

Procesamiento Digital de Señales

Introducción general

Condiciones y cronograma



Presentación de la Cátedra

- Dr. Diego Milone (PTS+CONICET)
- Dr. Leandro Di Persia (PApP+CONICET)
- Dr. Leandro Vignolo (JTP+CONICET)
- Bioing. José Tomas Molas (AuxS)
- Lic. Matias Gerard (AuxS)
- Dr. Hugo Leonardo Rufiner a/c (PTS+CONICET)

05/04/2013

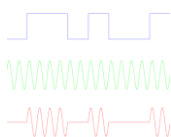
2

Introducción

Mundo Real



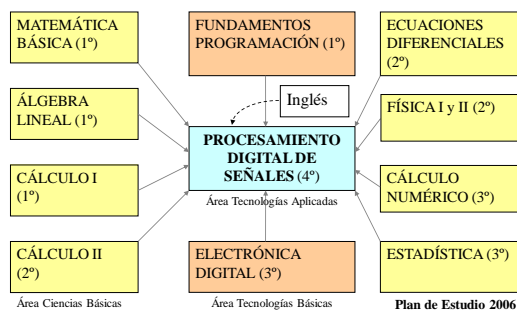
Señales
que transportan
Información
y son transformadas por
Sistemas



05/04/2013

3

Introducción



05/04/2013

4

Condiciones

- Ver Programación 2013
- Bibliografía: libro cátedra.
- Wiki de la cátedra: <http://pdsfich.wikidot.com/>
- Lista de correo: <http://groups.yahoo.com/group/mpdfich/>

05/04/2013

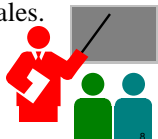
6

Introducción a las Señales



Temas a tratar

- Definiciones básicas de señales.
 - Clasificación de las señales.
 - Operaciones elementales sobre y entre señales.
-
- Contexto de la teoría de la señal.
 - Tipos de procesamientos más usuales.



05/04/2013

8

Objetivos

- Operar con señales** discretas y reconocer las características y propiedades generales de las mismas.
- Aprender a aplicar en **ejemplos sencillos** las herramientas y conceptos en estudio.
- Motivar el interés mediante **ejemplos concretos de aplicación**.
- Generar y manipular señales digitales en forma de **vectores** por medio de un **lenguaje de programación**.

05/04/2013

9

Definiciones

- La palabra señal tiene distintos significados según el contexto:
 - De uso común
 - De uso técnico
- Ambos significados están relacionados...

05/04/2013

10

Señal: Definiciones comunes

- Del latín “signale”.
 - Marca que se pone o hay en una cosa para darla a conocer o distinguirla de otras.
 - Signo, imagen o representación de una cosa.
- Otro concepto relacionado: Símbolo.



Señales de tránsito



Señales marítimas



Símbolos alfabéticos

05/04/2013

11

En textos “antiguos”...

- “Una gran **señal** apareció en el cielo: una Mujer, vestida de sol, con la luna bajo sus pies, y una corona de doce estrellas sobre su cabeza;” (Apocalipsis 12,1)

Se requiere un conocimiento previo para analizar e interpretar el significado de una señal... (código)



05/04/2013

12

Conceptos relacionados: Signo y símbolo

Se utilizan para **comunicar ideas o mensajes**.

- Signo:** específico de un cometido o circunstancia (más “físico”).
- Símbolo:** tiene un significado más amplio y menos concreto (más “abstracto”. Derivado de *Symbolum*).



:-)

 $\nabla, \partial, \int_a^b, f(x)$ 

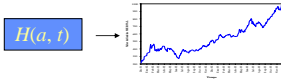
Los signos pueden ser comprendidos por humanos y animales; los símbolos no.

05/04/2013

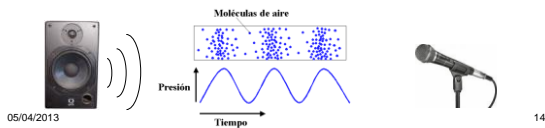
13

Señal: Definiciones técnicas

- Es una variable física, de la naturaleza que sea, que proporciona **información** sobre el estado o evolución de un **sistema**.



- Es la **representación** física de la **información** que transporta desde su fuente hasta su destino.



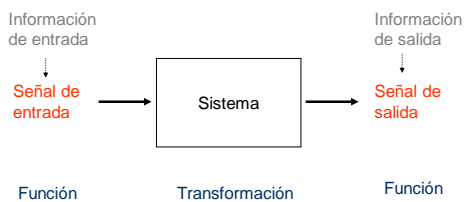
05/04/2013

14

Podemos ver el mundo como...

Señales *que transportan* Información *y son transformadas por* Sistemas

Podemos ver el mundo como...

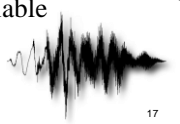


05/04/2013

16

Observaciones

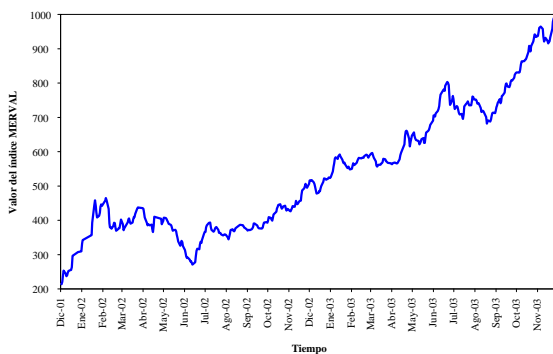
- Aunque las señales pueden ser representadas de muchas maneras, en cualquier señal la **información** está contenida en un **patrón de variaciones de alguna magnitud**.
- Las señales son representadas matemáticamente como **funciones** de una o más variables independientes.
- Generalmente se toma como variable independiente al tiempo.



