



## **Ingeniería Electrónica**

# **Análisis de Señales y Sistemas EL5002**

Guía de Laboratorio 2

## **Convolución, correlación y Sistemas LTI**

2019-2

## 1. Objetivos

- Entender de forma teórica y experimental propiedades de sistemas discretos LTI.
- Entender de forma teórica y práctica la diferencia entre señales de energía y potencia.
- Entender usando una aplicación práctica el uso de la operación de correlación.
- Cargar y realizar procesamiento básico de señales de audio usando MATLAB.

## 2. Competencias

- ❖ Conocer las características básicas de señales determinísticas y sistemas discretos LTI.
- ❖ Escribir código en MATLAB para crear artificialmente señales básicas y sistemas discretos LTI usando ecuaciones de diferencias.
- ❖ Realizar operaciones básicas de manipulación de señales.
- ❖ Realizar operaciones de correlación, convolución y filtrado de señales.

## 3. EQUIPOS, MATERIALES Y OTROS

Tabla 1. Lista de equipos y materiales.

N°	Descripción	Cantidad
1	Matlab	1

## 4. ORIENTACIONES DE SEGURIDAD EN EL TALLER

- ❖ Respete las recomendaciones del docente y las indicadas en los carteles de señalización.
- ❖ Utilice las herramientas y equipos de acuerdo a las recomendaciones.
- ❖ Respete las recomendaciones para el uso del ambiente.

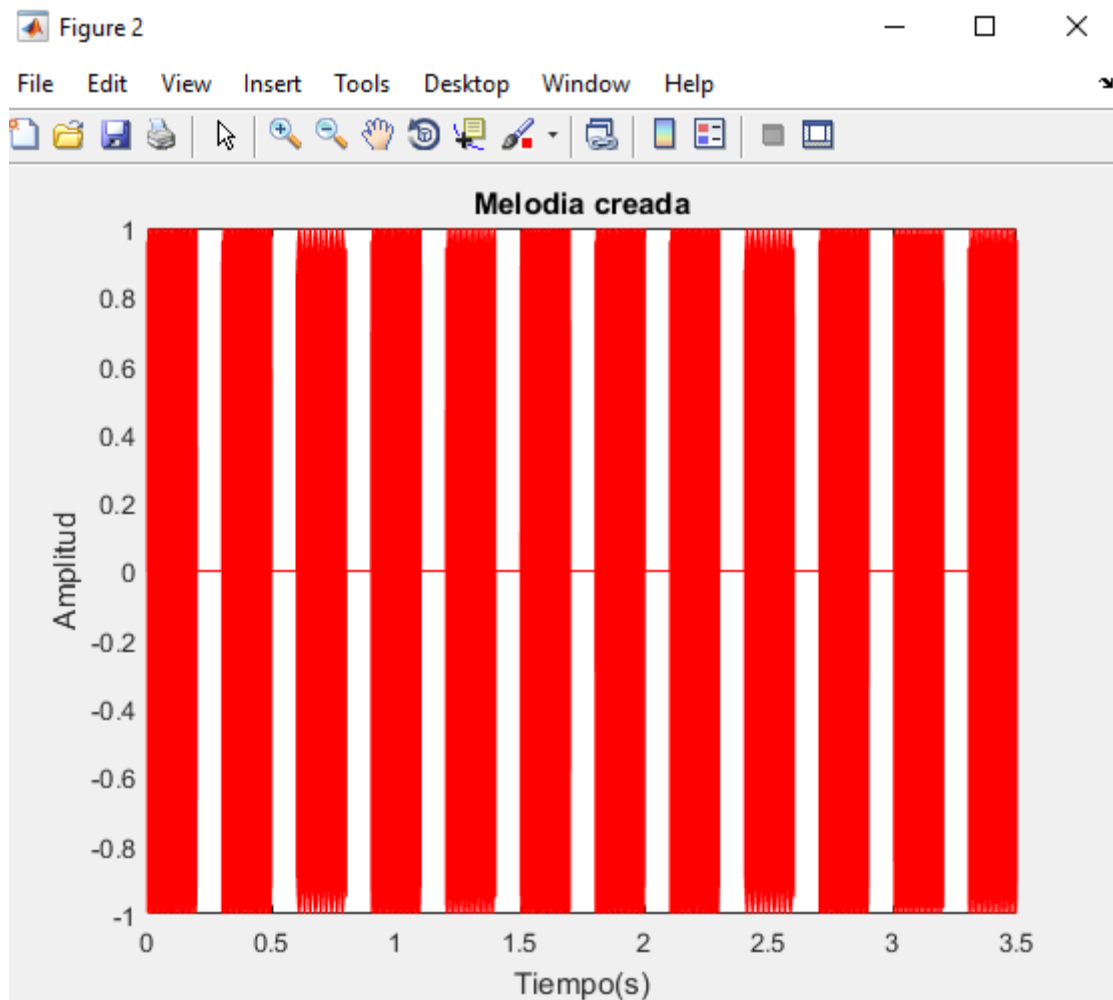
**NOTA:** Para conocer la finalidad de una función y su sintaxis puede hacer uso del comando 'help' o el comando 'doc' seguido del nombre de la función.

