Universidad Autónoma de Baja California

Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología

Señales y Sistemas para Bioingeniería

Manual de Prácticas

Preparado por:

- Dr. Ricardo Antonio Salido Ruíz
- M.C. Miguel Alejandro Díaz Hernández

[Introducción a Matlab]

[Práctica No.1] | [Introducción] | [Dr. Ricardo Antonio Salido Ruíz]

Objetivo General

Familiarizar al alumno con el ambiente del lenguaje de programación MATLAB, el cual será utilizado como la herramienta de procesamiento de imágenes biomédicas.

Objetivos Particulares

- > El alumno aprenderá a realizar las operaciones básicas entre matrices y vectores.
 - ✓ Creación y manipulación de vectores y matrices.
 - Cálculo de transpuesta, suma, resta, multiplicación, división, inversa, etc. de matrices.
 - ✓ Creación de matrices especiales: uno, cero, identidad.
 - ✓ Generación de una matriz (vector) aleatoria (o)
 - ✓ Operaciones punto a punto con matrices
- > El alumno será capaz de extraer información de una matriz
 - ✓ Manipulación indexada de matrices
 - ✓ Creación de matrices a partir de información de otras matrices

Conociendo el entorno

1. Abra el software de MatLab, visualice e identifique el entorno (*Command Window*, *Work Space, Command History*).

Operaciones básicas entre matrices y vectores

 Dentro del Command Window o Ventana de Comando realice las siguientes operaciones:

clear all; clc; close all; A = [1 2 3;4 5 6;7 8 9] % Crea una matriz A de 3x3 donde los elementos de cada columna están separados por espacios y los renglones están separados por puntocoma. B = A' % B es la matriz transpuesta de A, donde A va seguida del signo apostrofe C = [1 2 3 4 5 6 7 8 9] % Crea un vector renglón de 1x9 D = C' % D es la transpuesta de C, creando así un vector columna E = [1;2;3;4;5] % Crea un vector columna de 1x5 Z = zeros(10) % Crea una matriz nula de 10x10 Z = zeros(5,7) % Crea una matriz nula de 5x7 U = ones(5) % Crea una matriz de unos de 5x5 U = ones(10,3) % Crea una matriz de unos de 10x3 I = eye(5) % Crea una matriz identidad de 5x5 R = rand(7) % Crea una matriz de 1x7 de números aleatorios entre 0 y 1 clc; format bank; % Cambia el formato de despliegue de números a dos

A = rand(5) % Crea una matriz A de 5x5 B = rand(5) % Crea una matriz B de 5x5 R = A+B % Adición de A y B

R = A-B % Diferencia de A y B

cifras

R = A*B % Multiplicación de A y B

```
R = A/B % Multiplicación de A por el inverso de B
R = A*inv(B) % Igual a A/B
R = A\B % Multiplica el inverso de A por B
R = inv(A)*B % Igual a A\B
R = A^2 % A elevada al cuadrado, que es lo mismo que A*A
X = A*A % Si multiplicamos A*A entonces la raíz cuadrada es:
R = sqrtm(X)
```

Las operaciones punto a punto entre dos matrices quiere decir se realizan sobre el elemento a_{ij} de la matriz A y el elemento b_{ij} de la matriz B.