05/04/2013

17

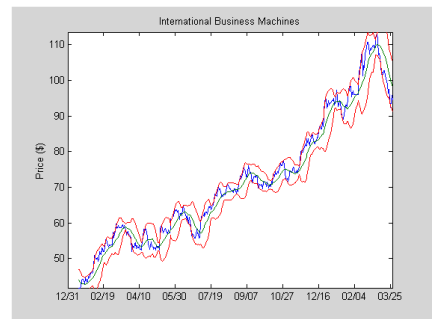
Ejemplo: Evolución del índice Merval



05/04/2013

18

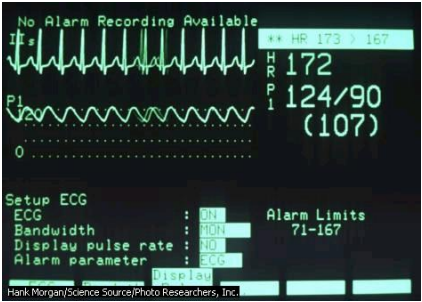
Ejemplo: Precio PCs IBM



05/04/2013

19

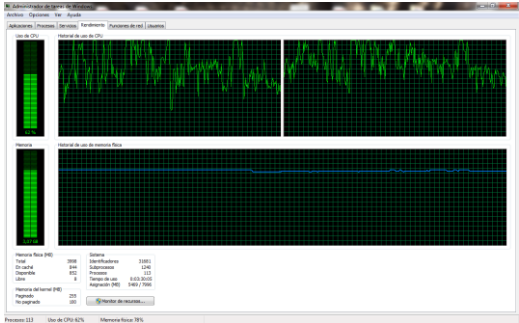
Ejemplo: Señal de ECG y Presión



05/04/2013

20

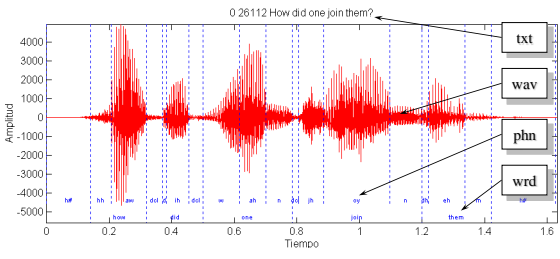
Ejemplo: Uso de CPU y Disco



05/04/2013

21

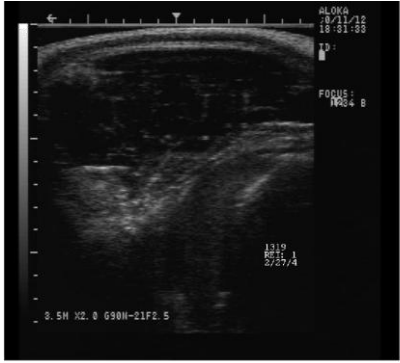
Ejemplo: Señal de Voz



05/04/2013

22

Ejemplo: Imagen Ecográfica



05/04/2013

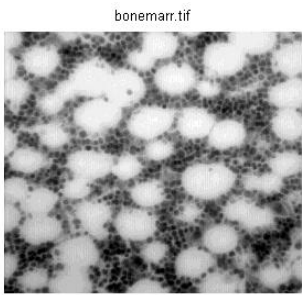
23

Ejemplo: Imágenes médicas



05/04/2013

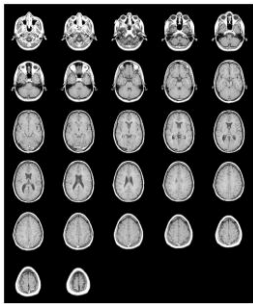
24



05/04/2013

25

Ejemplo: Imágenes médicas

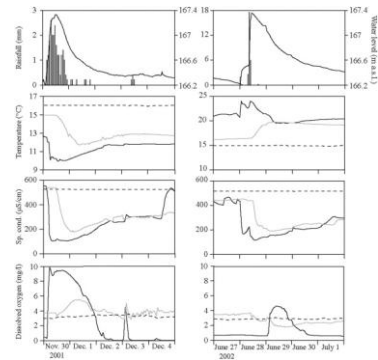


- TAC de cráneo
- La reconstrucción da una señal 3D

05/04/2013

26

Ejemplo: Señales hídricas...



05/04/2013

27

Señales de los cultivos...

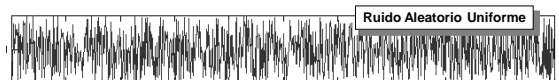


05/04/2013

28

Ruido

- Llamamos ruido a cualquier fenómeno que perturba la percepción o interpretación de una señal.
- Comparte la misma denominación que los efectos acústicos análogos.
- Generalmente aditiva, pero puede ser también: multiplicativa, convolucional, etc

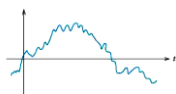


05/04/2013

29

Dicotomía Señal-Ruido

- La diferencia entre señal y ruido es artificial, y depende solamente del criterio del observador.



05/04/2013

30

Relación señal-ruido

- La **relación señal-ruido** (S/N o SNR) es una medida de cuanto una señal está contaminada por ruido.
- Puede ser expresada como la razón ξ entre la potencias de la señal P_s y la potencia del ruido P_r :

$$\xi = P_s / P_r$$

$$\xi_{dB} = 10 \log(P_s / P_r) \text{ dB}$$

05/04/2013

31

Procesamiento de señales con ruido

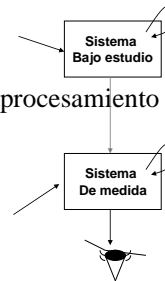
- Normalmente un sistema trata correctamente a una señal cuando el nivel útil de la misma es más alto que el nivel de ruido.
- Algunos métodos de procesamiento más elaborados permiten trabajar con pequeñas SNR, gracias a la información acerca de propiedades de la señal o del ruido conocidas a priori.

05/04/2013

32

Ubicación de las fuentes de ruido

- Relacionadas con el sistema bajo estudio:
 - Intrínsecas.
 - Asociadas.
- Relacionadas con el sistema de procesamiento o medida:
 - Internas.
 - Externas.



05/04/2013

33

Tipos de ruido

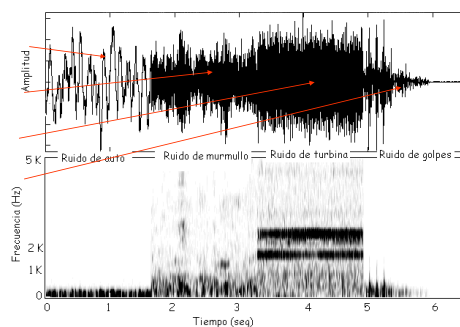
- Hay tantos tipos de ruido como señales, por lo tanto vale la misma clasificación.
- Es un error muy común suponer que el ruido es siempre aleatorio.
- Un tipo de ruido aleatorio muy utilizado es el ruido blanco...

05/04/2013

34

Ejemplos: ruido acústico

- Automóvil
- Murmullo
- Turbina
- Máquina



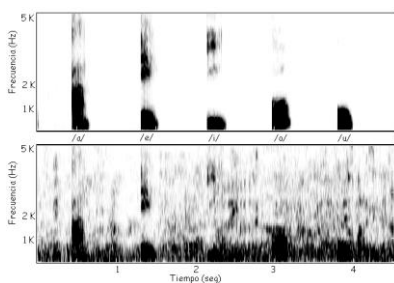
05/04/2013

35

Ejemplos: ruido acústico

Espectrogramas de:

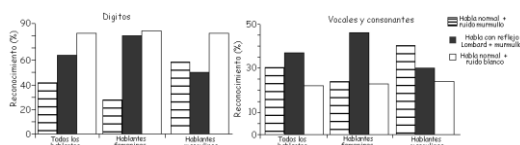
- señal de habla limpia (vocales /a/, /e/, /i/, /o/ y /u/)
- señal de habla con ruido (vocales /a/, /e/, /i/, /o/ y /u/ más murmullo de fondo) a una SNR de 0 dB.



05/04/2013

36

Ejemplos: ruido acústico



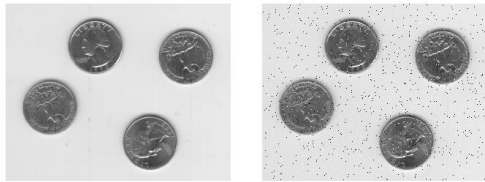
- Porcentajes de reconocimiento de palabras aisladas (dígitos, vocales y consonantes) para ON a una SNR de -10 dB, producidas por hablantes femeninos y masculinos en forma normal y con reflejo Lombard y utilizándose dos tipos de ruido: murmullo y blanco

05/04/2013

37

Ejemplo: ruido en imágenes

- “Sal y Pimienta”



05/04/2013

38

Señales Físicas y Modelos Teóricos (funciones)...

- Una señal experimental es la imagen de un proceso físico, y por lo tanto debe ser físicamente realizable.

05/04/2013

39

Señales Físicas y Modelos Teóricos (funciones)...

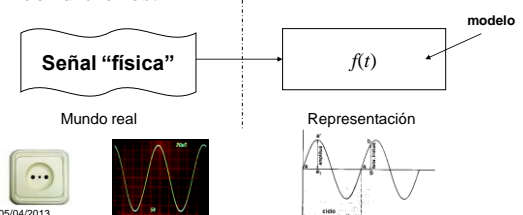
- Su energía debe ser finita.
- Su amplitud es necesariamente limitada.
- Esta amplitud es una función continua (la inercia del sistema prohíbe discontinuidad).
- El espectro de la señal es acotado (tiende a cero cuando la frecuencia tiende a infinito).