## 5. Experiencia

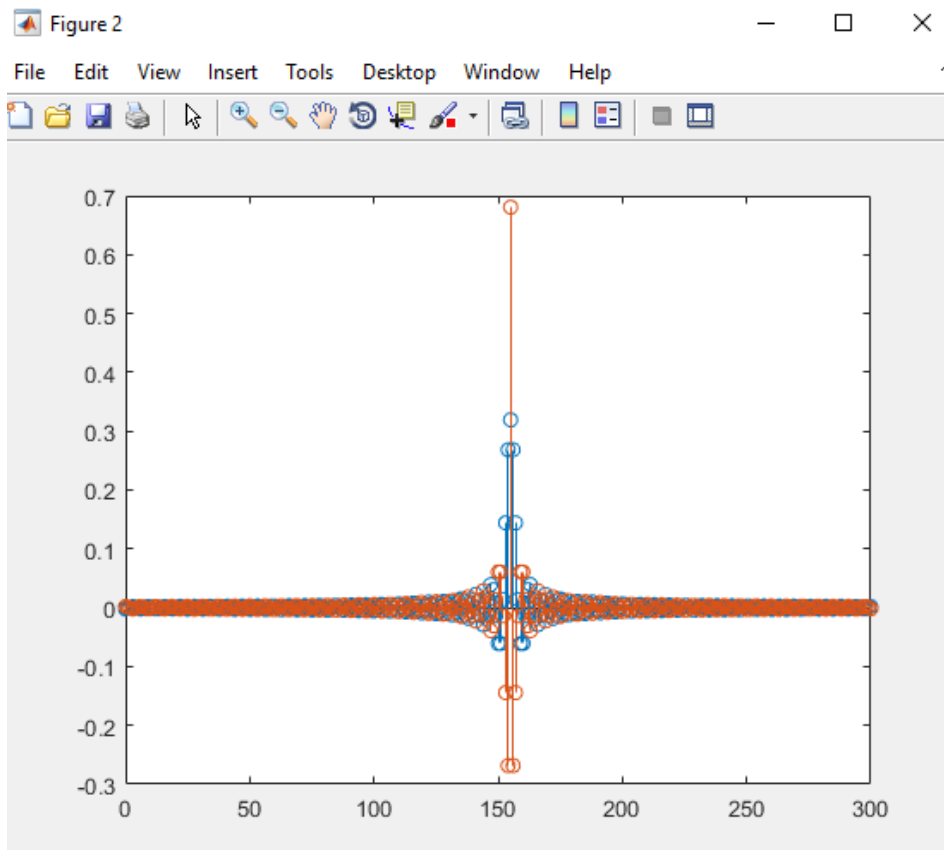
- La evaluación es estrictamente personal.
- Las respuestas y comentarios solicitados deben ir en la rúbrica.
- Respete la estructura solicitada para los archivos entregables (rúbrica y archivo .m).
- El nombre de la rúbrica es: Rubrica\_LabX\_Sec10Z\_CODIGODEALUMNO.pdf

