Práctica No. 1

Introducción al análisis de señales

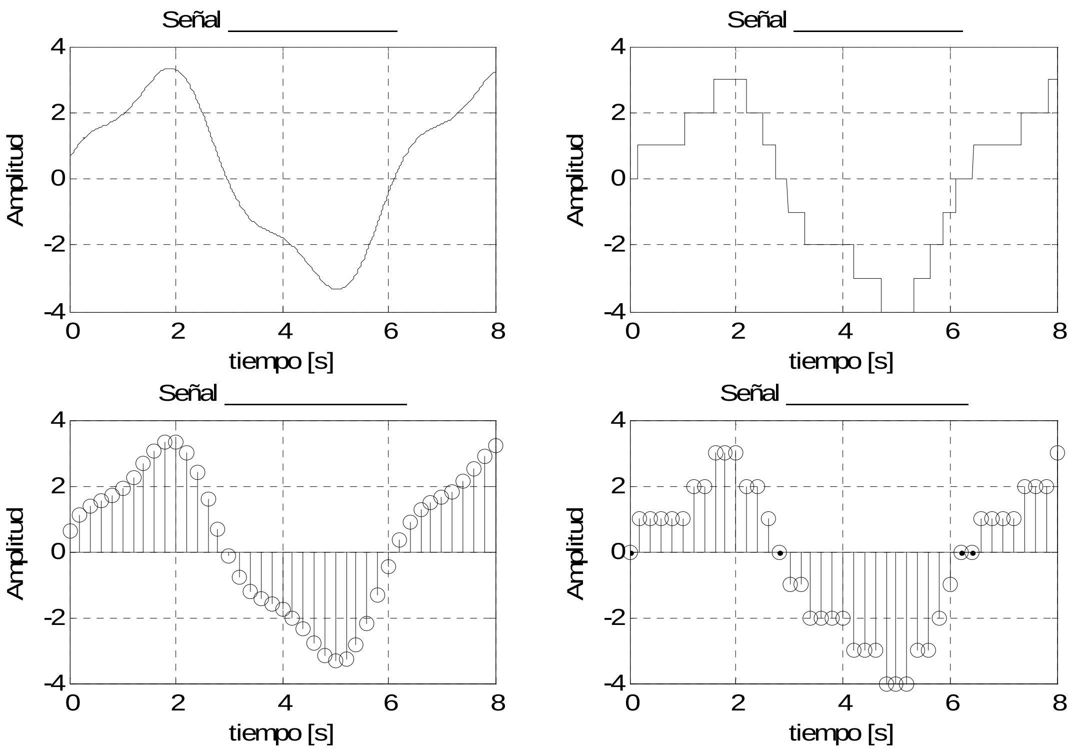
Objetivo:

- El estudiante será capaz de graficar la forma de onda de señales básicas mediante el software de MATLAB.
- El estudiante interpretará físicamente el comportamiento en el tiempo de diversas señales físicas.

Trabajo Previo

a) ¿Qué es una señal?

b) La siguiente figura muestra los cuatro tipos de gráficas en las cuales una señal puede ser clasificada de acuerdo a su forma de onda. Para cado caso escriba el nombre correspondiente



c) La característica principal de una señal consiste en su capacidad de transmitir información. Si en la figura del inciso anterior cada una de las señales mostradas guarda información en sus respectivas magnitudes, ¿cuál de ellas posee más información?, ¿cuál de ellas ofrece la mínima cantidad de información? y, desde el punto de vista de almacenamiento de la información, ¿cuál de ellas requiere de menor capacidad de almacenamiento?

d) Resuelva la Práctica 4 (Representación gráfica de funciones) del tutorial de MATLAB y SIMULINK:

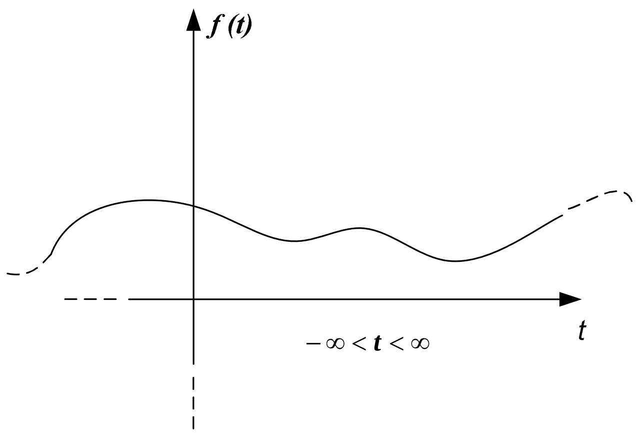
http://mx.geocities.com/analogico_unam/matlab/matlab.htm

