



RESPUESTAS DEL SISTEMA

NO. DE PRACTICA:	5	Fecha de entrega:	13 de octubre de 2023
INTEGRANTES DE EQUIPO:		Practica:	Individual
1, VALERIA JAHZEEL CASTAÑÓN HERNÁNDEZ			En equipo
19, NAVIL PINEDA RUGERIO			3 personas
23, MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ ZANJUAMPA			

OBJETIVO: OBTENER LA RESPUESTA DE UN SISTEMA DISCRETO POR MEDIO DE LA EVALUACIÓN DIRECTA DE LAS ECUACIONES DE DIFERENCIAS.

MATERIAL Y EQUIPO: COMPUTADORA CON MATLAB

MARCO TEÓRICO

LA CONVOLUCIÓN DISCRETA ES UNA OPERACIÓN MATEMÁTICA ENTRE DOS SEÑALES DISCRETAS (EL SÍMBOLO DE LA OPERACIÓN ES UN * ASTERISCO) QUE TIENE GRAN IMPORTANCIA EN PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES YA QUE LA RESPUESTA $y[n]$ DE UN SISTEMA LINEAL E INVARIANTE EN EL TIEMPO SE PUEDE OBTENER A PARTIR DE SU RESPUESTA AL IMPULSO $h[n]$ Y LA SEÑAL DE ENTRADA $x[n]$.

$$x(n) \longrightarrow \boxed{h(n)} \longrightarrow y(n) = x(n) * h(n)$$

LA CONVOLUCIÓN DISCRETA ESTÁ DEFINIDA POR LA SUMATORIA

$$y[n] = x[n] * h[n] = \left[\sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] * h[n - k] \right]$$

UN SISTEMA DISCRETO LINEAL E INVARIANTE EN EL TIEMPO PUEDE SER DESCRITO MATEMÁTICAMENTE POR UNA ECUACIÓN DE DIFERENCIAS DE COEFICIENTES CONSTANTES DE LA FORMA,

$$\sum_{k=1}^N a_k y[n - k + 1] = \sum_{m=1}^M b_m x[n - m + 1]$$

ESTA ECUACIÓN DESCRIBE LA RELACIÓN ENTRE LA SEÑAL DE SALIDA Y LA SEÑAL DE ENTRADA. SE PUEDE VER QUE ESTÁN INVOLUCRADOS LOS VALORES DE INSTANTES ACTUALES, ASÍ COMO DE INSTANTES ANTERIORES TANTO PARA LA SEÑAL DE ENTRADA COMO PARA LA DE SALIDA. DE ESTA EXPRESIÓN SE PUEDE DESPEJAR EL VALOR ACTUAL DE LA SEÑAL DE SALIDA $y[n]$ CON LO QUE SE OBTIENE,

$$y[n] = \sum_{m=1}^M \frac{b_m}{a_1} x[n - m + 1] - \sum_{k=2}^N \frac{a_k}{a_1} y[n - k + 1]$$

DONDE SE PUEDE VER QUE LA ECUACIÓN DE DIFERENCIAS DA UNA FORMA RECURSIVA PARA OBTENER LA SALIDA ACTUAL DEL SISTEMA UTILIZANDO LOS VALORES DE LA SEÑAL DE ENTRADA PREVIOS, ASÍ COMO EL ACTUAL Y TAMBIÉN LOS VALORES PREVIOS DE LA MISMA SEÑAL DE SALIDA.



MATLAB CUENTA CON UNA FUNCIÓN QUE EVALÚA ESTE TIPO DE ECUACIÓN DE DIFERENCIAS DADA UNA CIERTA SEÑAL DE ENTRADA. LA FUNCIÓN SE DENOMINA FILTER.

FILTER FILTRO DIGITAL. $Y = \text{FILTER}(B, A, X)$ FILTRA LOS DATOS DEL VECTOR X CON EL FILTRO DESCRITO POR LOS VECTORES A Y B . LA FUNCIÓN FILTER EVALÚA LA SIGUIENTE ECUACIÓN DE DIFERENCIAS.

$$a(1)*y(n) + a(2)*y(n-1) + a(3)*y(n-2) + \dots = b(1)*x(n) + b(2)*x(n-1) + b(3)*x(n-2) + \dots$$

Donde $B=[b(1) \ b(2) \ \dots]$, $A=[a(1) \ a(2) \ \dots]$, X = señal de entrada

DESARROLLO:

PASO 1. DESARROLLE EL CÓDIGO PARA IMPLEMENTAR LAS ECUACIONES COMPARTIDAS, MEDIANTE SYMBOLIC MATH TOOLBOX.