### Pregunta 1:

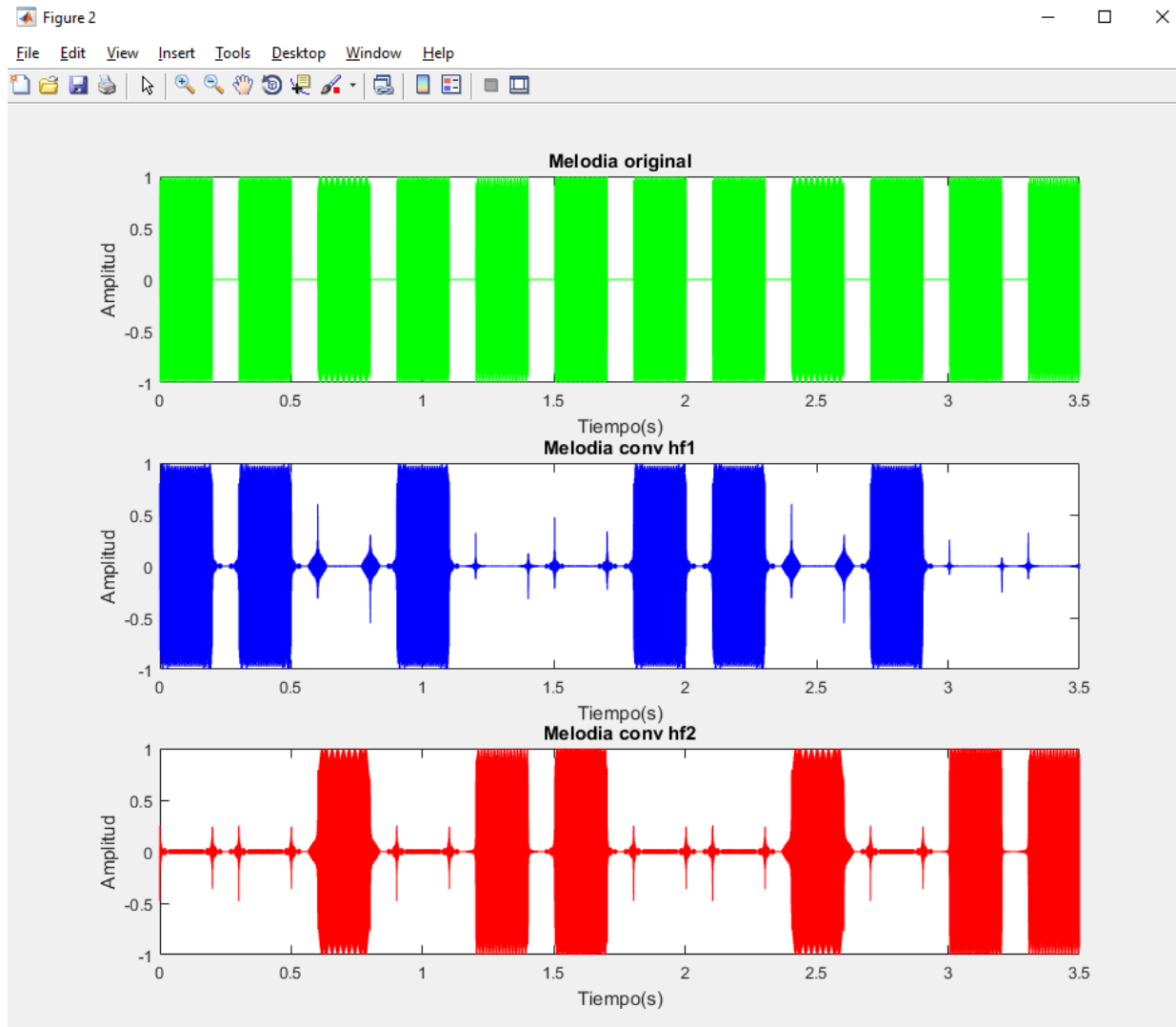
- a) Construir la melodía mostrada previamente, considerando un silencio de 0.1 segundos entre cada nota. Muestre la señal creada en un gráfico sobre el eje del tiempo. No olvide usar los rótulos adecuados.



- b) Grafique ambas respuestas en un gráfico usando la leyenda apropiada. No olvide usar los rótulos.



- c) Realice la convolución de la melodía con ambas respuestas al impulso (sin incrementar el número de elementos del vector resultante, puede usar la opción de forma "same"). En una ventana muestre la melodía original y el resultado de la convolución, cada una en un gráfico independiente.



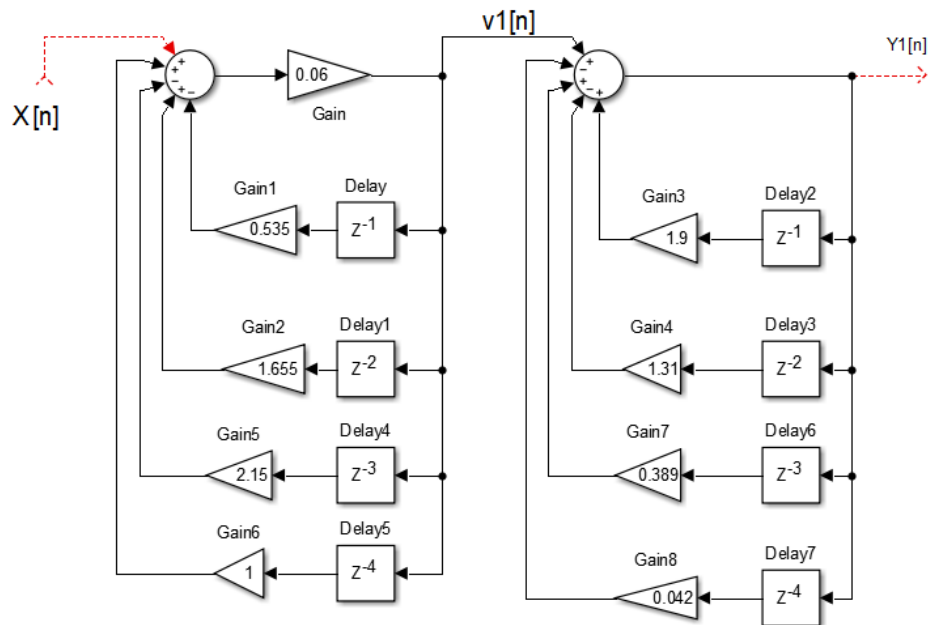
- d) Explique detalladamente que ocurre al realizar la convolución indicada. ¿Qué notas se mantienen luego de la convolución en cada caso y por qué?

Al realizar convolución con nuestras 2 respuestas al impulso hemos obtenido la señal "melodía" sin algunas notas dependiendo de si las multiplicábamos con h1f o h2f. Las notas que faltan se han vuelto 0 al multiplicarse con las respectivas respuestas al impulso. Además, las frecuencias que asignamos a cada seno al inicio nos sirve para seguir la secuencia de la canción propuesta, a su vez también es la posición de cada nota.