Introducción

Las señales tratadas en el curso son básicamente funciones definidas en el tiempo. Es decir, el dominio de definición es el tiempo. Esto permite clasificar a las señales de acuerdo a la forma como el tiempo sea considerado:

- Si el tiempo se expresa por medio del conjunto de los números reales entonces se dice que la señal es *continua en el tiempo*.
- Si el tiempo se define por medio de los números enteros o mediante símbolos discretos, entonces la función temporal recibe el nombre de señal *discreta en el tiempo*.

En cualquier caso, el dominio es en general un conjunto infinito de elementos. La siguiente gráfica es un ejemplo de cómo se traza la forma de onda de una función *f(t)* cuyo dominio es infinito tanto en el sentido positivo como en el negativo del eje del tiempo.



Desde el punto de vista práctico, el estudio y la graficación de una señal se reducen a un intervalo o conjunto de intervalos dentro del dominio de definición. Este hecho nos lleva a las siguientes definiciones:

Definición. *Continum de números*. Es un conjunto de números en el que, para cualquier elemento del conjunto, es posible encontrar otro elemento cuya "cercanía" al primero es arbitraria.

Ejemplo. El conjunto de los números reales.

Definición. *Conjunto discreto de números*. Es aquel en el cual la diferencia entre los valores de dos elementos consecutivos es siempre mayor a alguna cantidad positiva distinta de cero.

Ejemplo. El conjunto de los números enteros, para los cuales la distancia entre elementos consecutivos es la unidad.

Definición. Denótese como $\mathbb{R}$ al conjunto de los números reales. Un *intervalo* es un conjunto con alguna de las siguientes formas

1. *Intervalo abierto:* $I_1 = \{t \in \mathbb{R}\colon t_a < t < t_b\} = (t_a, t_b)$
2. *Intervalo cerrado:* $I_2 = \{t \in \mathbb{R}\colon t_a \le t \le t_b\} = [t_a, t_b]$
3. *Intervalos que no son ni abiertos ni cerrados:* $\begin{cases} I_3 = \{t \in \mathbb{R}\colon t_a \le t < t_b\} = [t_a, t_b) \\ \\ I_4 = \{t \in \mathbb{R}\colon t_a < t \le t_b\} = (t_a, t_b] \end{cases}$

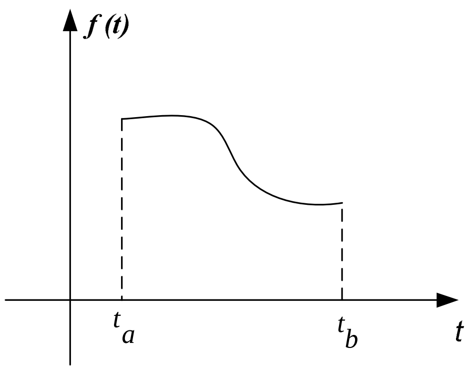
La expresión $\{t \in \mathbb{R} : 0 \le t < \infty\} = [0, \infty)$ significa que *t* puede tomar valores no negativos arbitrariamente grandes, pero no el infinito.

Problema.¿Cómo expresaría en forma matemática el hecho de que la variable *t* pueda tomar arbitrariamente valores positivos grandes, pero no el infinito?

Las señales pueden ser clasificadas de acuerdo a intervalo sobre el cual están definidas:

- Las señales de duración finita se llaman de *tiempo limitado*. En este caso, el intervalo de definición puede ser abierto o cerrado. Ejemplo

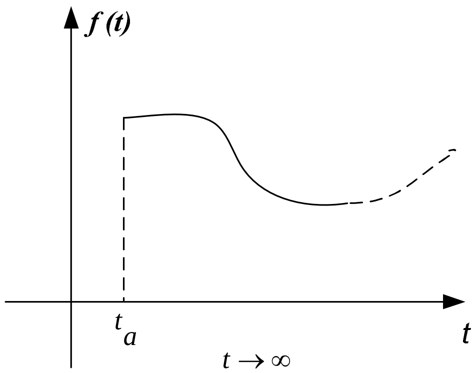
$$f(t), \quad t \in [t_a, t_b] \quad \Rightarrow$$



Este tipo de señal será la empleada en el curso para fines de **simulación**.