PASO 2. DESARROLLE EL CÓDIGO PARA IMPLEMENTAR LAS ECUACIONES INCLUYENDO ASIGNACIÓN DE VARIABLES ASIGNADAS.

PASO 3. HACER UNA FUNCIÓN QUE CALCULE LA CONVOLUCIÓN DE DOS FUNCIONES, OBTENER LA CONVOLUCIÓN DE $X[N]$ Y $Y[N]$ DEFINIDAS A CONTINUACIÓN.

a)

$$\begin{aligned} x[n] &= \mu[n] - \mu[n-5] & -10 < n < 10 \\ y[n] &= \delta[n] & -5 < n < 5 \end{aligned}$$

b)

$$\begin{aligned} x[n] &= \mu[n] - \mu[n-5] & -10 < n < 10 \\ y[n] &= \delta[n-5] & -5 < n < 10 \end{aligned}$$

c)

$$\begin{aligned} x[n] &= \mu[n] - \mu[n-5] & -10 < n < 10 \\ y[n] &= \delta[n] + \delta[n-10] & -5 < n < 15 \end{aligned}$$

PASO 4: IMPLEMENTE LA FUNCION DE MATLAB QUE EVALUAR LAS ECUACIONES DE DIFERENCIA CON DE LOS ANTERIORES INCISOS.

INCISO A

```
% RANGO DE X
X = -10 : 1 : 10;

% ESCALON
UNITSTEP = X>=0;
UNITSTEP2 = X>=-5;

% X[N]
MU = 'UNITSTEP';
MU2 = 'UNITSTEP2';

% Y[N]
DIR2 = 'DIRAC(G)';
SYMS G
G = -5 : 1 : 5;

% EVALUAR FUNCIONES
VAL1 = UNITSTEP - UNITSTEP2;
```



```
VAL2 = EVAL(DIR2);
```

```
% NORMALIZAR A 1 (DIRAC)
```

```
IDX = VAL2 == INF;
```

```
VAL2(IDX) = 1;
```

```
N = (LENGTH(VAL1) + LENGTH(VAL2) - 1);
```

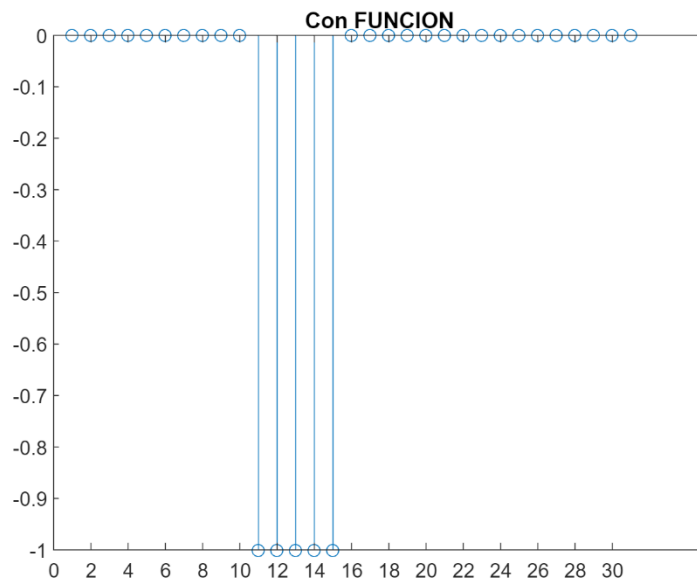
GRAFICA DE CONVOLUCIÓN HECHA A MANO

```
CAL = CONVOLUCION_DISC(VAL2, VAL1);
```

```
STEM(CAL);
```

```
TITLE('CON FUNCION');
```

```
XTICKS([ 0 : 2 : N ])
```