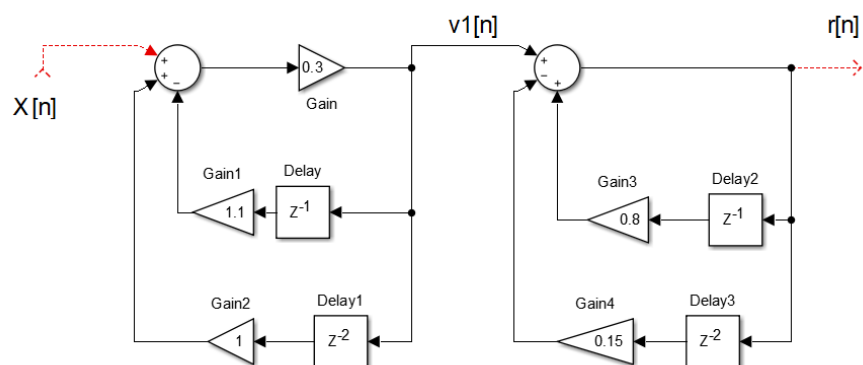
### Pregunta 2:

- a) Grafique el diagrama de implementación de los sistemas  $T_1\{.\}$ ,  $T_2\{.\}$  y  $T\{.\}$ . Adjunte las imágenes de los diagramas en la rúbrica. Puede realizar los diagramas en papel, usando simulink o el software de su elección.