05/04/2013

40

Señales Físicas y Modelos Teóricos (funciones)...

- Cuando se elige una función para representar en forma **simplificada** una señal física, no es necesario que el modelo cumpla con esas condiciones.



05/04/2013

41

Clasificación de Señales

Criterios

Criterios de Clasificación de Señales

- Morfológico
- Fenomenológico
- Energético
- Dimensional
- Espectral
- Otros...

05/04/2013

43

Clasificación Morfológica

- Basada en el carácter continuo o discreto de la amplitud de la señal o de la variable independiente.

05/04/2013

44

Señales Discretas y Continuas en el dominio temporal

- El eje temporal es discreto si consiste en un conjunto finito o numerable de instantes de tiempo
- Una señal cuyo eje temporal es discreto (sólo está definida para esos instantes) se denomina señal de tiempo discreto.

05/04/2013

45

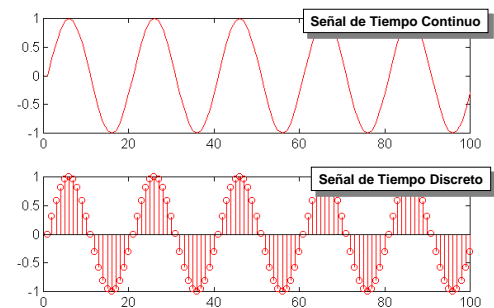
Señales Discretas y Continuas en el dominio temporal

- El eje temporal es continuo si consiste en un intervalo Real o Complejo. Este intervalo puede ser además infinito o semi-infinito.
- Una señal cuyo eje temporal es continuo se denomina señal de tiempo continuo.

05/04/2013

46

Ejemplos

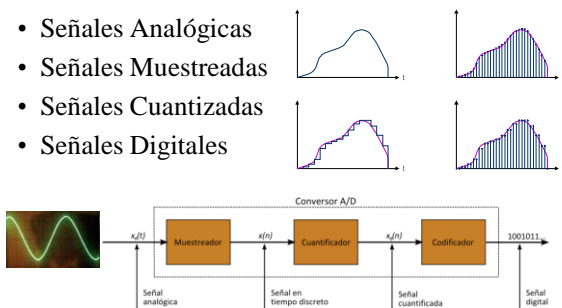


05/04/2013

47

Clasificación Morfológica

- Señales Analógicas
- Señales Muestreadas
- Señales Cuantizadas
- Señales Digitales

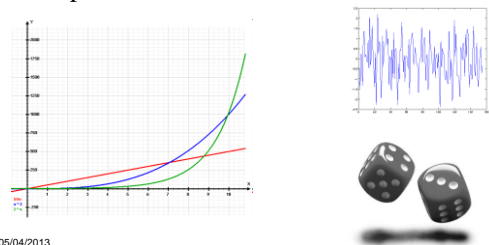


05/04/2013

48

Clasificación Fenomenológica

- Basada en la posibilidad de predecir o no la evolución “exacta” de la señal a lo largo del tiempo.



05/04/2013

49

Clasificación Fenomenológica

- Señales Determinísticas
 - Su evolución es **perfectamente** predecible por un modelo matemático.
 - Los próximos valores de la señal pueden ser **determinados exactamente** si son conocidas ciertas condiciones anteriores (o iniciales).
- Señales Aleatorias o Estocásticas
 - Su comportamiento es **impredecible** y sólo pueden describirse mediante observaciones y modelos **estadísticos**

05/04/2013 03:19:07 p.m.

Aleatorio vs Determinístico

- La palabra **aleatorio** se usa para expresar una **aparente** carencia de propósito, causa, u orden.
- El resultado de todo proceso aleatorio no puede **determinarse** en ningún caso antes de que este se produzca.
- Sin embargo, la aleatoriedad no debe confundirse con la **impredecibilidad práctica**.

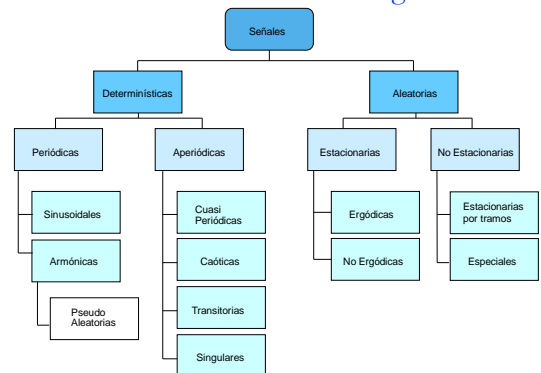
Dilbert



“El azar es la medida de nuestra ignorancia”
(Henri Poincaré, 1854 – 1912)

Por lo tanto no puede ser la explicación científica de ningún fenómeno...

Clasificación Fenomenológica

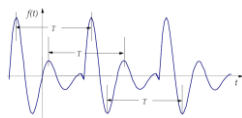


05/04/2013

53

Señales Periódicas

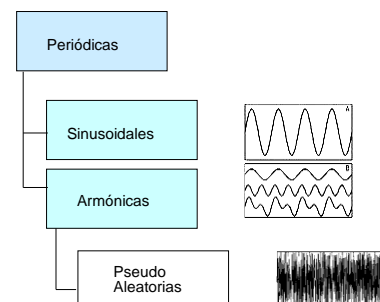
- Una señal continua es periódica si y sólo si
 - Caso Continuo: $x(t + T) = x(t)$ para todo $t \in (-\infty, \infty)$
 - Caso Discreto: $x(n + N) = x(n)$ para todo $n \in (-\infty, \infty)$
- El menor valor positivo de T o N para el que se cumple cada una de las ecuaciones anteriores se llama período de la señal.



05/04/2013

54

Clasificación Fenomenológica

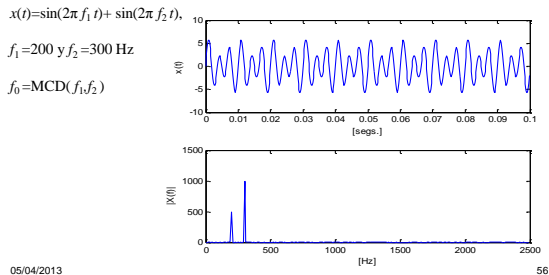


05/04/2013

55

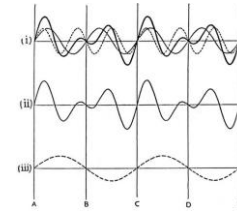
Señales Periódicas

- Armónicos: ondas senoidales cuyas frecuencias obedecen a una relación sencilla de números enteros.



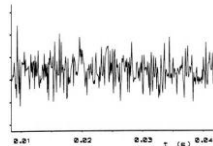
Señales Periódicas

- La superposición de ondas senoidales armónicas resultará en una señal periódica.



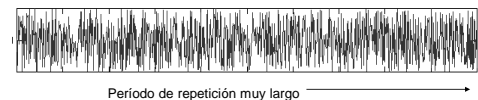
Señales Periódicas

- Si superponemos componentes no armónicas, obtendremos una forma de onda no periódica.



Señales Periódicas

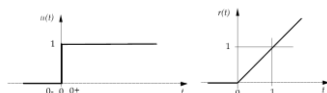
- Pseudo-aleatorias:
 - “Parecen” aleatorias pero en realidad no lo son.
 - Por ejemplo: secuencia random de la computadora.