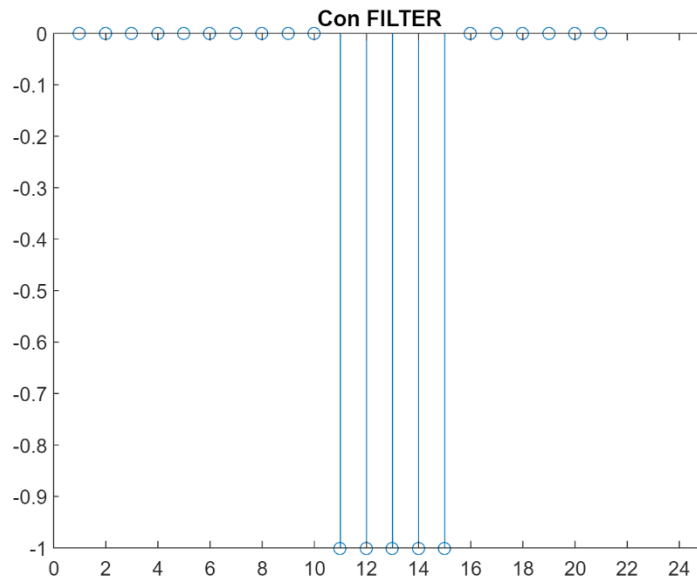
GRAFICA DE FUNCIÓN HECHA CON FILTER

```
RESULT = FILTER(VAL2,1,VAL1);
```

```
STEM(RESULT);
```

```
TITLE('CON FILTER');
```

```
XTICKS([ 0 : 2 : N ])
```



INCISO B

```
% RANGO DE X
X = -10 : 1 : 10;

% ESCALON
UNITSTEP = X>=0;
UNITSTEP2 = X>=-5;

% X[N]
MU = 'UNITSTEP';
MU2 = 'UNITSTEP2';
SYMS X
X = -5 : 1 : 10;

% Y[N]
DIR2 = 'DIRAC(G-5)';
SYMS G
G = -5 : 1 : 5;

% EVALUAR FUNCIONES
VAL1 = EVAL(MU) - EVAL(MU2);
VAL2 = EVAL(DIR2);

% NORMALIZAR A 1 (DIRAC)
IDX = VAL2 == INF;
VAL2(IDX) = 1;

N = (LENGTH(VAL1) + LENGTH(VAL2) - 1);
```



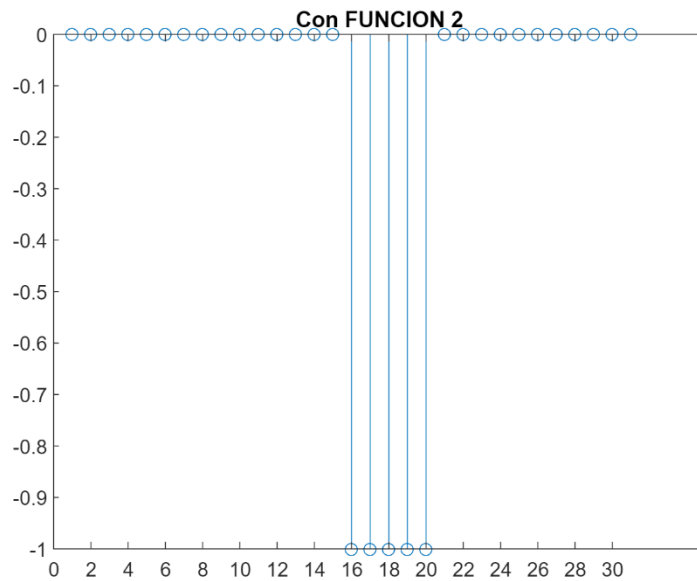
GRAFICA DE CONVOLUCIÓN HECHA A MANO

```
CAL = CONVOLUCION_DISC(VAL2, VAL1);
```

```
STEM(CAL);
```

```
TITLE('CON FUNCION 2');
```

```
XTICKS([ 0 : 2 : N ])
```



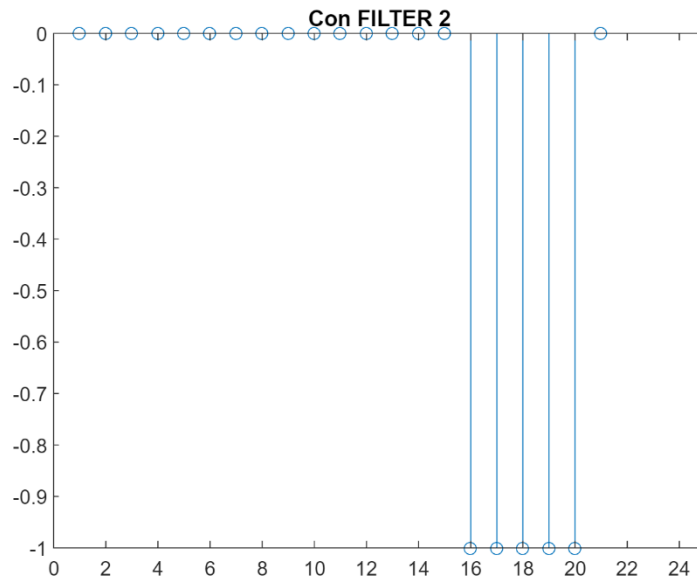
GRAFICA DE FUNCIÓN HECHA CON FILTER

```
RESULT = FILTER(VAL2,1,VAL1);
```

```
STEM(RESULT);
```

```
TITLE('CON FILTER 2');
```

```
XTICKS([ 0 : 2 : N ])
```