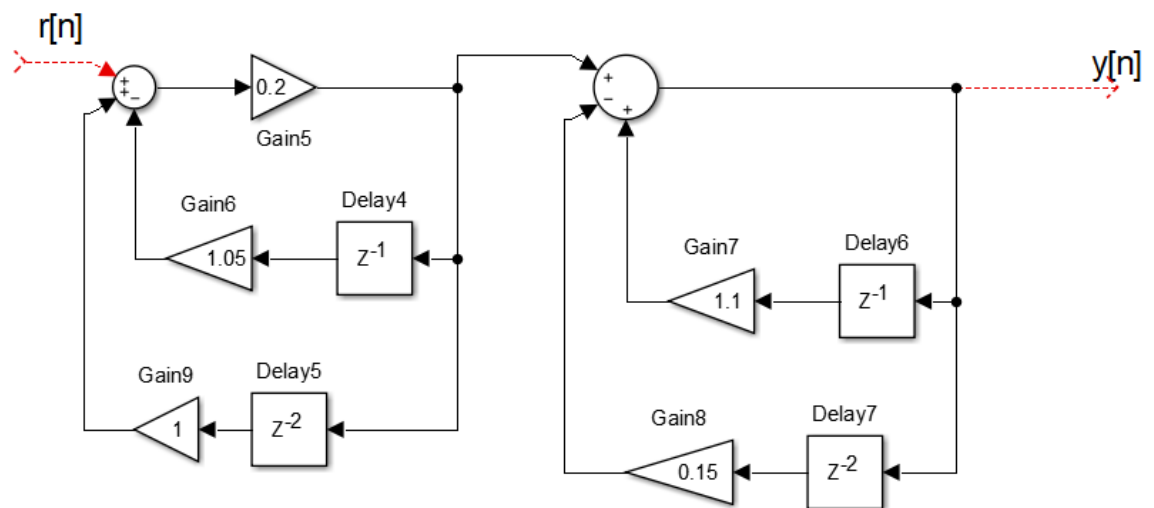
Sistema  $T\{.\}$



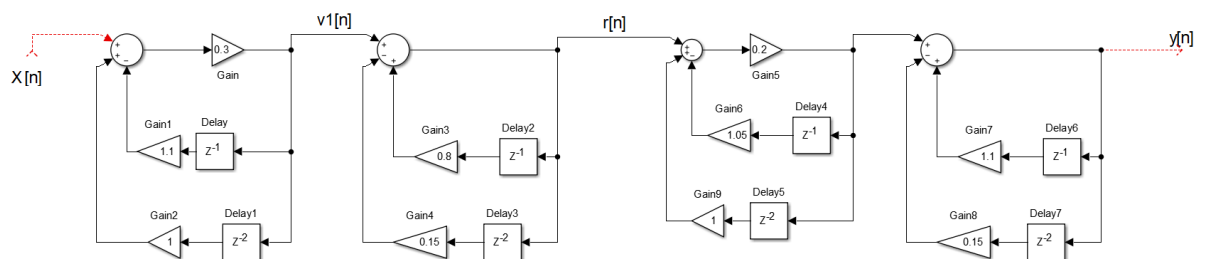
Sistema  $T_1\{.\}$



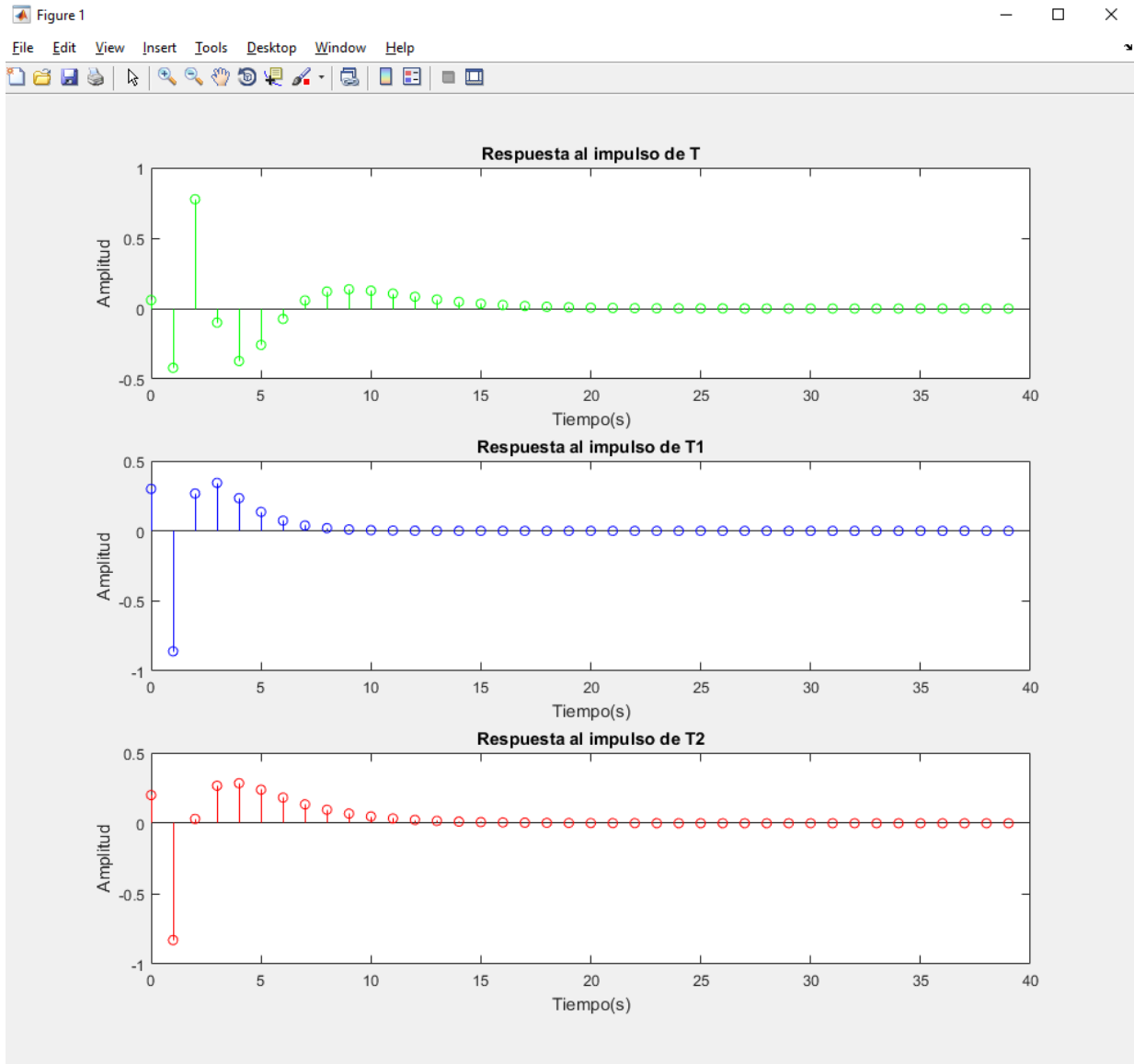
Sistema  $T_2\{.\}$



Sistema  $X[n] * T_1\{\cdot\} * T_2\{\cdot\}$

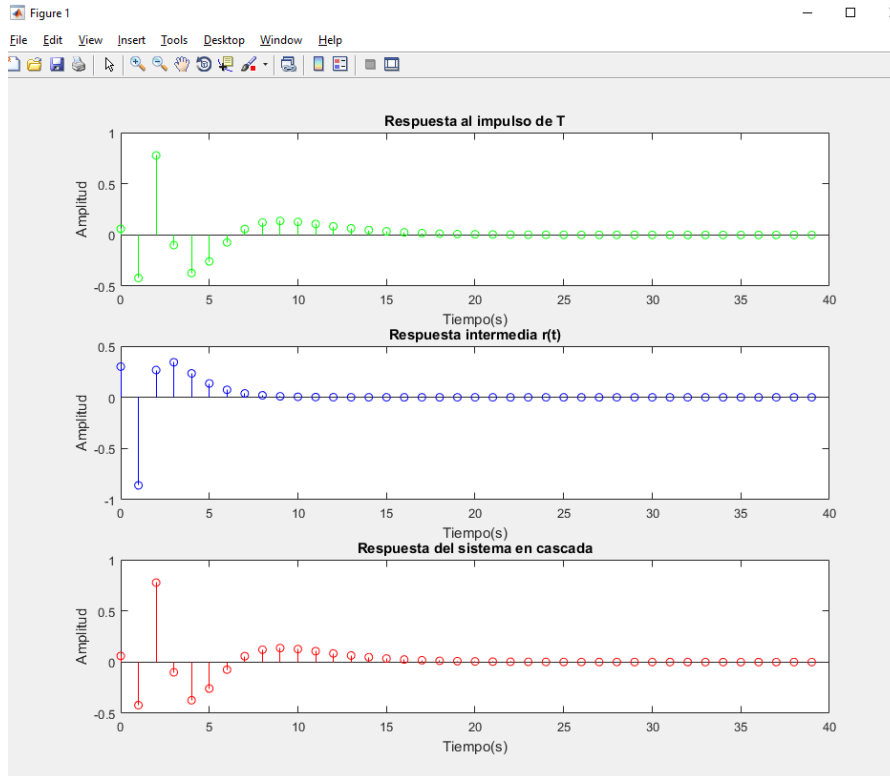


- b) Graficar la respuesta al impulso de cada uno de los sistemas y muéstralas en una misma ventana. Considere un impulso unitario de 40 muestras como entrada a cada sistema. Sugerencia: **impz**, **filter**, etc.



- c) Calcular la respuesta al impulso de los 2 sistemas  $y_1[n]$  y  $y_2[n]$ . Considerar un