Extracción de información de una matriz

3. Obtenga información de las matrices generadas a partir de los siguientes comandos

clc; A = rand(20, 5) % Crea una matriz A de 20x5 R = A(10,:) % Extrae todo el renglón 10 de la matriz A R = A(end,:) % Extrae el ultimo renglón de la matriz A R = A(1,3:5) % Extrae del primer renglón los elementos de las columnas 3 al 5 de la matriz A R = A(:,3) % Extrae la tercera columna de la matriz A R = A(:, [1 3 5]) % Extrae las columnas 1, 3 y 5 de la matriz A R = A(:,end) % Extrae la última columna de la matriz A R = A(10:15, end) % Extrae de la última columna los renglones 10 al 15 de la matriz A A = rand(5, 5) % Crea una matriz A de 5x5 B = zeros(10,5) % Crea una matriz B nula de 10x5 B(1:2,1:2) = A(end-1:end,end-1:end) % Inserta una fracción de la matriz A clc; A = rand(10)% Crea una matriz A de 10x10 B = zeros(10) % Crea una matriz nula de 10x10 B(A<0.5) = A(A<0.5) % Coloca en B todos los elementos de la matriz A % que son menores a 0.5 respetando sus posiciones originales R = A(A>0.9) % Extrae en un vector columna los elementos de la matriz A % que son mayores a 0.9 A = randi([1 10],10) % Crea una matriz de enteros positivos de 10x10 B = zeros(10)% Crea una matriz nula de 10x10 B((A>=3)&(7<=A)) = A((A>=3)&(A<=7)) % Extrae los valores entre 3 y 7 B(A~=5) = A(A~=5) % Extrae los valores diferentes de 5 B(A==4) = A(A==4) % Extrae los valores iguales a 4 B = A(:) % Convierte una matriz A en vector columna B format short;

[Generación y Representación de Señales Analíticas en el Tiempo Continuo con MATLAB]

[Práctica No.2] | [Introducción] | [Dr. Ricardo Antonio Salido Ruíz]

Objetivo General

Que el alumno aprenda a generar y representar señales analíticas en el dominio del tiempo utilizando las funciones o comandos de la plataforma MATLAB.

Objetivos Particulares

- > El alumno aprenderá a generar una señal analítica en el dominio del tiempo.
 - ✓ Utilizará las funciones trigonométricas seno y coseno.
 - ✓ Utilizará la función exponencial.
- > El alumno será capaz de representar las señales generadas en el tiempo continuo.
 - ✓ Utilizará la función plot y sus parámetros.

Desarrollo:

1.- Cree un eje del tiempo que vaya de 0 a 5 segundos, muéstrelo en el "command window" y muéstrelo en su reporte.

Ayuda: Recordando que en MATLAB solo se puede trabajar en el dominio discreto utilice un vector de tiempo "t1" que contenga una secuencia de números que vaya del 0 al 5.

2.- Como el dominio del tiempo es discreto en MATLAB, es necesario indicarle a MATLAB el periodo de muestreo (si este no es indicado, por default MATLAB lo toma como 1). Si se desea muestrear una señal a una frecuencia de muestreo fs = 1kHz, declare una constante que contenga el periodo de muestreo "ts".

Ayuda: Obtenga el periodo de muestreo a partir de la frecuencia de muestreo fs.

3.- Utilice el periodo de muestreo calculado en el paso anterior para crear un vector de tiempo que contenga todos los instantes de tiempo a la que la señal fue muestreada utilizando la siguiente sintaxis: t=0:ts:5;

4.- Verifique en el "workspace" la longitud del vector t y compare con la longitud del vector t1, y saque sus conclusiones.

Ayuda: Utilice el comando length.

5.- Declare las constantes A, f (en Hertz) y ϕ con los valores de su preferencia y calcule T y ω utilizando MATLAB.

6.- Cree una variable Xtc1 = A*sen(ω *t + ϕ), y verifique su longitud en el "workspace" y saque sus conclusiones.

Ayuda: Recuerde que los comandos de las funciones trigonométricas se encuentran en inglés.

7.- Utilice el comando "plot" para graficar la señal en el dominio del tiempo continuo.

Ayuda: escriba "help plot" en el "command window" y verifique como utilizar la función.

8.- Asigne los siguientes valores A = 5, ω =2* π , ϕ =0 y cree una variable Xtc2 = A*sen(ω *t + ϕ), grafique y compare con la figura anterior.

Ayuda: utilice la instrucción "figure" antes de utilizar la instrucción "plot" para conservar la figura anterior y poder comparar visualmente las dos figuras.

9.- Agregue un título que describa la señal (ejemplo : sen(2*pi*5*t)), etiquete el eje del tiempo (ejemplo: tiempo (s)) y el eje de la amplitud (ejemplo: Amplitud (V)) . Y realícelo para todas las figuras siguientes.

Ayuda: utilice los comandos "title", "xlabel" y "ylabel".