**INCISO C**

```
% RANGO DE X
X = -10 : 1 : 10;

% ESCALON
UNITSTEP = X>=0;
UNITSTEP2 = X>=-5;

% X[N]
MU = 'UNITSTEP';
MU2 = 'UNITSTEP2';
SYMS X

% Y[N]
DIR2 = 'DIRAC(G)';
SYMS G

DIR3 = 'DIRAC(G-10)';
SYMS G
G = -5 : 1 : 15;

% EVALUAR FUNCIONES
VAL1 = EVAL(MU) - EVAL(MU2);
VAL2 = EVAL(DIR2) + EVAL(DIR3);

% NORMALIZAR A 1 (DIRAC)
IDX = VAL2 == INF;
VAL2(IDX) = 1;
```



```
N = (LENGTH(VAL1) + LENGTH(VAL2) - 1);
```

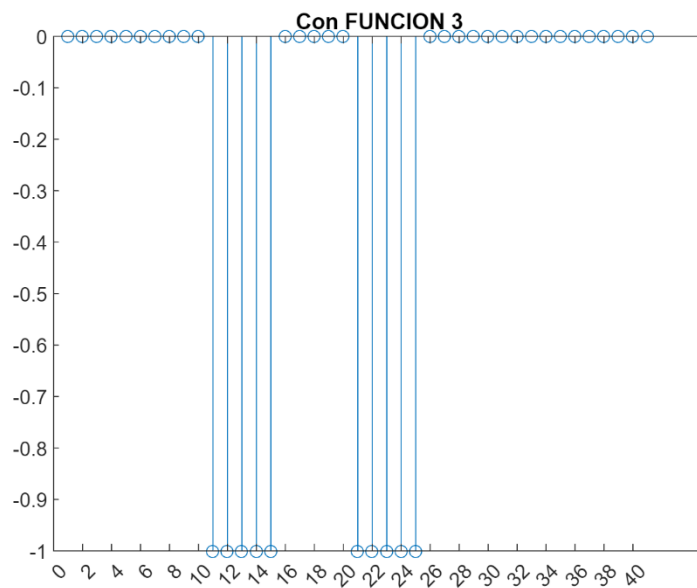
GRAFICA DE CONVOLUCIÓN HECHA A MANO

```
CAL = CONVOLUCION_DISC(VAL2, VAL1);
```

```
STEM(CAL);
```

```
TITLE('CON FUNCION 3');
```

```
XTICKS([ 0 : 2 : N ])
```



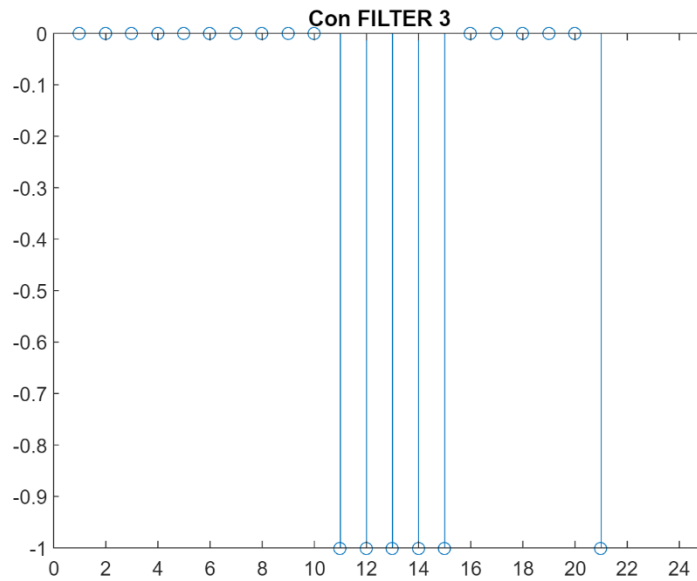
GRAFICA DE FUNCIÓN HECHA CON FILTER

```
RESULT = FILTER(VAL2,1,VAL1);
```

```
STEM(RESULT);
```

```
TITLE('CON FILTER 3');
```

```
XTICKS([ 0 : 2 : N ])
```



```
FUNCTION S = CONVOLUCION_DISC(H,X)
```

```
    NH = LENGTH(H);
```

```
    NX = LENGTH(X);
```

```
    % PREASIGNANDO VARIABLES:
```

```
    Y = ZEROS(NX,NH);
```

```
    Y = ZEROS(NX,NX+NH-1);
```

```
    S = ZEROS(1,NX+NH-1);
```

```
    % CREANDO MATRIZ:
```

```
    FOR J = 1:NX
```

```
        FOR I = 1:NH
```

```
            Y(J,I) = H(I)*X(J);
```

```
        END
```

```
        Y(J,J:J-1+NH) = Y(J,:);
```

```
    END
```

```
    % SUMANDO:
```

```
    FOR L = 1:NX + NH - 1
```

```
        S(L) = SUM(Y(:,L));
```

```
    END
```

```
END
```

```
% FUNCION QUE CALCULA LA CONVOLUCION "A MANO"
```