impulso unitario de 40 muestras como la entrada  $x[n]$ . Graficar las señales de salida y la señal intermedia  $r[n]$  en una sola ventana. ¿Hay alguna diferencia entre la salida del sistema original y el sistema en cascada?





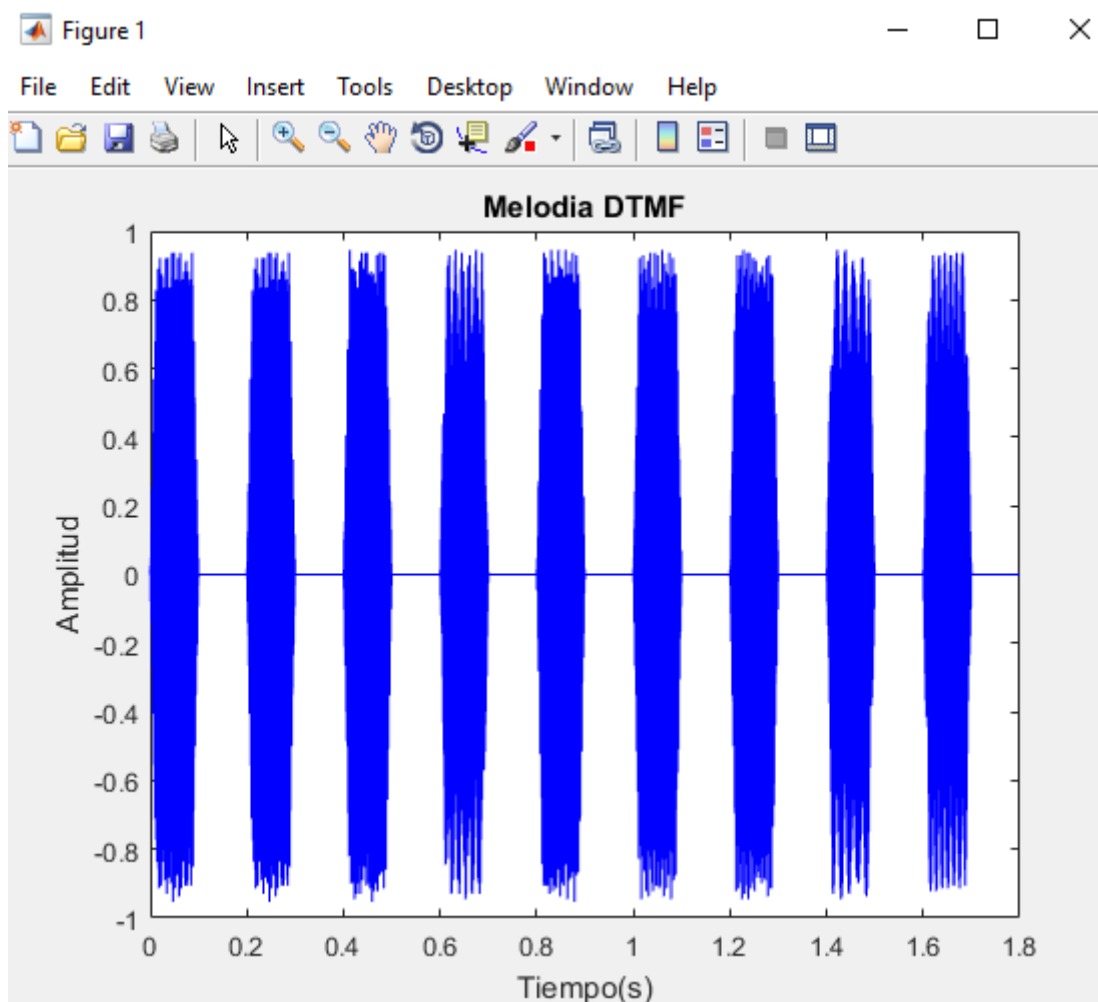
Encontramos diferencia notable entre la salida del sistema original y el sistema en cascada, ya que en la primera es la respuesta directa y obtenemos un diferente arreglo de pulsos, en el sistema en cascada

### **Reto:**

El contenido del reto será entregado a ustedes una hora antes de culminar la sesión de laboratorio.