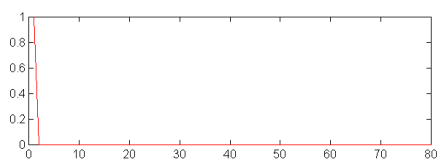
Generador Congruencial Multiplicativo

Señales Aperiódicas

- Cualquier señal determinística que no es periódica se dice que es **aperiódica**.
- Algunas señales aperiódicas tienen propiedades únicas y son conocidas como funciones **singulares** (no diferenciables).
 - Escalón unitario
 - Rampa unitaria
 - Delta de Dirac



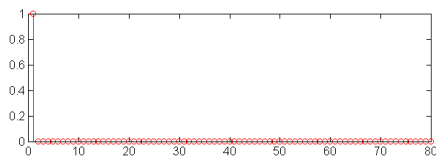
Delta de Dirac Continuo



$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$$

$$\delta(t) = 0, \quad t \neq 0$$

Delta de Dirac Discreto



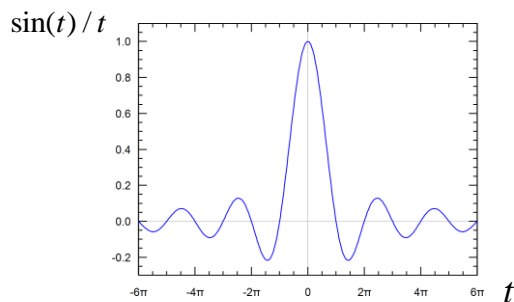
$$\delta[n] = 1, \quad n = 0$$

$$\delta[n] = 0, \quad n \neq 0$$

05/04/2013

62

Sinc

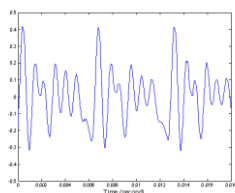


05/04/2013

63

Cuasiperiódicas

- “Casi” periódicas: pequeñas variaciones entre “cuasiperíodos”.
- Por ejemplo: duración, amplitud, etc.

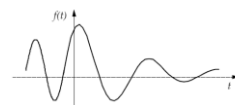


05/04/2013

64

Señales Transitorias

- Son aquellas que agotan su energía dentro del período de observación.
- Esta clasificación no depende tanto de la señal en sí, como de la escala temporal desde la cual se observa a la misma.
- No confundir con período transitorio de una señal o respuesta de un sistema.

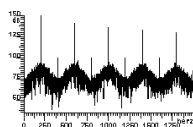


05/04/2013

65

Señales “caóticas”

- Son producidas por sistemas determinísticos bajo ciertas condiciones.
- La sensibilidad de estos sistemas a pequeñas perturbaciones las hace prácticamente impredecibles.
- Por ello pueden aparecer como si fueran aleatorias...



05/04/2013

66



05/04/2013

67

Proceso y Realización

- Una señal aleatoria es una realización o una muestra de un proceso.
- Una realización difiere de otra por su descripción temporal.
- El conjunto completo (infinito) de realizaciones definen el proceso.

05/04/2013

68

Definición formal

Sea ξ que denota el valor de un experimento. Para cada valor suponemos que se asigna una forma de onda $X(t, \xi)$

La colección de esas señales forman un proceso estocástico. El conjunto de $\{\xi_k\}$ y el índice temporal t pueden ser continuos o discretos.

Para $\xi_i \in S$ fijo (el conjunto de todos los valores experimentales),

$X(t, \xi_i)$ es una función específica del tiempo.

Para t fijo, $X_1 = X(t_1, \xi_i)$ es una variable aleatoria. El arreglo de todas esas realizaciones $X(t, \xi)$ en el tiempo constituye el proceso aleatorio $X(t)$.

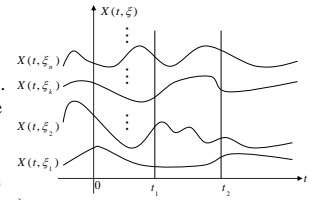
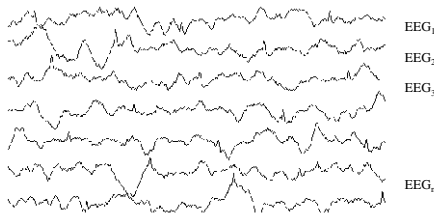


Fig. 1

05/04/2013

69

Ejemplo: EEG



- Proceso: EEG de niños entre 8 y 12 años, sanos, tomados en REM

05/04/2013

70

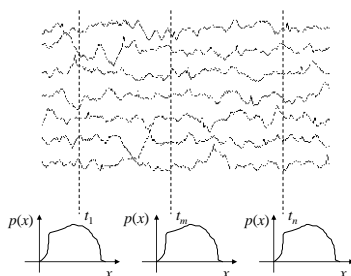
Estacionaridad

- Un proceso en el que las propiedades estadísticas de la señal no dependen del tiempo es estacionario.
- Un proceso se dice que es estacionario cuando la *fdp* no depende del tiempo.
- Prácticamente: de un proceso estacionario se pueden extraer parámetros estadísticos.

05/04/2013

71

Estacionaridad



05/04/2013

72

Ergodicidad

- El promedio estadístico a lo largo de la muestra es igual el promedio temporal a lo largo del eje del tiempo para cualquier función muestra.

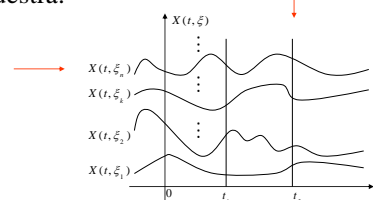


Fig. 1

05/04/2013

73

- Ergodicidad \Rightarrow Estacionariedad
- Estacionariedad \nRightarrow Ergodicidad

05/04/2013

74

Estacionaria por tramos

- Señales derivadas de sistemas que varían sus parámetros en forma lenta.
- Si se plantea un intervalo de tiempo suficientemente pequeño es posible suponer que la señal se mantiene estacionaria.
- Esto da origen al análisis por tramos.



05/04/2013

75

Clasificación Energética

- De acuerdo a si la señal posee, o no:
 - Energía finita
 - Potencia media finita

05/04/2013

76

Clasificación Dimensional

- Basada en el número de variables independientes del modelo de la señal.

05/04/2013

77

Clasificación Espectral

- Basada en la forma de la distribución de frecuencias del espectro de la señal.
 - Baja Frecuencia
 - Alta Frecuencia
 - De banda Angosta
 - De Banda Ancha

05/04/2013

78

Otras Clasificaciones

- Limitadas en duración
- Limitadas en amplitud
- ...

05/04/2013

79

Operaciones con señales

Operaciones básicas

- Operadores binarios
 - Adición – sustracción ...
 - Productos
 - por un escalar
 - punto a punto
 - interno / externo
 - ...
- Operadores unarios
 - Operaciones sobre el rango
 - Operaciones sobre el dominio
 - Interpolación y decimación

05/04/2013

81

Operaciones sobre el rango

$$x_{nuevo}(t) = \rho(x_{viejo}(t))$$

05/04/2013

82

Operaciones sobre el rango

$$x_{nuevo}(t) = \rho(x_{viejo}(t))$$

- Amplificación
- Rectificación
- Cuantización
- ...

05/04/2013

83

Operaciones sobre el dominio

$$x_{nuevo}(t) = x_{viejo}(\tau(t))$$

05/04/2013

84

Operaciones sobre el dominio

$$x_{nuevo}(t) = x_{viejo}(\tau(t))$$

- Compresión
- Expansión
- Inversión
- Traslación
- ...