- Las señales de extensión semi-infinita de lado derecho son aquellas cuyo intervalo de definición es $\{t \in \mathbb{R} : t_a \leq t < \infty\} = [t_a, \infty)$, con t_a el instante de tiempo inicial. Ejemplo

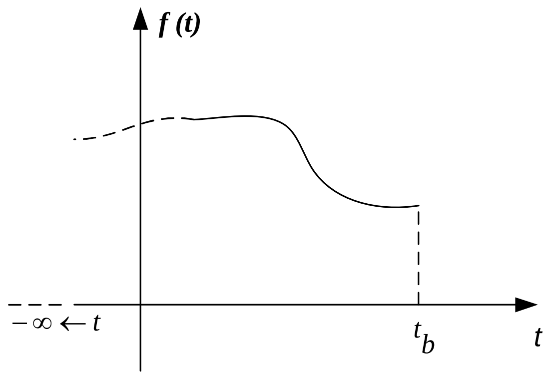
$$f(t), \quad t \in [t_a, \infty) \Rightarrow$$



Esta es la clase de señales que serán empleadas comúnmente para fines de **análisis**.

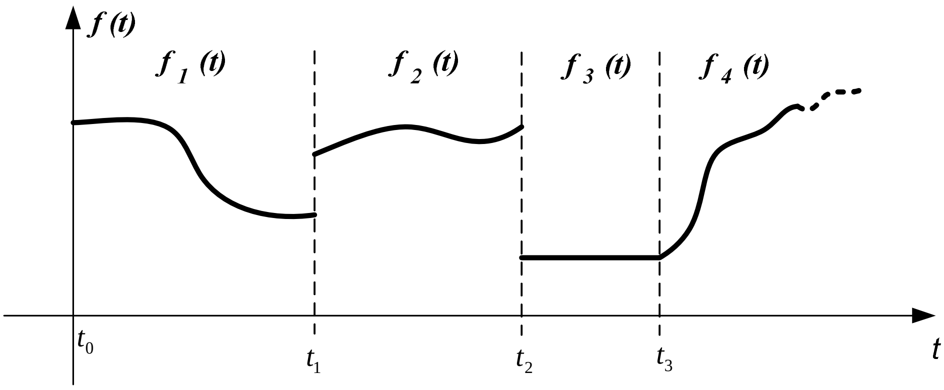
- Las señales de extensión semi-infinita de lado izquierdo son aquellas cuyo intervalo de definición es $\{t \in \mathbb{R} : -\infty < t \leq t_b\} = (-\infty, t_b]$

$$f(t), \quad t \in (-\infty, t_b] \Rightarrow$$



- Las señales continuas por tramos (segmentos) son funciones que poseen diferentes expresiones sobre intervalos diferentes. Ejemplo

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } -\infty < t < t_o \\ f_1(t) & \text{si } t_o \leq t < t_1 \\ f_2(t) & \text{si } t_1 \leq t < t_2 \\ f_3(t) & \text{si } t_2 \leq t < t_3 \\ f_4(t) & \text{si } t_3 \leq t < \infty \end{cases}$$



Desarrollo

1. Ejecute en MATLAB la siguiente lista de comandos (Recomendación: utilice un archivo m)

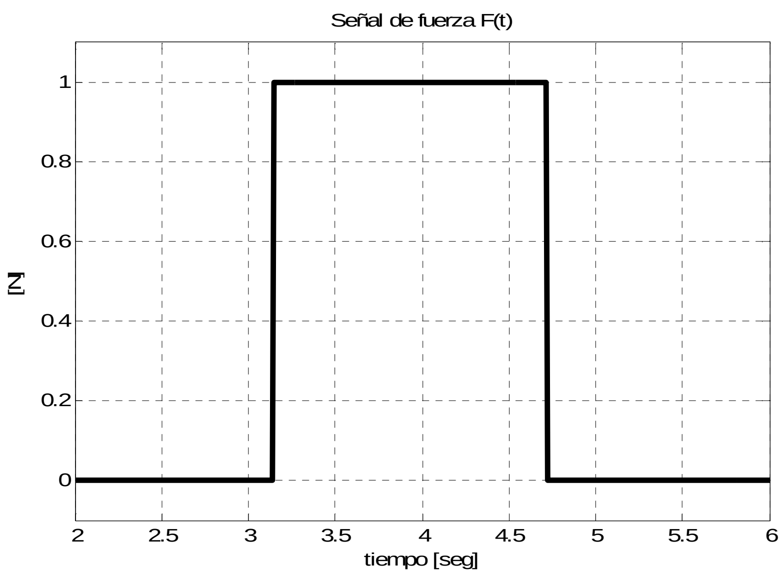
```
t=-2*pi:0.01:2*pi;  % Primer intervalo de tiempo: [-2π,2 π]
y=sin(2*t);         % Amplitud de la función seno
plot(t,y)           % Gráfica de la función
```