#### **a) Inciso a**

Usando el comando `audioread()` importamos el audio `DTMF_tone.wav` a Matlab, y a partir de esto plotamos la señal

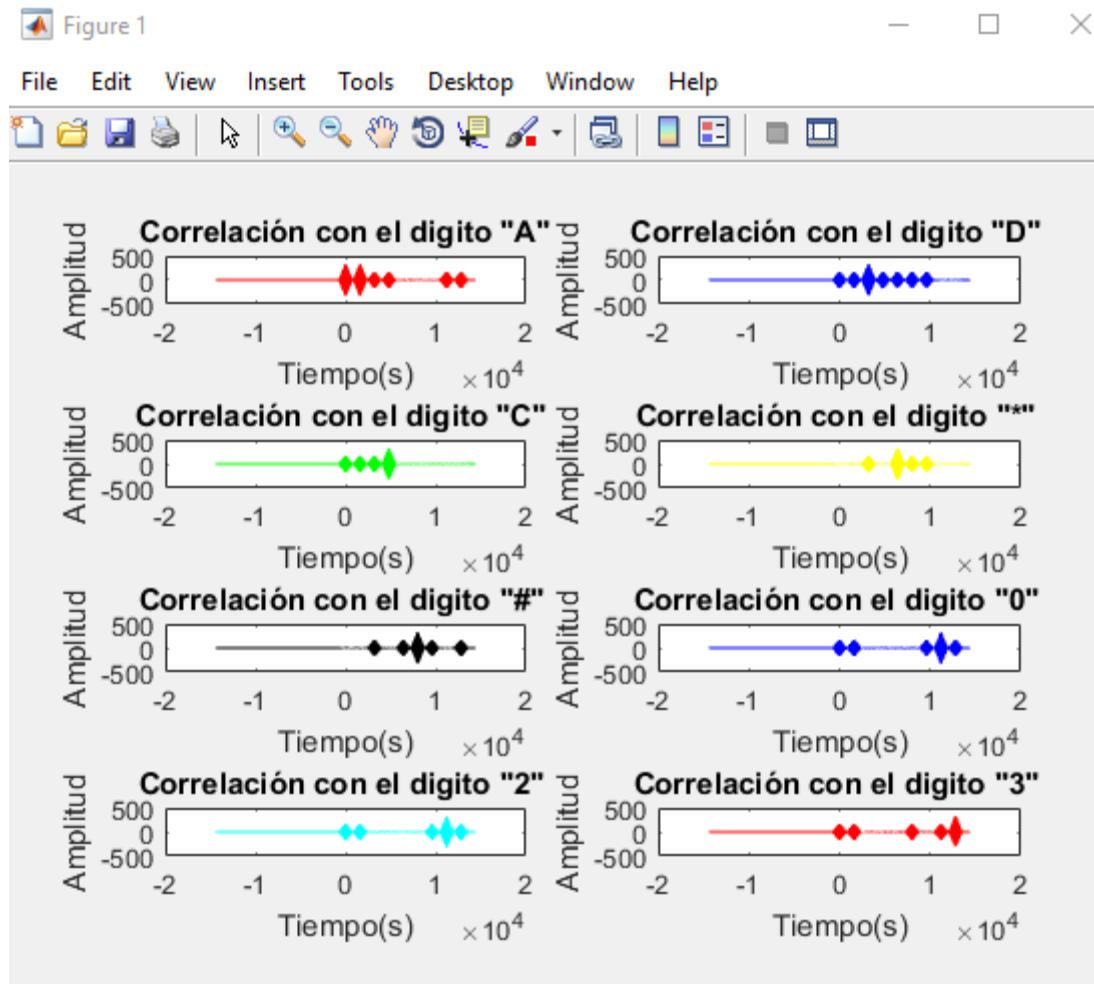


#### **b) Inciso b**

Digitamos en el código las teclas como una suma de senos para cada valor

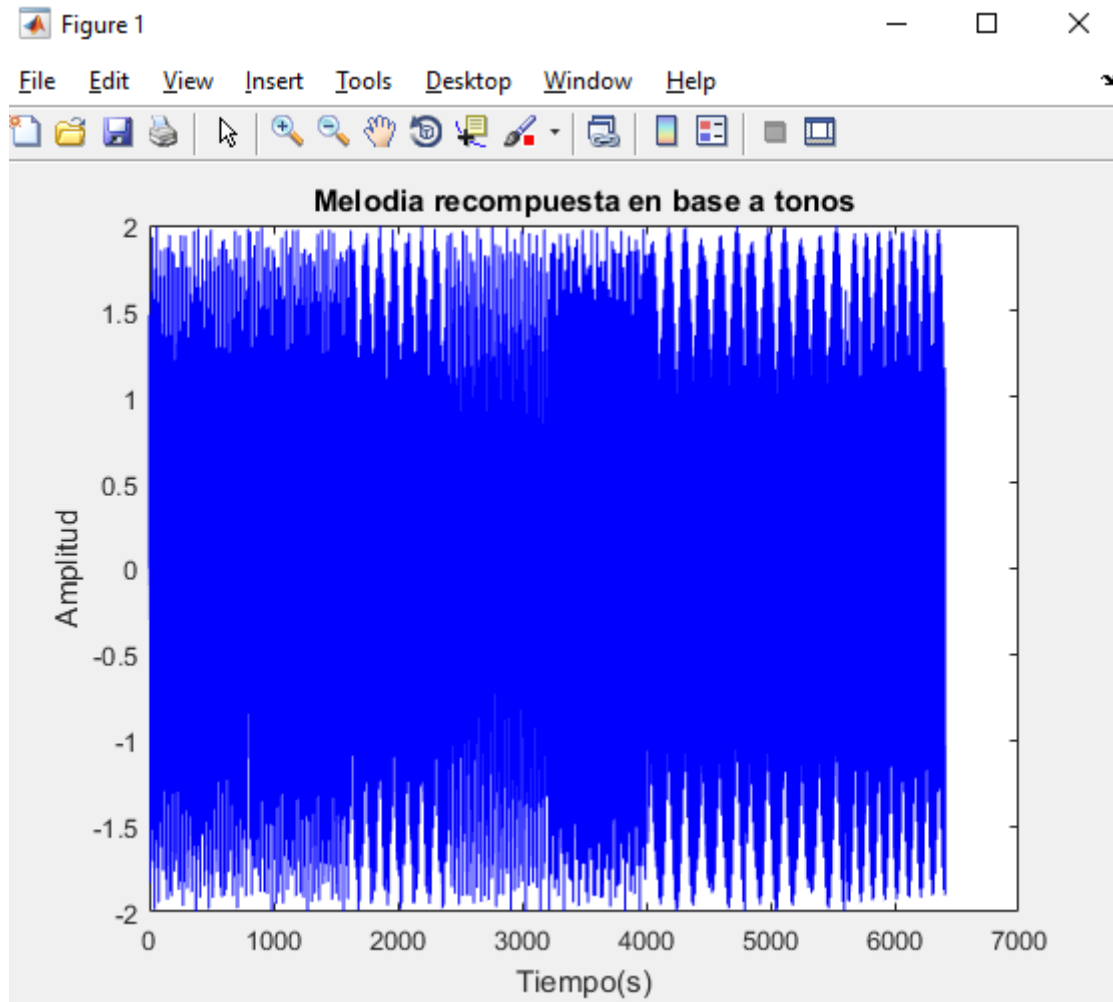
#### **c) Inciso c**

Una vez realizada la correlación de los respectivos dígitos con la señal de audio, obtuvimos las siguientes graficas:



d) Inciso d


Al aplicar correlación logramos identificar a lo largo de nuestro sonido de entrada los diferentes tonos que la conforman, debido a que al correlacionar una señal consigo misma, los picos de su correlación se hacen máximos, por lo tanto, podemos identificar el orden en el que los dígitos fueron presionados.



**6. Conclusiones:** Resume lo que has aprendido en cada pregunta y en el reto. Como principal conclusión aprendimos a analizar sonidos y a crear sonidos a partir de sumar senos o concatenar distintas funciones de senos, además aprendimos a realizar la convolución y correlación de las distintas señales que creamos o exportamos por medio del comando `audioread()`. Además de eso, aprendimos a utilizar el comando `filter()`, el cual nos permite expresar una forma característica a partir de un vector A y B y una entrada.

**Jueves 19 de setiembre de 2019.**

## Rúbrica

		Rúbrica							