05/04/2013

85

Interpolación y decimación

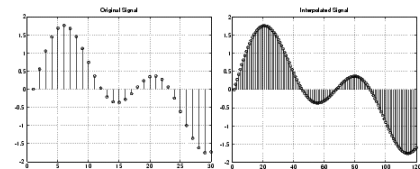
- Interpolación lineal
- Interpolación polinómica
- Interpolación sinc
- Decimación (muestreo)
- ...

05/04/2013

86

Interpolación

- La interpolación aumenta la frecuencia de muestreo original de una señal de tiempo discreto (puede ser hasta infinito).



05/04/2013

87

Interpolación

$$x(t) = \sum_n x^*(nT) \cdot i\left(\frac{t-nT}{T}\right)$$

05/04/2013

88

Interpolación de orden 0

$$i_{step}(t) = \begin{cases} 1 & 0 \leq t < 1 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

05/04/2013

89

Interpolación de orden 1

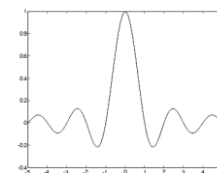
$$i_{linear}(t) = \begin{cases} 1 - |t| & |t| < 1 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

05/04/2013

90

El interpolador ideal

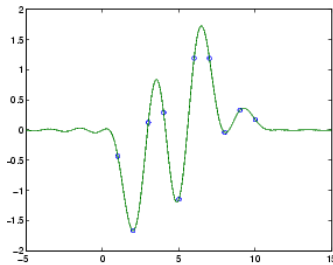
$$i_{sinc}(t) = \begin{cases} \sin(t)/t & t \neq 0 \\ 1 & t = 0 \end{cases}$$



05/04/2013

91

Interpolación ideal

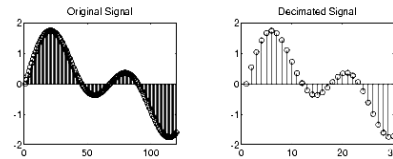


05/04/2013

92

Decimación

- La decimación reduce la frecuencia de muestreo original de una señal de tiempo discreto, es lo opuesto a la interpolación.



05/04/2013

93

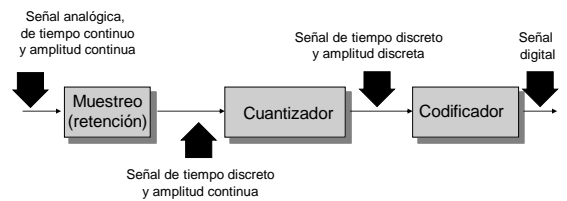
Digitalización de señales

- Conversión analógico/digital (A/D)
 - Ventaneo
 - Muestreo
 - Retención
 - Cuantización
 - Codificación (ej: binaria)

05/04/2013

94

Conversión A/D



05/04/2013

95

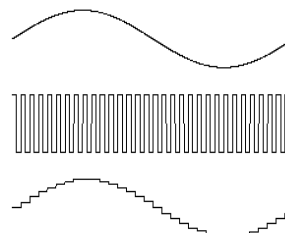
Algunas observaciones...

- Muestreo:
 - Solo medimos a intervalos prefijados por lo cual perdemos los cambios rápidos.
 - Dependemos de la fiabilidad del reloj del sistema.
- Ventaneo:
 - Solo medimos durante un intervalo finito de tiempo por lo cual perdemos los cambios más lentos.
 - La forma de esta ventana también afecta el resultado.

05/04/2013

96

Algunas observaciones...

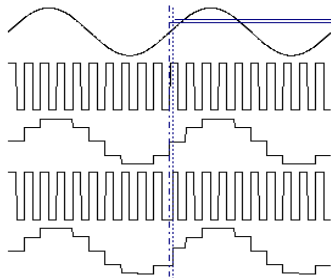


- Una señal continua
- ...medida contra un reloj...
- ...mantiene su valor entre cada pulso del reloj...

05/04/2013

97

Algunas observaciones...

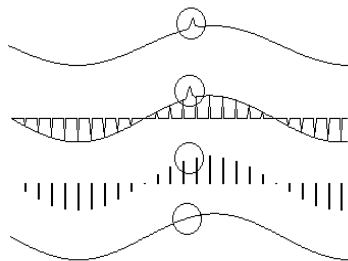


- Un reloj preciso...
- conduce a valores precisos.
- Un error en el reloj...
- ... se traduce en error en los valores.

05/04/2013

98

Algunas observaciones...

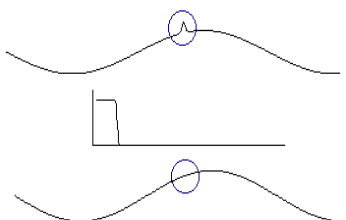


- Una "evento" de la señal...
- que ocurre entre muestras...
- parece como...
- si no hubiese estado allí

05/04/2013

99

Algunas observaciones...

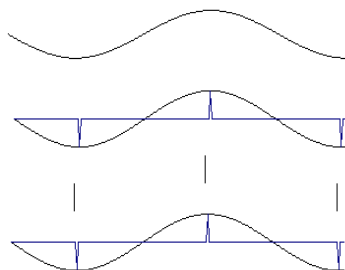


- Las componentes de alta frecuencia...
- ...pasadas por un filtro pasa bajos...
- ...desaparecen

05/04/2013

100

Algunas observaciones...

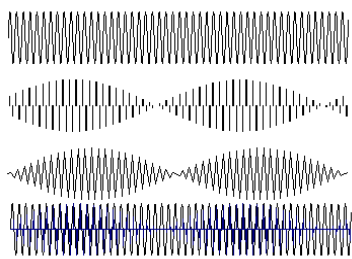


- Una señal periódica...
- muestreada dos veces por ciclo...
- tiene suficiente información como...
- para ser reconstruida

05/04/2013

101

Algunas observaciones...

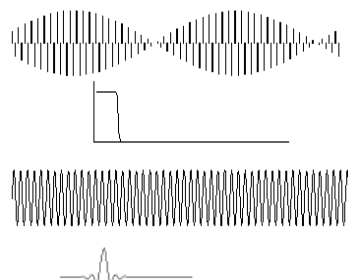


- Una señal de alta frecuencia...
- ...muestreada suficientemente rápido...
- ...puede verse todavía mal...
- ...pero puede ser reconstruida.

05/04/2013

102

Algunas observaciones...

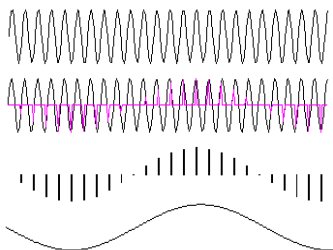


- Una señal muestreada...
- ...debe ser procesada por un filtro pasa-bajos...
- ...para reconstruir la señal original.
- La respuesta al impulso del filtro debe ser una sincrónica.

05/04/2013

103

Algunas observaciones...

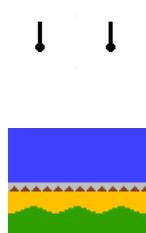


- Una señal de alta frecuencia...
- muestreada a una tasa muy baja...
- parece como...
- una señal de menor frecuencia.

05/04/2013

104

Algunas observaciones...



- Un objeto que gira a de alta frecuencia y lo iluminamos a baja frecuencia.
- Una "cámara" acelera constantemente hacia la derecha a la misma velocidad que los objetos se desplazan hacia la izquierda.