10.- Grafique Xtc3 = 5*cos(2*pi*4*t) en color rojo y un grosor de línea de 2.

Ayuda: utilice la ayuda del comando plot con respecto a los colores y el parámetro "LineWidth" ancho de línea.

11.- Grafique sobre la misma figura anterior Xtc4 = 5*cos(2*pi*4*t + pi/2) en color azul y un grosor de línea de 2.5.

Ayuda: Para graficar en la misma figura, omita la instrucción "figure" (utilizada para graficar en una nueva ventana) y en su lugar escriba "hold on" que mantendrá la imagen anterior hasta que se escriba "hold off". Después utilice plot y grafique la nueva señal.

12.- Grafique sobre la misma figura anterior Xtc5 = 5*sen(2*pi*4*t + pi/2) en color verde y con una línea punteada de 3 de grosor.

Ayuda: Vea en la ayuda de plot las opciones para el tipo de línea.

13.- Grafique en una nueva figura utilizando el mismo vector de tiempo una señal exponencial creciente Xtc6 = 0.5*e^(2*pi*2*t) utilizando el tipo de línea, grosor y color que desee.

14.- Grafique en la misma figura utilizando el mismo vector de tiempo una señal exponencial decreciente Xtc7 = 0.5*e^(-2*pi*2*t) utilizando el tipo de línea, grosor y color que desee.

15.- Grafique en una nueva figura utilizando el mismo vector de tiempo una señal sinusoidal Xtc8 a partir de las señales exponenciales Xtc6 y Xtc7.

Ayuda: Utilice las fórmulas de Euler. Investigar

16.- Grafique en una nueva figura utilizando el mismo vector de tiempo una señal sinusoidal Xtc9 a partir de las señales exponenciales Xtc6 y Xtc7.

17.- Grabe todas las figuras obtenidas a partir de la figura entrando a "File" y después a "Save as" para agregarlas al reporte, o simplemente utilice el comando "copy figure" dentro del menú de edit y pegue las figuras en su reporte.

[Verificación de resultados de la STF e implementación de la FFT]

[Práctica No.3] | [Sistemas Lineales] | [M.C. Miguel Alejandro Díaz Hernández]

Objetivo

Graficar los resultados de los ejercicios de Series Trigonométricas de Fourier realizados en clase y obtener la Transformada Rápida de Fourier de estas señales utilizando la función FFT de MATLAB.

Procedimiento

1.- Graficar la Serie Trigonométrica de Fourier de la siguiente función: (utilice las 7 primeras sinusoidales)

$$f(t) = t \quad -3 < t < 3$$

La STF de esta función es:

$$f(t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{-6}{n\pi} (-1)^n \operatorname{sen}(n\frac{\pi}{3}t)$$

Ayuda:

- Declare un vector de tiempo que vaya de -6 a 6
- Utilice una frecuencia de muestreo de 100 Hz
- Utilice un ciclo for para cada iteración de la sumatoria
- Genere la señal y grafíquela utilizando plot

2.- Repita el paso No. 1 para la siguiente señal:

$$f(t) = \begin{cases} 0 & -2 < t < -1\\ -t - 1 & -1 < t < 0\\ -t + 3 & 0 < t < 1\\ 2 & 1 < t < 2 \end{cases}$$

3.- Obtenga la Transformada Rápida de Fourier para las dos señales anteriores utilizando la función *fft()* en MATLAB.

Ayuda:

Si la señal a la que le aplicaremos la FFT es ft:

```
>> Y=abs(fft(ft));
>> Y=Y(1:length(ft)/2);
>> fvals=fs*(0:length(ft)/2-1)/(length(ft));
>> stem(fvals,Y);
```

4.- Grafique los dos espectros de frecuencia e identifique en las gráficas las frecuencias de las primeras 7 sinusoidales. Indique explícitamente estos puntos y explique ampliamente.

5.- Genere una señal de 512 puntos que consista en la suma de 4 senoidales de 100, 200, 300 y 400 Hz.Utilice una frecuencia de muestreo de 1kHz. Grafique la señal y su espectro de frecuencia. Explique.