Competencia:		Procesamiento básico de señales							
Curso:		Análisis de Señales y Sistemas EL5002				Ciclo:		5	
Actividad:		Laboratorio 2: Correlación, convolución y Sistemas LTI				Semana:		5	
Nombre y apellido del alumno:						Período:		2019-2	
Sección:		1	Fecha:		19/09/2019	Docente:		Christian Flores	
Documentos de Evaluación									
Laboratorio:		X	Taller:			Proyecto:			
Trabajo:			Otros:						
CRITERIOS DE EVALUACIÓN					Excelente	Muy bueno	Bueno	Requiere Mejora	No aceptable
LABORATORIO									
Prueba de entrada					5	4	3	1	0
Pregunta 1					4	3	2	1	0
Pregunta 2					4	3	2	1	0
Reto					4	3	2	1	0
Conclusiones					2	1	1	0	0
ACTITUDES									
Participa con entusiasmo y seguridad (puntualidad, intervenciones, orden, limpieza y redacción).					1	1	1	0	0
Puntaje Total									
Comentario al alumno:									
DESCRIPCIÓN DE LA EVALUACIÓN									
Excelente		Completo entendimiento y realización de la actividad, cumpliendo todos los requerimientos							
Muy bueno		Entiende y realiza la actividad casi en su totalidad, no cumplió un requerimiento							
Bueno		Entiende y realiza la actividad cumpliendo la mayoría de los requerimientos							
Requiere mejora		Bajo entendimiento de la actividad cumpliendo pocos de los requerimientos							
No Aceptable		No demuestra entendimiento de la actividad							