CONCLUSIÓN:

VALERIA: LA PRÁCTICA FUE COMPLETADA CORRECTAMENTE, POR LO QUE LOS OBJETIVOS SE CUMPLIERON DE IGUAL MANERA; A PESAR DE QUE HUBO ALGUNOS PROBLEMAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS SEÑALES DE ESCALÓN Y DE DIRAC, TRAS REALIZAR ALGUNAS INVESTIGACIONES ESTOS PROBLEMAS SE RESOLVIERON.

A LA HORA DE IMPLEMENTAR LA CONVOLUCIÓN IGUALMENTE TUVIMOS ALGUNOS PROBLEMAS, YA QUE SE



PENSABA QUE LOS VECTORES DEBÍAN SER DEL MISMO TAMAÑO, AL REVISAR LOS EJERCICIOS REALIZADOS EN CLASE NOS DIMOS CUENTA DE QUE NO ERA NECESARIO, POR LO QUE SE CREÓ UNA FUNCIÓN QUE HACE LA CONVOLUCIÓN "MANUALMENTE" CON EL ALGORITMO VISTO EN CLASE PARA EVITAR CONFUSIONES.

NO HUBO TANTO PROBLEMA CON LA FUNCIÓN DE FILTER, CON LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA Y TRAS UNA BREVE INVESTIGACIÓN SE PUDO IMPLEMENTAR CORRECTAMENTE, NOS DIMOS CUENTA DE QUE ESTA FUNCIÓN EN CIERTA MANERA "SUAVIZA" LAS ONDAS DE LAS FUNCIONES.

NAVIL: EN ESTA PRÁCTICA FUE POSIBLE VISUALIZAR DE MANERA GRÁFICA EL EFECTO DE LA CONVOLUCIÓN APLICADA A SEÑALES, QUE DE MANERA GENERAL CONSISTE EN APLICAR A UNA SEÑAL DE ENTRADA UN FILTRO (OTRA SEÑAL) PARA RESALTAR CIERTAS CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA, SUAVIZAR SEÑALES, ELIMINAR MUESTRAS QUE NO SON DESEABLES, ENTRE OTRAS APLICACIONES. DURANTE EL PROCESO DE LA PRACTICA PUDIMOS VER EL PROCESO DE CONVOLUCIÓN DESDE SU FORMA MATEMÁTICA Y A PARTIR DE ELLO GENERAR UNA FUNCIÓN PROPIA PARA APLICARLA A DOS SEÑALES, ASÍ COMO PUDIMOS UTILIZAR FUNCIONES DE MATLAB QUE NOS FACILITAN EL PROCESO, ENTENDIENDO CUALES SON LOS PARÁMETROS NECESARIOS, Y TENIENDO UNA IDEA DE QUÉ ES LO QUE REALIZA EXACTAMENTE LA FUNCIÓN.

MIGUEL: PUDIMOS VER QUE EN EL PROCESO DE CONVOLUCIÓN NO ES NECESARIO QUE LAS SEÑALES TENGAN EL MISMO TAMAÑO, TAL COMO OCURRE CON LAS OPERACIONES BÁSICAS COMO LA SUMA O LA MULTIPLICACIÓN, YA QUE EN ESTE PROCESO SE VA REALIZANDO LA SUMA DE MULTIPLICAR TODOS LOS VALORES DE LA FUNCIÓN "ORIGINAL" ($x[n]$) CON LOS DE LA "NUEVA" ($h[n]$) SIENDO ESTA PRIMERO INVERTIDA Y DESPUÉS RECORRIDA DE IZQUIERDA A DERECHA SOBRE $x[n]$.

FECHA FINAL DE ENTREGA: VIERNES, 13 DE OCTUBRE DE 2023