UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Departamento de Ingeniería Eléctrica,
Electrónica, de Computadores y Sistemas

INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

Guía de Prácticas

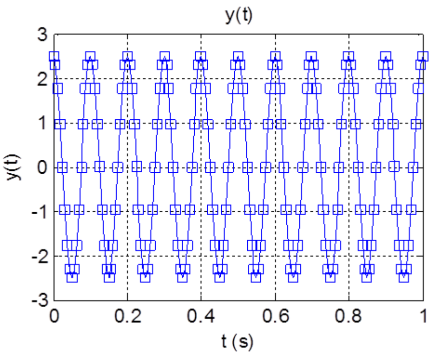
ASIGNATURA: Control de Procesos en Tiempo Real
CENTRO: Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón
ESTUDIOS: Ingeniero Industrial (especialidad Electrónica y Automática)
CURSO: 5º CUATRIMESTRE: 1
CARÁCTER: Optativa CRÉDITOS ECTS: 7.5
PROFESORADO: Ignacio Alvarez García, José Mª Enguita González

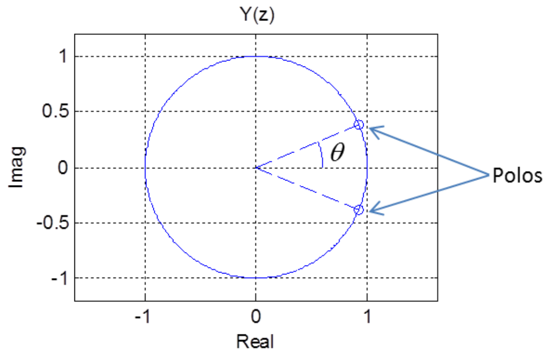
PRACTICA 04: Operaciones con tablas y matrices.

1. Desarrollar un programa en lenguaje C que solicite por pantalla los valores característicos de una señal cosenoidal con variable independiente tiempo: amplitud, frecuencia (Hz), frecuencia de muestreo (Hz), tiempo máx (seg), y a continuación calcule y escriba en pantalla la frecuencia de dicha senoidal.
2. A tener en cuenta en la realización del programa:

❑ La detección de la frecuencia fundamental de una señal senoidal se puede realizar a través de la identificación de un modelo AR discreto sencillo de orden 2 (2 polos complejos conjugados):

$$y_k = a_1.y_{k-1} + a_2.y_{k-2} \qquad Y(z) = \frac{1}{1 - a_1.z^{-1} - a_2.z^{-2}}$$





❑ Se puede estimar la frecuencia mediante el ángulo que forman las raíces complejas de: $p(z) = z^2 - a_1.z - a_2$

$$r + c.j = \frac{a_1 \pm \sqrt{a_1^2 + 4.a_2}}{2} \qquad \theta = \arctan\left(c/r\right) \qquad f = \frac{\theta}{\pi} \cdot \frac{f_m}{2}$$

❑ Para calcular a_1 y a_2, se puede realizar una estimación por mínimos cuadrados. Puesta la ecuación en diferencias en forma matricial para todo k, para un conjunto de n datos y_0 … y_{n-1}:

$$M_a.A = M_b \qquad M_a = \begin{bmatrix} y_1 & y_0 \\ y_2 & y_1 \\ \dots & \dots \\ y_{n-2} & y_{n-3} \end{bmatrix} \quad M_b = \begin{bmatrix} y_2 \\ y_3 \\ \dots \\ y_{n-1} \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}$$

- Con solución por mínimos cuadrados:

$$A = \left(M_a^t.M_a\right)^{-1}.M_a^t.M_b$$

- Puesto que $M_a^t.M_a$ es de orden 2 para este problema, su inversa se resuelve sencillamente de la forma siguiente:

$$M^{-1} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix} \Big/ (a.d - b.c)$$

3. Las matrices serán manejadas mediante de tablas unidimensionales:

```
float matriz[MAX_NFILAS*MAX_NCOLUS];
int nFilas,nColus;
nFilas=…;
nColus=…;
matriz[i*nColus+j] =Elemento fila i, columna j (i=0…nFilas-1, j=0…nColus-1)
```

4. Comprobación de resultados mediante Matlab (ojo, las matrices en Matlab empiezan en índice 1, no en 0 como en C):

```
>> frec=10; frecm=160; ampli=5; tmax=1;
>> t=0:1/frecm:tmax;
>> yk=ampli/2*cos(2*pi*frec/frecm*(0:length(t)-1));
>> Ma=[y(2:end-1);y(1:end-2)].';
>> Mb=y(3:end).';
>> A=inv(Ma.'*Ma)*Ma.'*Mb;
>> pol=[1;-A];
>> raices=roots(pol);
>> theta=angle(raices(1));
>> frec_calc=theta/pi*frecm/2;
```

5. Ampliaciones propuestas:

- Realizar previamente el cálculo de la desviación típica de los datos (ver práctica anterior), y devolver frecuencia 0 si la desviación no supera un umbral mínimo (esto es, la señal no tiene suficiente amplitud).

- Realizar la inversa de una matriz cuadrada de cualquier orden, mediante recursividad (http://es.wikipedia.org/wiki/Matriz_invertible#Inversi%C3%B3n_de_matrices_de_%C3%B3rdenes_superiores) o por eliminación de Gauss-Jordan (http://es.wikipedia.org/wiki/Eliminaci%C3%B3n_de_Gauss-Jordan#Encontrando_la_inversa_de_una_matriz).