6.- Para su reporte debe realizar una investigación sobre la implementación y la interpretación de los resultados de la FFT en MATLAB. De igual manera, se espera que se explique línea por línea el código que se utilizó para implementar la transformada.

[Implementación de Sistemas en MATLAB]

[Práctica No.4] | [Sistemas Lineales] | [M.C. Miguel Alejandro Díaz Hernández]

Objetivo

Programar e implementar en MATLAB sistemas lineales invariantes en el tiempo y obtener su respuesta a diferentes entradas.

Procedimiento

1.- Declarar la siguiente secuencia de entrada:

$$x[n] = \{\underline{1}, 2, 4, 4, 6, 3, 2, \}$$

Ayuda:

>> xn=[1,2,4,4,6,3,2];

2.- Obtener la longitud de la secuencia y almacenarlo en la variable N.

Ayuda:

>> N=length(xn);

3.- Crear un vector de tiempo td que vaya desde cero hasta N – 1. (Explicar en su reporte porque N -1)

Ayuda:

>> td=0:N-1;

4.- Dividir una nueva figura en tres subgráficas y graficar *x*[*n*] en la primera utilizando *stem*.

Ayuda:

```
>> figure
>> subplot(3,1,1);
>> stem (td,xn,'*');
>> xlabel('n');
>> ylabel('x[n]');
>> title('x[n]');
```

5.- Implementar el siguiente sistema: (Explicar en el reporte la función que realiza.)

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{n} x[k]$$

Ayuda:

```
% Antes que nada, es necesario crear un vector vacío en donde se almacenará
% la secuencia y[n].
>> yn=zeros(1,N);
% El sistema realiza la suma de todos los términos anteriores al valor
% actual de n. Para lograr esto, se necesitan utilizar dos ciclos for
% anidados, el exterior recorre todas la muestras de y[n], mientras que el
% interior recorre la secuencia x[n] hasta el límite marcado en la sumatoria.
% Analice el código que implementa el sistema y relaciónelo con el sistema
% y[n]:
>> for n=1:N
for k=1:n
yn(n)=yn(n)+xn(k);
end
end
```

6.- Grafique en la subgráfica no. 2 la salida del sistema (y[n]).

7.- Determine el *inverso* del sistema y[n], nómbrelo w[n] y aplíquelo a la señal y[n].

• ¿Cómo se espera que sea la salida de este nuevo sistema? ¿Por qué?

8.- Grafique la señal w[n] en la subgráfica no. 3.

• ¿El resultado es el esperado?

9.- Realice las operaciones de los pasos 1 al 8 para la señal electrocardiográfica proporcionada (utilice la señal obtenida al realizar la operación: LL-RA.

10.- Para la señal electrocardiográfica del paso anterior, repita los pasos del 1 al 8, pero con el siguiente sistema:

$$y[n] = \frac{1}{n} \sum_{k=-\infty}^{n} x[k]$$

- ¿Cuál es la función u operación que realiza este sistema?
- Observe la respuesta y[n] y diga si la información obtenida podría ser relevante para realizar algún tipo de diagnóstico.

[Respuesta al impulso de Sistemas LTI – Suma de Convolución]

[Práctica No.5] | [Sistemas Lineales] | [M.C. Miguel Alejandro Díaz Hernández]

Objetivo

Implementar la suma de convolución en MATLAB utilizando la función *conv*. Utilizar esta implementación para aplicar la convolución a una señal de ECG con ruido de 60 Hz y verificar la respuesta.

Procedimiento

1.- Declarar las siguientes secuencias x[n] y h[n].



 $h[n] = \begin{cases} (0.8)^n, & 0 \le n \le 5\\ 0, \text{ todo lo demás} \end{cases}$

2.- Realizar la convolución de ambas secuencias utilizando la función conv de MATLAB.

Ayuda:

>> C=conv(xn,hn);

3.- Gráficar las secuencias originales de la siguiente manera.