2. Modifique el script anterior de forma tal que el intervalo de definición de la gráfica sea

   a. [0,4 π]
   b. [-5 π,0]
   c. [1,6]

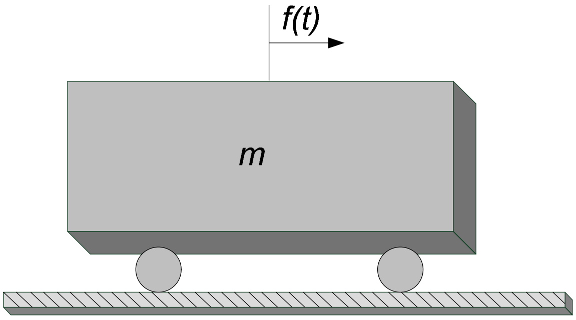
   Verifique los resultados mediante simulación

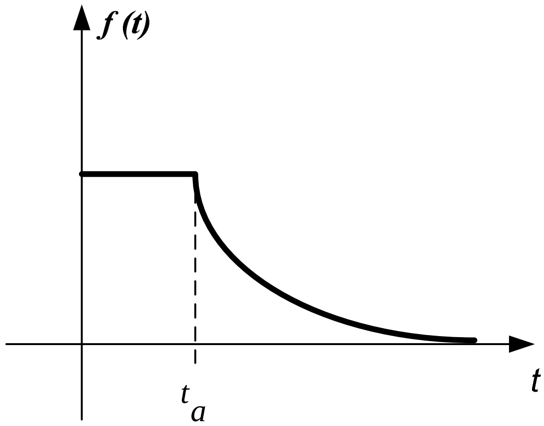
3. La siguiente gráfica corresponde a una señal de fuerza aplicada a un sistema mecánico



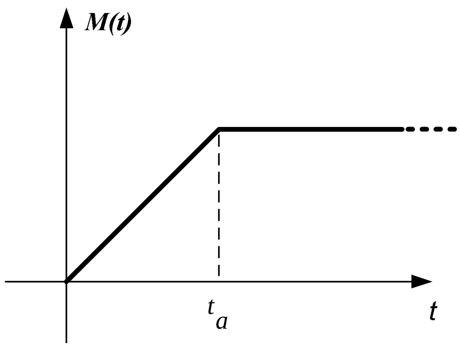
Su interpretación es la siguiente: Antes del instante de tiempo *t=3.1* la señal de entrada que es aplicada al sistema mecánico no existe o es cero. En el instante de tiempo *t=3.2* aparece una fuerza de magnitud 1[N], la cual se mantiene constante hasta el tiempo *t=4.7*. Sin embargo la fuerza de entrada deja de existir después del instante *t=4.7*.

4. La gráfica que a continuación se presenta corresponde a la velocidad traslacional *f(t)* del bloque mecánico mostrado. Con base a dicha gráfica describa con sus propias palabras el comportamiento del movimiento traslacional del bloque (considere que no existe fricción afectando el movimiento traslacional).