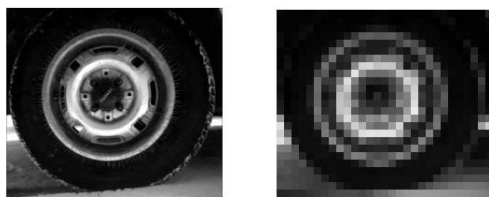
Otros problemas de aliasing temporal:
Efectos estroboscópicos o visuales

05/04/2013

105

Muestreo de Imágenes

- Efecto de "Aliasing"



05/04/2013

106

Muestreo y retención

- Muestreo Uniforme
- Muestreo No uniforme

05/04/2013

107

Cuantización

$$\rho(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ H \cdot \text{int}(x/H) & 0 \leq x < (N-1)H \\ (N-1)H & x \geq (N-1)H \end{cases}$$

05/04/2013

108

Cuantización de Imágenes

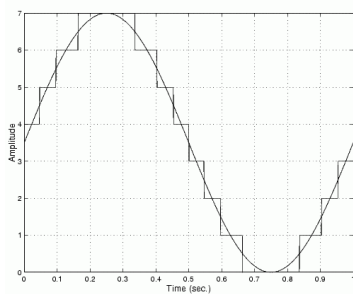
- 16 bpp
- 1 bpp



05/04/2013

109

Cuantización



05/04/2013

110

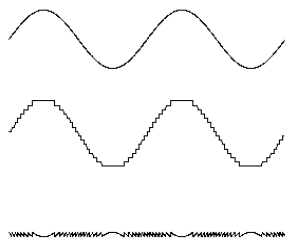
Algunas observaciones...

- Cuantización:
 - La precisión está limitada al número de bits disponible.
 - Depende también del rango dinámico de la señal.
 - Los errores introducidos en el proceso son no lineales y dependientes de la señal.
 - También pueden cometerse errores aritméticos dentro del procesador debido a la precisión.

05/04/2013

111

Algunas observaciones...



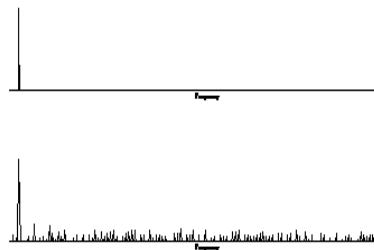
Ruido de cuantización ($\pm \frac{1}{2} \text{LSB}$)

- La precisión limitada en la cuantización...
- ...conduce a errores...
- ... que dependen de la señal

05/04/2013

112

Algunas observaciones...



- Por ello el espectro de un tono puro...

- ...se ensucia cuando lo cuantizamos.

05/04/2013

113

Teoría de la Comunicación y Teoría de Señales

(2da parte)

Contexto

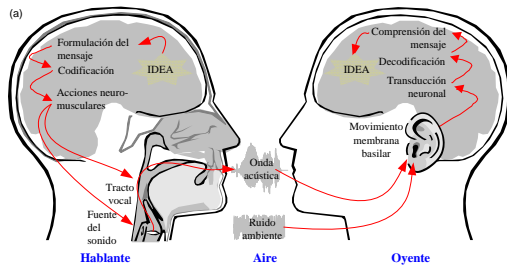
- El estudio de las señales se encuentra contenido en lo que se denomina

Teoría de la Comunicación

05/04/2013

115

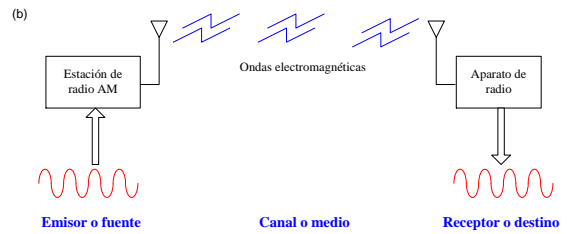
Ejemplo: la comunicación humana



05/04/2013

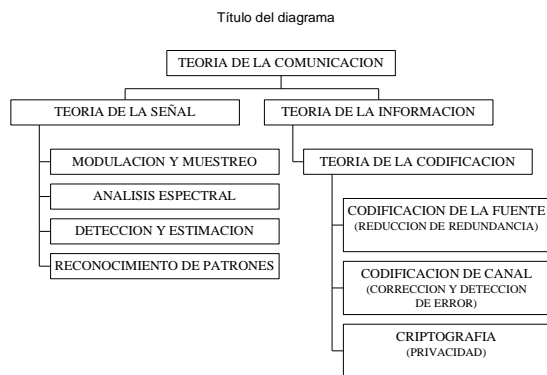
116

Ejemplo: la comunicación por radio



05/04/2013

117



05/04/2013

118

Teoría de la Información

- La teoría de la información se ocupa de la medición de la información, de la representación de la misma y de la capacidad de los sistemas de comunicación para transmitir y procesar información.
- C. E. Shannon: "A Mathematical Theory of Communication" (1948).

05/04/2013

119

Procesamiento de la Señal

- Es la disciplina técnica que, basada en los métodos de la teoría de la información y la señal, se encarga de la elaboración o interpretación de señales que transportan información, con la ayuda de la electrónica, la computación y física aplicada.

05/04/2013

120

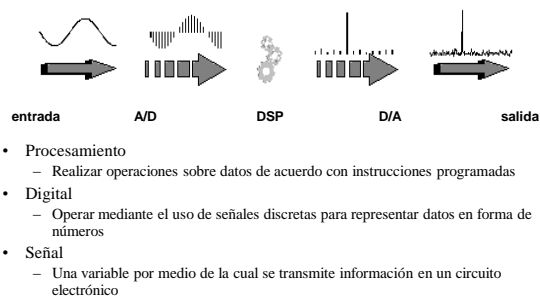
Procesamiento de Señales

- Principales objetivos
 - Extracción de la información útil que se encuentra en las señales y presentación los resultados en forma apropiada para el hombre o la máquina.
 - Generación de señales, que permiten el estudio del comportamiento de sistemas.
 - Transmisión o almacenamiento de la información contenida en las señales

05/04/2013

121

Procesamiento Digital de Señales (DSP)



05/04/2013

122

Procesamiento Digital de Señales (DSP)

• Definición sencilla:

“Modificar o analizar señales representadas a partir de una secuencia discreta de números”

05/04/2013

123

DSP: Ventajas

- Versatilidad:
 - Pueden ser reprogramados fácilmente
 - Pueden ser migrados a diferentes circuitos
- Repetibilidad:
 - Pueden ser fácilmente duplicados
 - No dependen de estrictas tolerancias de los coeficientes
 - Sus respuestas no varían con la temperatura
- Simplicidad:
 - Algunas cosas pueden ser hechas más fácilmente en forma digital que con sistemas analógicos

05/04/2013

124

DSP: Desventajas

- Trabaja con señales que provienen del mundo real.
- Utiliza “mucho” matemática (multiplicando y sumando señales) .
- Requiere un tiempo finito para dar una respuesta.
- Puede necesitar capacidades importantes de almacenamiento de datos.

05/04/2013

125

DSP: Aplicaciones

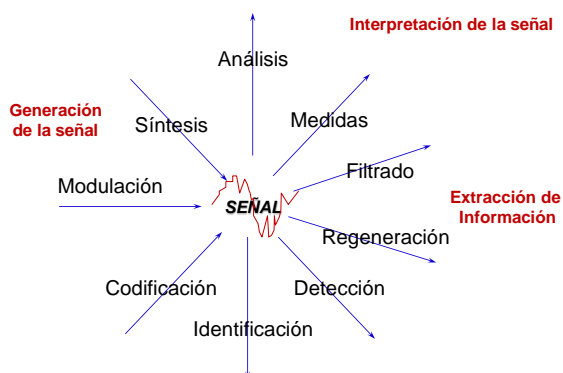
- Se utiliza en una gran variedad de aplicaciones:



- Y extensamente en la tecnología actual...