Ayuda:

- Utilice *subplot* para dividir la gráfica en 2 x 2.
- Las dos gráficas deben estar contra el mismo vector de tiempo. Rellene con ceros las secuencias de ser necesario para ajustar debidamente los valores.

4.- La convolución debe ser graficada contra su propio vector de tiempo. La secuencia resultante tendrá una longitud que dependerá de la longitud de las variables de entrada, en este caso:

length(C) = length(xn)+length(hn) - 1

Además, para graficar correctamente el inicio de la secuencia resultante, se debe saber en qué posición empiezan los vectores de entrada. En este ejemplo, si el vector hn es el que se invierte y se recorre (haciendo referencia al método gráfico) el primer punto en el que se "tocan" las dos secuencias es el **1**, por lo que este será el índice temporal que corresponda al primer elemento de C[n]. Se puede determinar el índice de inicio de C[n] sumando algebraicamente el inicio del vector xn (1 en este caso) y el inicio del vector hn (0 en este caso). De manera general, el vector de tiempo de la convolución deberá quedar de la siguiente manera:

>> tc=(ixn+ihn):lxn+lhn-2+(ixn+ihn);

En donde:

- *ixn* es el índice de inicio de la secuencia *xn*
- ihn es el índice de inicio de la secuencia hn
- *Ixn* es la longitud de *xn*
- *Ihn* es la longitud de *hn*

En su reporte, explique por qué el eje de tiempo queda de esta manera. La gráfica de la convolución queda de la siguiente manera: (*Ayuda: subplot (3,2,[3,4]*))



5.- Importe la señal emgdata.csv a MATLAB. Para evitar copiar y pegar todos los valores como se ha hecho previamente, puede utilizar el siguiente comando:

```
>> emgdata=csvread('emgdata.csv');
```

La señal corresponde a un electromiograma de aguja en el músculo tibial de un individuo de 44 años sin historial de trastornos neuromusculares. Fue digitalizada a **4kHz**.

Cree una base de tiempo que muestre correctamente el tiempo en segundos y grafique la señal.

6.- Cree un vector de ruido con la misma base de tiempo y almacénelo en la variable *noise*. El ruido será una suma de tres senoidales, la primera con amplitud de **0.25** y frecuencia de **600Hz**, la segunda con amplitud de **0.125** y frecuencia de **1200Hz**, y la tercera con amplitud de **0.0625** y frecuencia de **2400Hz**.

7.- Sume la señal original (*emgdata*) con la señal de ruido (*noise*) y almacénela en una variable de nombre *emgnoise*. Grafique en una misma figura *emgdata* y *emgnoise*.

8.- Realice la convolución de la señal con ruido *emgnoise* con la señal *h* (esta señal se proporciona en el archivo h.csv) y grafíquela en la misma figura del paso 7. Observe los resultados, saque sus conclusiones y explique.

[Práctica No.6] | [Señales y Sistemas]

Potenciales Evocados Visuales (Promediado en conjunto)

El archivo *ver.mat* contiene la variable **ver**, que contiene a su vez un conjunto de señales EEG medidas inmediatamente después de un estímulo visual. Las señales individuales contienen mucho ruido (probablemente alguna otra actividad cerebral, pero en este caso, es ruido). Realice el promediado en conjunto de 100 mediciones para reducir el ruido y poder observar el potencial evocado visual. Las señales fueron muestreadas con un intervalo de muestreo de 5ms.

Atención: Todas las mediciones se encuentran en una misma variable. La variable **ver** es una matriz que contiene una señal por renglón, es decir, las columnas de la matriz contienen los puntos individuales de cada señal.

1.- Cargue en la memoria el archivo *ver.mat* >>load ver;

2.- Grafique una respuesta individual para visualizar la señal con ruido (no se olvide de crear el vector de tiempo adecuado basado en la frecuencia de muestreo)

3.- Realice el promediado en conjunto de las 100 señales. Utilice la ayuda de matlab (>>help mean) para definir como realizar el promediado en conjunto con la función mean. (Investigue que sucede cuando la entrada de la función mean es una matriz)

4.- Gráfique la señal original y el promediado en conjunto en la misma gráfica para comparar.

