

# SEGUNDO PROYECTO DE MATLAB DE SEÑALES & SISTEMAS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. FACULTAD DE INGENIERIA.

## INTRODUCCIÓN

Una señal puede ser objeto de varias transformaciones en su variable independiente tales como desplazamiento, inversión y escalamiento. Ya hemos hecho gráficas que evidencian estas transformaciones en las señales, sin embargo, en esta ocasión nos enfocaremos en señales de audio, para así poder escuchar el resultado de estas transformaciones.

Para modificar la señal, esta debe pasar por un sistema, así que, usando Matlab, se deben crear los *scripts* que representen los sistemas que modifiquen la señal de audio de entrada (inversión y escalamiento en el tiempo).

Como ya se mencionó, los sistemas permiten la modificación, transformación y obtención de datos de las señales. Los sistemas protagonistas de nuestro curso son los SLIT (**S**istemas **L**ineales e **I**nvariantes en el **T**iempo), que se encuentran ampliamente en la naturaleza y que tienen que pueden caracterizarse a partir de su respuesta impulso. Es decir, si tenemos la señal de entrada y la respuesta impulso del SLIT, podríamos saber qué señal se obtendría a la salida de dicho SLIT, aplicando la operación de convolución entre la señal de entrada al SLIT y la respuesta impulso del SLIT.

Dicho en otras palabras, si tenemos acceso físico permanente al SLIT, se podría probar en él, la respuesta que tendría (señales de salida) para diferentes entradas, sin embargo, esto no siempre es posible, así que si logramos obtener su respuesta impulso (físicamente), se podría hacer la operación matemática de cómo sería la señal de salida para cualquier entrada.

## MARCO TEÓRICO

Los sistemas nos brindan la posibilidad de modificar señales, estas modificaciones pueden ser tan sencillas como retardar una señal o tan complejas como quiséramos.

Estas modificaciones se pueden representar mediante la relación entrada salida del sistema, por ejemplo, para un sistema que retarde la señal, dicha relación sería:  $y(t) = x(t - t_0)$ , este sería un sistema en tiempo continuo y para un sistema que invierta la señal en el tiempo sería:  $y[n] = x[-n]$ , este es un sistema discreto que no podría implementarse en tiempo real en nuestro mundo físico, ya que sería no causal o anticipativo.

Los sistemas que más nos interesan inicialmente con los SLIT, ya que se encuentran ampliamente en la naturaleza, son los sistemas más simples de trabajar y permiten su modelamiento matemático tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia

Estos sistemas, además de estar caracterizados por su relación entrada salida, también pueden caracterizarse por su respuesta impulso, que se denomina  $h(t)$  para el caso continuo o  $h[n]$  para el caso discreto.

Esta respuesta impulso, puede encontrarse matemáticamente cuando sustituimos la señal de entrada al SLIT por una señal impulso, pero así mismo puede encontrarse en

## SEGUNDO PROYECTO DE MATLAB DE SEÑALES & SISTEMAS

nuestro mundo físico cuando excitamos el SLIT mediante una señal impulso o una señal semejante a esta.

A partir de la señal de entrada a un SLIT y su respuesta impulso, puede encontrarse la señal de salida mediante la operación convolución.

Esta operación que se realiza en tiempo continuo mediante integrales y puede realizarse en tiempo discreto mediante sumatorias, las cuales pueden programarse en una máquina para su realización. En el caso de Matlab el comando que permite al convolución entre dos señales discretas es **conv(señal01, señal02)**.

### OBJETIVOS

- Realizar grabaciones digitales de audio para la creación de archivos y posterior procesamiento de estos.
- Realizar los *scripts* en Matlab para el procesamiento de señales de audio.
- Aplicar los conceptos de inversión, escalamiento en el tiempo y convolución en señales obtenidas de nuestro mundo físico.
- Evaluar las variaciones o modificaciones en el tiempo de señales de audio.
- Obtener la respuesta impulso de un sistema de nuestro mundo físico.
- Obtener la salida de un SLIT a partir de su respuesta impulso y la señal de entrada.

### Descripción:

Utilizando MATLAB™ ustedes deben realizar los siguientes puntos:

### DESCRIPCIÓN

Utilizando MATLAB™, se deben realizar los procedimientos pedidos (en *scripts* con extensión .m) y así mismo se debe adjuntar un reporte con la información solicitada:

#### **Escalamiento en el tiempo.**

1. Se debe crear un *script* (sistema) que realice escalamiento en el tiempo de la señal de audio con diferentes valores (sugeridos más abajo). Para probarlo, el sistema utilizará la misma entrada, la cual es una señal de voz (de uno de los integrantes del grupo) con la frase: "**Señales y sistemas. Primer Proyecto de Matlab**". Al usuario se le ofrecerá la posibilidad de escoger entre al menos seis diferentes opciones, la velocidad de reproducción de la señal.

Se sugieren las siguientes velocidades:

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| - 0,5 veces de la velocidad normal.  | - 1,20 veces de la velocidad normal. |
| - 0,80 veces de la velocidad normal. | - 1,5 veces de la velocidad normal.  |
| - A velocidad normal.                | - 2 veces de la velocidad normal.    |

Luego de la elección, el usuario podrá escuchar la señal de audio con la característica elegida.

## PRIMER PROYECTO DE MATLAB DE SEÑALES & SISTEMAS

Se deben adjuntar los archivos de audio de la señal original  $x(t)$ , junto con  $x(1,5t)$  y  $x(0,5t)$ , debidamente nombrados.