05/04/2013

126



05/04/2013

127

Técnicas de Procesamiento de Señales

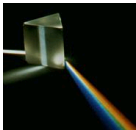
- Amplificación
 - Consiste en aumentar la amplitud, o potencia, de una señal eléctrica.
 - Es uno de los procesamientos más “sencillos”

05/04/2013

128

Técnicas de Procesamiento de Señales

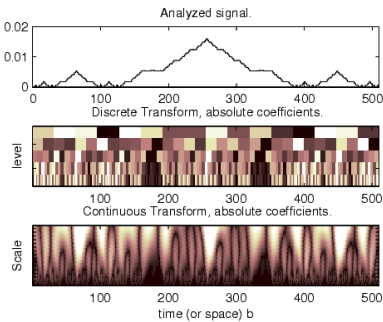
- Análisis
 - Consiste en aislar los componentes del sistema que tienen una forma compleja para tratar de comprender mejor su naturaleza u origen.
- Ej: Análisis Espectral de Sonido Cardíacos.



05/04/2013

129

Ejemplo: Análisis Autosimilar con Onditas

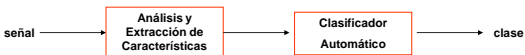


05/04/2013

130

Análisis

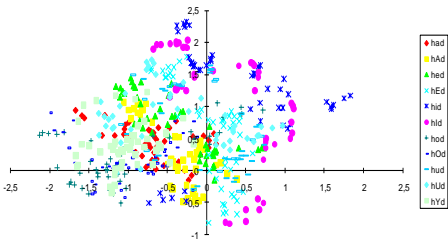
- Muchas veces se utiliza como etapa previa a un sistema automático de clasificación...



05/04/2013

131

Ejemplo clasificación Vocales (Deterding)



05/04/2013

132

Ejemplo de Vocales de Deterding

11 vocales de Inglés Británico hablado por 15 hablantes en un contexto h*d
528 de entrenamiento de 8 hablantes, 462 de prueba de los 7 restantes
Cada ejemplo en forma de un vector con 10 dimensiones

Algunos Resultados

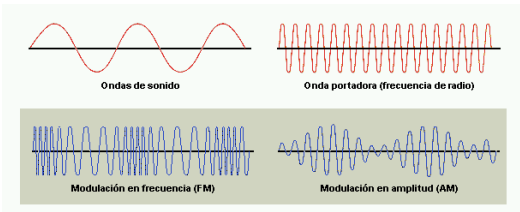
Clasificador	# de unidad	% correcto
Perceptron	-	33
PMC	88	51
PMC	22	45
PMC	11	44
RBR	528	53
RBR	88	48
1-NN	-	56

05/04/2013

133

Modulación

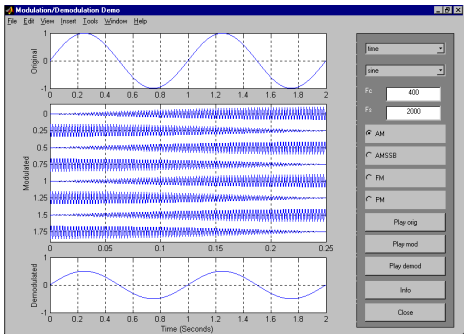
- La modulación consiste en variar la amplitud, la fase o la frecuencia de una señal portadora con referencia a una señal mensaje o moduladora.



05/04/2013

134

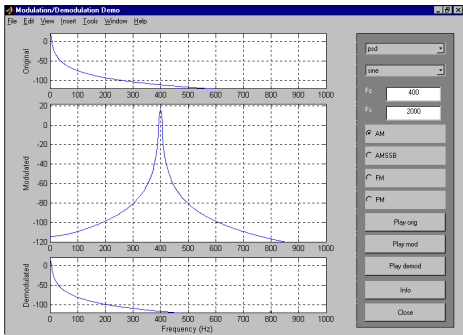
Ejemplo modulación AM



05/04/2013

135

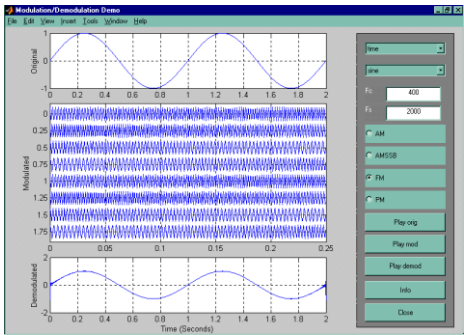
Ejemplo modulación AM



05/04/2013

136

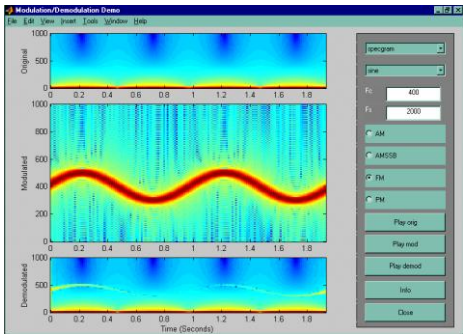
Ejemplo modulación FM



05/04/2013

137

Ejemplo modulación FM



05/04/2013

138

Técnicas de Procesamiento de Señales

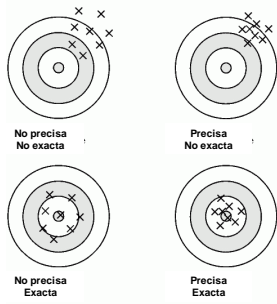
- Medición
- (especialmente en señales con componentes aleatorias)
 - Se trata de estimar el valor de una variable característica de la señal, con un determinado nivel de confianza.

Ej: Medición de la temperatura corporal.

05/04/2013

139

Medición: Precisión y Exactitud



- Diferentes situaciones para una medida, el valor real es el centro del blanco.

05/04/2013

140

Técnicas de Procesamiento de Señales

- Filtrado
 - Consiste en la eliminación de componentes indeseadas de la señal, preservando las de interés.

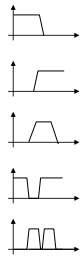
Ej: Eliminación ruido 50 Hz ECG.

05/04/2013

141

Filtrado

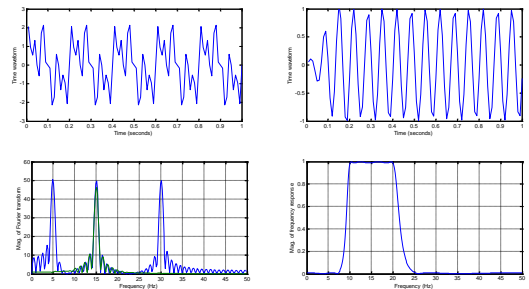
- Tipos de filtros:
 - Pasa-bajos (Lowpass)
 - Pasa-altos (Highpass)
 - Pasa-banda (Bandpass)
 - Rechaza-banda (Bandstop)
 - Multibanda (Multiband)



05/04/2013

142

Ejemplo Filtrado lineal 1D

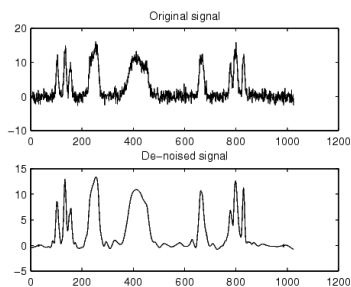


05/04/2013

143

Ejemplo Filtrado no lineal 1D

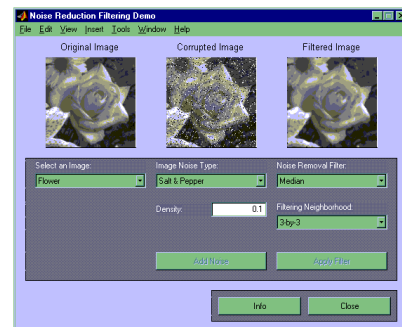
- Limpieza de ruido con Onditas



05/04/2013

144

Ejemplo Filtrado 2D



05/04/2013

145

Técnicas de Procesamiento de Señales

- Regeneración
 - Su objetivo es retornar la señal a su forma inicial, después que ésta haya sufrido algún tipo de distorsión.