Potenciales Evocados Visuales (Medición de la reducción de ruido por promediado en conjunto)

1.- Cargue en la memoria el archivo *ver.mat* >>load ver;

2.- Grafique en una misma figura una medición sencilla, el promediado en conjunto de las primeras 25 señales y el promediado en conjunto de las 100 señales.

3.- Obtenga un estimado del ruido en las tres señales calculadas en el paso anterior (una sola respuesta individual, el promediado en conjunto de 25 señales y el promediado en conjunto de 100 señales). Para esto, reste la señal **actual_ver** (esta señal es una simulación del potencial evocado sin ruido) de cada una de las tres señales.

4.- Utilice la función adecuada de MATLAB para calcular la desviación estándar de la estimación del ruido para la respuesta individual. Anote aquí el valor de la desviación estándar:

5.- Calcule la reducción del ruido en las dos señales promediadas en conjunto. Para esto, utilice el hecho de que la desviación estándar de la variabilidad o ruido se reducirá proporcionalmente al número de mediciones realizadas (busque la fórmula adecuada en sus apuntes). Anote los resultados en la columna *desviación estándar teórica*.

6.- Repita los cálculos de la desviación estándar en MATLAB. Anote los resultados en la columna *desviación estándar verdadera*.

7.- Compare y comente sus resultados.

Numero de mediciones promediado	Magnitud dela reducción del ruido	Desviación Estándar Teórica	Desviación Estándar Verdadera
25			
100			

[Correlación y transformación de tiempo a frecuencia]

[Práctica No.7] | [Señales y Sistemas]

Correlación entre un seno y una señal cuadrada

En esta sección, se comprobarán los resultados de las correlaciones calculadas en clase de manera teórica, para los ejercicios de señales senoidales y cuadradas.

1.- Construya un vector de tiempo de 500 puntos que vaya de 0 a 1 segundo.

2.- Construya y grafique las siguientes señales:



Ayuda: La señal cuadrada se puede generar utilizando la función **ones.** Esta función crea un vector o una matriz de 1's. Utilice la ayuda de MATLAB para su funcionamiento. Recuerde que la señal cuadrada solo contiene 1's y -1's.

3.- Calcule la correlación entre ambas señales utilizando la fórmula para señales discretas sin normalizar. Explique cómo se relaciona este cálculo con el producto punto de las dos señales. Verifique que el resultado sea consistente con los cálculos teóricos.

4.- Realice la normalización de la correlación para obtener un valor de referencia entre -1 y 1. Comente el resultado. ¿Es el esperado? ¿Por qué?

Correlación entre dos señales idénticas

1.- Construya un vector de tiempo de 500 puntos que vaya de 0 a 1 segundo.

2.- Cree dos variables que contengan la misma señal, un seno de amplitud 1 y frecuencia de 2Hz.

3.- Grafique ambas señales en la misma gráfica, una en color azul y utilizando un circulo como marcador ('ob') y la otra en color rojo y utilizando un punto como marcador ('.r').

4.- Calcule la correlación entre ambas señales utilizando la fórmula para señales discretas sin normalizar.

5.- Realice la normalización de la correlación para obtener un valor de referencia entre -1 y 1.

6.- El resultado esperado es 1, las señales son idénticas y están en fase. ¿Por qué no se obtuvo el valor exacto? ¿Cómo se puede corregir?

Ayuda: ¿Cómo se normaliza la varianza que se utilizó para normalizar la correlación?

Correlación para obtener el espectro de frecuencias de la señal EEG

1.- Cargue en la memoria el archivo *eeg_data.mat* >>load eeg_data.mat;

2.- Grafique la señal eeg. La señal está muestreada a 50 Hz.

4.- Realizar la correlación de la señal EEG con todas las senoidales de entre **1 y 25 Hz** de frecuencia utilizando pasos de **0.1 Hz.** Se deberá de encontrar la magnitud de la máxima correlación para cada senoidal, recuerde que para cada senoidal se debe realizar la correlación con sus versiones desplazadas en el tiempo (**de 0 a 360 grados**) utilizando una resolución de **1 grado**. La correlación debe estar normalizada.