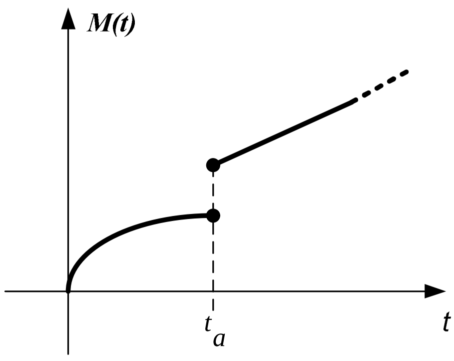




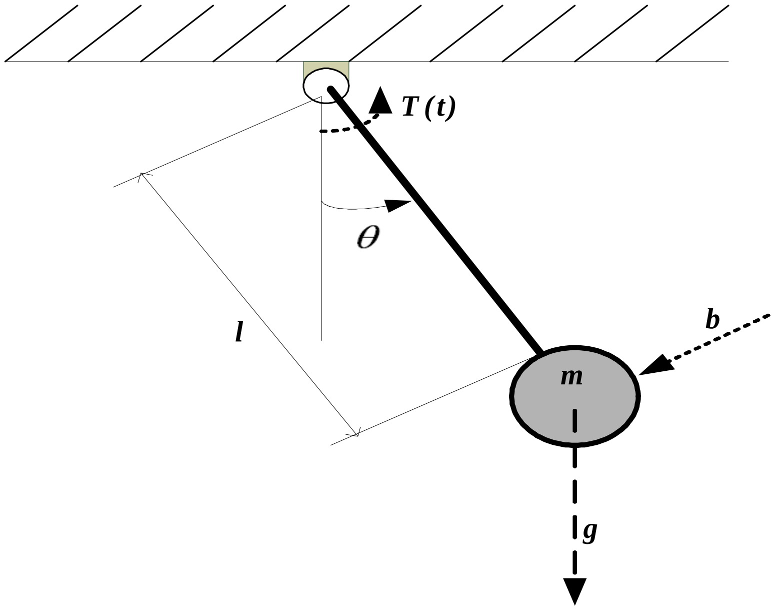
5. Describa con sus propias palabras el movimiento del bloque mecánico anterior considerando para ello únicamente las gráficas siguientes, donde *M(t)* es la posición del bloque
   a.



   b.

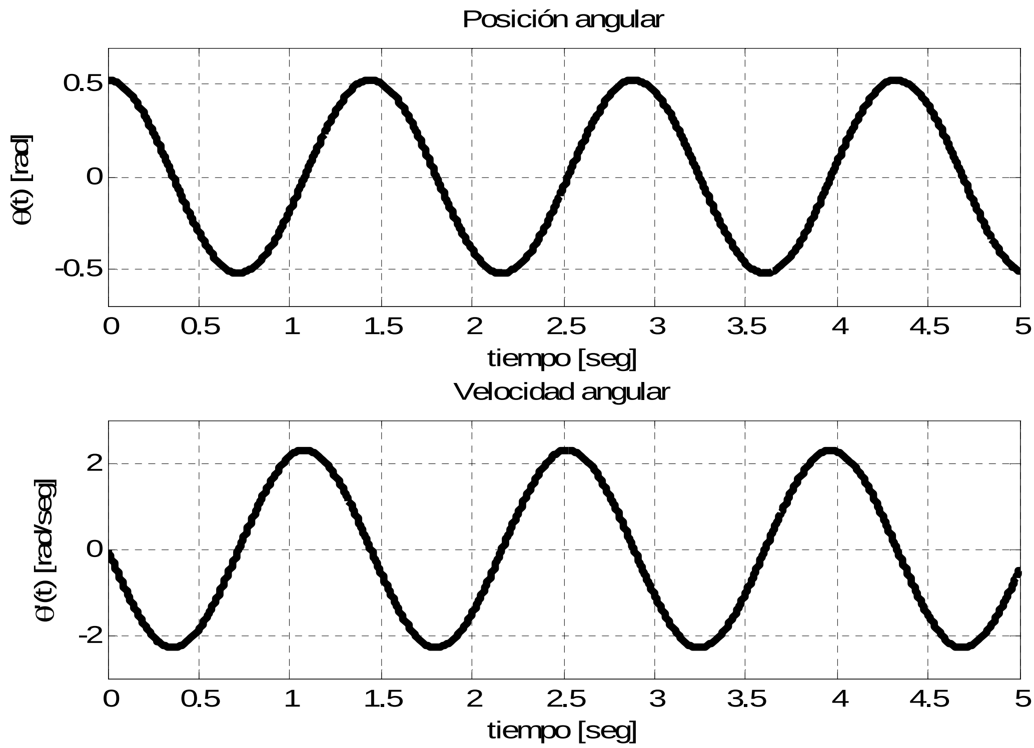


6. La siguiente figura muestra el esquemático de un péndulo simple. Los parámetros del péndulo son: el desplazamiento angular θ(t) con respecto a la vertical, la masa *m* del balín, la constante *b* de fricción del aire (constante de inercia), la constante de gravedad *g*, la longitud *l* de la varilla y T(t) es el torque de entrada que mueve al péndulo.



Suponga que el péndulo se encuentra inicialmente en la posición mostrada en la figura y que el torque aplicado es cero. Interprete las siguientes gráficas:

a. Gráficas del comportamiento en el tiempo tanto de la posición angular como de la velocidad angular del balín cuando la fricción del aire es nula (*b*=0)



b. Gráficas del comportamiento en el tiempo tanto de la posición angular como de la velocidad angular del balín cuando la fricción del aire es no nula ($b \neq 0$).