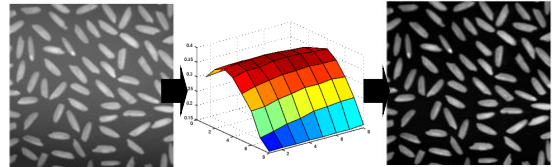
Ej: Deconvolución de una Imagen Médica.

05/04/2013

146

Ejemplo: Regeneración

- Imagen con iluminación no uniforme:



05/04/2013

147

Técnicas de Procesamiento de Señales

- Detección
 - Determinación de la presencia o ausencia de una señal
 - Extracción de una señal útil de un ruido de fondo de grandes dimensiones.

Ej: Potenciales Evocados.

05/04/2013

148

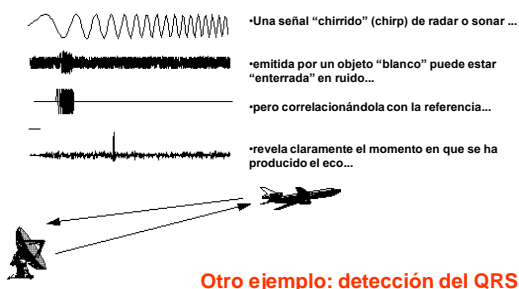
Detección y correlación...

- La correlación cruzada puede ser utilizada para detectar y localizar una señal conocida de referencia inmersa en ruido:
 - Una copia de la señal conocida de referencia se correlaciona con la señal desconocida.
 - La correlación será alta cuando la referencia sea similar a la señal desconocida.
 - Un valor grande de correlación muestra el grado de confianza en la detección de la señal.
 - Este valor indica también cuando ocurre la señal de referencia.

05/04/2013

149

Detección y correlación...



05/04/2013

150

Técnicas de Procesamiento de Señales

- Identificación
 - Es un proceso complementario, que permite clasificar la señal observada.
 - Las técnicas de Correlación son frecuentemente usadas con este fin.
 - En el caso paramétrico culmina en la obtención de un conjunto de parámetros que caracterizan a la señal.

Ej: Diagnóstico Automático de Patologías (para casos complejos puede requerir el uso de técnicas de Reconocimiento de Patrones e IA).

05/04/2013

151

Identificación y correlación...

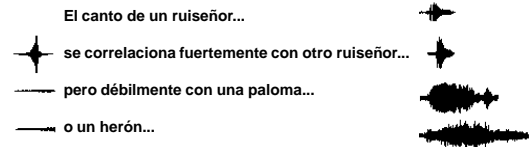
- La correlación cruzada puede ser utilizada para identificar una señal por comparación con una librería de señales conocidas de referencia:
 - La señal desconocida es correlacionada con un número de señales conocidas de referencia.
 - La mayor correlación corresponde al patrón o referencia más similar.

05/04/2013

152

Identificación y correlación...

- Por ejemplo:



05/04/2013

153

Identificación y correlación...

- La correlación cruzada es una de las formas en las cuales un sonar puede identificar distintos tipos de cuencas o lechos:
 - Cada cuenca tiene una “firma” de sonar única.
 - El sistema del sonar posee una librería de ecos pregrabados desde diferentes cuencas.
 - Un eco de sonar desconocido se correlaciona con la librería de ecos de referencia.
 - Cuando más grande es la correlación más probable es la coincidencia.

05/04/2013

154

Técnicas de Procesamiento de Señales

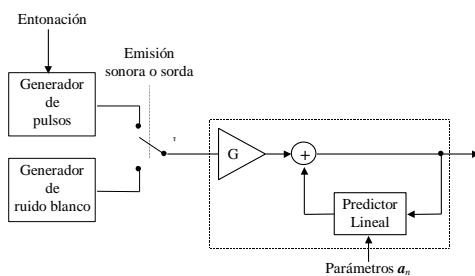
- Síntesis
 - Es la operación opuesta al análisis, consiste en crear una señal con una forma apropiada mediante la combinación, por ejemplo, de un número de señales elementales.

Ej: Sintetizador de Voz Artificial.

05/04/2013

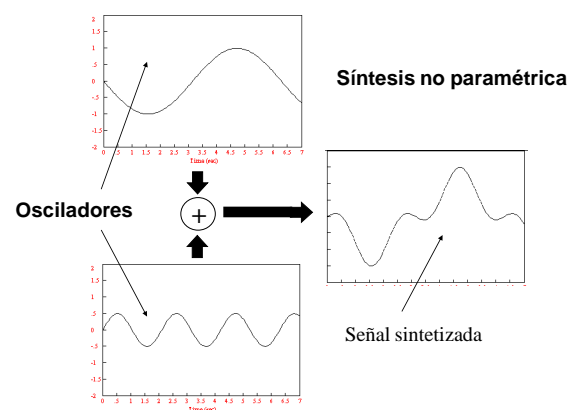
155

Ej: Sintetizador paramétrico de voz



05/04/2013

156



05/04/2013

157

Técnicas de Procesamiento de Señales

Codificación

1) Reducción de redundancia en una señal.

- Es frecuentemente usada aprovechar el ancho de banda o el volumen de memoria de una computadora. Ej: **Compresión de ECG**.

2) Reducción de los efectos del ruido

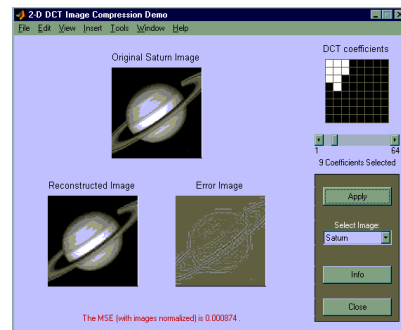
- La modulación y traducción a frecuencias son las formas principales de adaptar una señal a las características de una línea de transmisión, de un filtro analizador, o de un medio de registro. Ej: **Transmisión de ECG por TE**.

DSP

05/04/2013

158

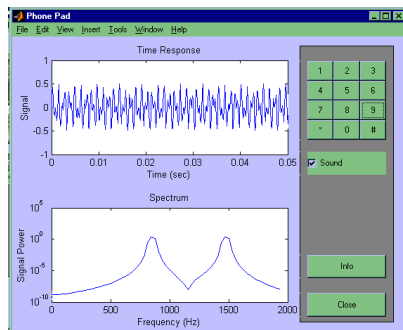
Ejemplo de Codificación (1)



05/04/2013

159

Ejemplo de Codificación (2)



05/04/2013

160

Bibliografía para esta Unidad

En general se puede encontrar una introducción a señales en casi cualquier texto de “Señales y Sistemas”. Por ejemplo:

- Sinha: 2.1 a 2.5
- Kwakernaak: 1.1 a 1.3, 2.1 a 2.3, 2.5
- Oppenheim-Willsky: 2.1 a 2.4
- Cohen: 1.2, 1.3, 3.3

(Las referencias completas se encuentran en el libro de la Cátedra)

05/04/2013

161