Ayuda: La señal tiene un contenido de frecuencias que es difícil de observar cuando está graficada en tiempo. El objetivo de esta práctica es obtener el contenido de frecuencias de la señal en el rango de 1 a 25 Hz. Esto se logrará realizando múltiples correlaciones de la señal EEG con senoidales de diferentes frecuencias (de 1 a 25 Hz utilizando pasos de 0.1 Hz).

5.- La máxima correlación para cada frecuencia se debe almacenar en una variable nueva, esta variable debe tener tantos elementos como distintas frecuencias se probaron.

6.- Grafique los máximos de la correlación para cada frecuencia contra un vector que contenga todas las frecuencias probadas.

7. Analice la gráfica y explique lo que se observa. Utilice la tabla de la página siguiente para determinar qué tipo de ondas cerebrales se encuentran presentes en mayor magnitud en la señal analizada.

Frequency Band Name	Frequency Bandwidth	State Associated with Bandwidth	Example of Filtered Bandwidth
Raw EEG	0–45 Hz	Awake	www.man
Delta	0.5–3.5 Hz	Deep Sleep	m
Theta	4–7.5 Hz	Drowsy	mmmm
Alpha	8–12 Hz	Relaxed	www.www.www
Beta	13–35 Hz	Engaged	-fortiliter for the second sector of the fortility of the second sector of the sector

Fuente: https://conorrussomanno.files.wordpress.com/2012/06/2.png

[Operaciones de comparación]

[Práctica No.8] | [Señales y Sistemas]

¿Correlación implica causalidad?

El archivo *signals.mat* contiene una variable con diversas señales acomodadas en los renglones de la matriz. Cada renglón contiene una señal (en el orden que se muestra abajo), y cada señal contiene los datos desde el año 1999 al 2009.

Sociology doctorates awarded (US) Total revenue generated by arcades (US) Deaths caused by anticoagulants Deaths caused by lightning Number of films Nicolas Cage appeared in Number of lawyers in Georgia Number of lawyers in Georgia Number of people who drowned by falling into a swimming-pool Number of people who died by becoming tangled in their bedsheets Helicopter accidents killing occupant Math doctorates awarded (US) Domestically produced passenger cars sold (US) Uranium stored at US nuclear power plants Biology/biomedical doctorates awarded (US) Marriage rate in Wyoming

1.- Determine si existe relación entre cualquiera de estas señales. La justificación debe ser totalmente cuantitativa.

2.- Grafique en una misma gráfica los pares de señales que tienen una relación fuerte (más del 70%)

3.- ¿Existe relación entre ellas, o es solo coincidencia?

Diagnóstico cuantitativo

El archivo *sig_ref.csv* contiene un segmento de señal electroencefalográfica. Se desea identificar si este segmento (o algo muy parecido) está presente en el estudio EEG que se le realizó a un paciente. La presencia de este patrón indica una fuerte tendencia a cierta patología que es de interés clínico en este caso. El estudio del paciente se encuentra en el archivo *eeg.mat.*

1.- Cargue ambas señales en el *workspace* de MATLAB y grafíquelas por separado.

2.- Determine la técnica que va a utilizar y aplíquela. La técnica deber ser cuantitativa.

3.- Determine en que parte de la señal obtenida del paciente se encuentra la señal de referencia (o algo parecido a ella) y grafique en una misma gráfica los dos segmentos de señal para comparar su parecido.

Bibliografía

- Oppenheim, Alan V; Willsky, Alan S. (1998). Señales y sistemas. México: Prentice-Hall. http://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=99008
- Hsu, Hwei P. (1998). Análisis de Fourier. México: Addison Wesley.

http://catalogocimarron.uabc.mx/cgibin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=119504&query_desc =kw%2Cwrdl%3A%20Analisis%20de%20Fourier

• Semmlow, John L. (2012). Signals and systems for Bioengineers : a MATLAB-based introduction. Waltham, MA: Elsevier/Academic Press.

http://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=183967&query_desc=kw%2Cwrdl%3A%20signals%20and%20systems_