andrés	
10	Arias Abarca Gladys	8988-0654
	Gavriel Gómez Alexis	
	Rivera López Cristian	
	Vargas Rivera Andrés	

Las teclas especiales A, B, C y D tendrán la siguiente funcionalidad:

- A: Servirá para hacer una llamada de emergencia que se realizará por medio de una llamada saliente 911. Cuando una llamada saliente 911 se realiza, todos los teléfonos deben recibirla como una llamada entrante y será recibida por el primero que la acepte, siguiendo todo el proceso normal de cualquier otra llamada. La trama de emergencia será como las demás conformada por: $\#+9+1+1+*$.
- B: Esta tecla permitirá realizar una llamada sin marcar dígitos, utilizando el número telefónico de la última llamada saliente realizada, si no existe dicho número, no se realizará ninguna llamada.
- C: Subirá el volumen de los parlantes.
- D: Bajará el volumen de los parlantes.

Entregables:

1. Código fuente documentado, el cual debe compilarse adecuadamente en la versión actual de Qt Creator, en el sistema operativo de Linux (10%).
2. Demostración del funcionamiento correcto del sistema. Se realizará a partir de la prueba de campo descrita anteriormente (35%).
3. Revisión individual del proyecto con cita previa, donde se realizará una revisión más puntual en función de como se diseñó e implementó el sistema (35%).
4. Informe corto, de no más de 15 páginas, donde se explique la etapa de diseño, las consideraciones utilizadas y todos los detalles de implementación del sistema completo. Deben incluir aquellos resultados que consideren relevantes producto del diseño y la implementación final del mismo. Como todo informe deberá incluir una sección de análisis y conclusiones donde refleje el conocimiento adquirido en el proceso (20%).

Fechas de entrega:

1. Código fuente para compilar funcionando correctamente: jueves 6 de junio. Se sube al TEC Digital.
2. Prueba de campo: viernes 7 de junio.
3. Revisión individual: 7 de junio.
4. Entrega del informe escrito: 9 de junio. Se sube al TEC Digital.
5. Fecha de entrega extraordinaria: 17 de junio, con penalización de 10%.