### ***Inversión en tiempo.***

2. Se debe crear un *script* (sistema) que realice la inversión de la señal en el tiempo. Para probarlo, el usuario podrá elegir entre tres señales de entrada diferentes, las cuales corresponderán a señales de voz (de otro de los integrantes del grupo) con frases palíndromas, es decir, que se lean igual en un sentido que en el otro, por ejemplo: **“Odio la luz azul al oído”, “Anita lava la tina” o “A Mercedes ese de crema”**.

El usuario debe tener la posibilidad de elegir si escucha la señal antes o después de haber pasado por este sistema.

Se deben adjuntar los archivos de audio de las señales originales  $x(t)$  y las señales invertidas  $x(-t)$ , debidamente nombradas. Así mismo, en el documento del informe, deben aparecer las imágenes de estas señales generadas en Matlab.

### ***Respuesta impulso de un SLIT***

3. Se tendrán a su disposición en Brightspace al menos tres respuestas impulso pertenecientes a diferentes SLIT. Se pueden escoger libremente las tres diferentes respuestas impulso con las que se trabajarán. Los tres SLIT recibirán la misma señal de entrada, la corresponderá a una señal de voz (de uno de los integrantes del grupo) con la frase: **“Probando la respuesta impulso del SLIT”**.

El usuario podrá elegir si escucha la señal antes o después de haber pasado por cualquier de los tres sistemas que ustedes escogerán libremente entre los disponibles.

En el documento del informe, se debe adjuntar la identificación subjetiva o presunta identificación del lugar espacial (cueva, teatro, salón de clase, etc), la cual corresponderá a cada una de las respuestas impulso. Así mismo, la gráfica de la señal de entrada, de la respuesta impulso y de la señal de salida, de cada sistema.

### ***Obtener la respuesta impulso de un SLIT***

4. Se debe obtener la respuesta impulso de un sistema del mundo físico, el cual supondremos que es un SLIT, por ejemplo: una botella de vidrio, una habitación de la casa o un recinto cerrado.

**Nota:** No se recomienda hacerlo en espacios abiertos.

A partir de esta respuesta impulso, se debe obtener la señal de salida mediante la convolución, para la señal de entrada que corresponderá a una señal de voz (de uno los integrantes del grupo) con la frase: **“Estoy hallando la señal de salida a partir de la respuesta impulso de un SLIT”**.

Se deben generar los archivos de audio correspondientes del sistema (señal de entrada, respuesta impulso y señal de salida), para poderlos escuchar en el reproductor de audio de Windows.

# PRIMER PROYECTO DE MATLAB DE SEÑALES & SISTEMAS

En el informe se debe adjuntar la descripción del sistema al cual se le halló la respuesta impulso (en qué lugar se realizó), junto las gráficas de las señales de entrada, respuesta impulso y salida del sistema.

## REQUERIMIENTOS

- Todas las señales de audio deben ser digitalizadas en archivos con frecuencia de muestreo de 44,1 kHz o 48 kHz ( $f_{\text{sample}} = 44,1 \text{ kHz}$  ó  $f_{\text{sample}} = 48 \text{ kHz}$ ).
- Dado que el firewall de la universidad NO permite la recepción o envío de archivos de audio (incluso comprimidos) a través del correo, todos los archivos correspondientes al proyecto y necesarios para la correcta ejecución (scripts de Matlab, archivos de audio y documentos en Word o pdf) deberán ser puestos en una carpeta compartida, de la cual enviarán el enlace de dicha carpeta al correo, para la entrega del proyecto.
- Debe ofrecer un menú al usuario, de tal forma que se puede elegir la acción a realizar (escalamiento, inversión, espacialización con SLIT, respuesta impulso o salir) y posteriormente escoger el archivo que se desea procesar. El programa debe seguir ofreciéndole el menú de opciones al usuario hasta que este desee salir.
- El nombre de los integrantes del grupo debe aparecer al inicio de este menú.
- Todos los archivos de Matlab deben estar adecuadamente nombrados para su identificación y su descripción (a qué numeral corresponde y que acción realizan) debe adjuntarse en el reporte.
- Todos los scripts deben estar debidamente documentados. No es necesario instrucción por instrucción, pero si al menos la descripción de cada bloque.
- El reporte debe enviarse en un archivo anexo (.PDF) y este debe incluir al inicio, el procedimiento a seguir para correr el programa en Matlab y así mismo la información solicitada en cada numeral.

**FECHA DE ENTREGA:** Antes de las **22:00 del domingo 11 de abril de 2024**. Por medio de correo electrónico a [jhurtado@javeriana.edu.co](mailto:jhurtado@javeriana.edu.co) con copia **a todos** los integrantes del grupo, junto con sus **monitores:** [roa.juan@javeriana.edu.co](mailto:roa.juan@javeriana.edu.co) y [JUANRUIZP@javeriana.edu.co](mailto:JUANRUIZP@javeriana.edu.co). En el asunto de correo deben poner: **S&S – Proyecto Matlab 01.**

## GRUPOS DE TRABAJO

- Este primer trabajo se realizará en grupos de **dos o tres personas**, los cuales serán conformados libremente (incluso por personas del grupo de la mañana y tarde). La conformación del grupo de trabajo, debe ser informada a su profesor, por medio de correo electrónico a [jhurtado@javeriana.edu.co](mailto:jhurtado@javeriana.edu.co) con copia **a todos** los integrantes del grupo, junto con sus **monitores:** [roa.juan@javeriana.edu.co](mailto:roa.juan@javeriana.edu.co) y [JUANRUIZP@javeriana.edu.co](mailto:JUANRUIZP@javeriana.edu.co). En el asunto de correo deben poner: **S&S – Grupo de Trabajo del Proyecto Matlab 01**, antes del **viernes 22 de marzo a las 20:00**.
- Para las entregas siguientes de proyectos de Matlab, la conformación de los grupos podrá tener cambios o restricciones.