

# SEÑALES Y SISTEMAS I.

## I. PROPÓSITO.

PROPORCIONAR AL PERSONAL DISCENTE LAS TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE SEÑALES Y SISTEMAS DISCRETOS, TANTO EN EL DOMINIO DEL TIEMPO COMO DE LA FRECUENCIA QUE LE PERMITAN DISEÑAR SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DE DATOS, EVIDENCIANDO LOS VALORES FUNDAMENTALES DEL EJÉRCITO Y FUERZA AÉREA MEXICANO.

## II. ALCANCES.

LA ASIGNATURA DE SEÑALES Y SISTEMAS I ES UNA ASIGNATURA ANTECEDENTE DE LA ASIGNATURA DE SEÑALES Y SISTEMAS II, SIENDO UNA ASIGNATURA DE LAS CIENCIAS DE LA INGENIERÍA; EN LOS TEMAS CONTEMPLADOS EN LA ASIGNATURA, SE EMPLEAN ASPECTOS DESDE CONCEPTOS DE CONVERSIÓN A/D INCLUYENDO MUESTREO, CUANTIFICACION, CODIFICACIÓN Y CÁLCULOS DE RELACIÓN SEÑAL A RUIDO. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE SEÑALES Y DE SISTEMAS DISCRETOS EN EL DOMINIO DEL TIEMPO. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE SEÑALES Y DE SISTEMAS DISCRETOS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA. TRANSFORMADA Z Y SU APLICACIÓN AL ANÁLISIS DE SISTEMAS DISCRETOS. HASTA UNA INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE FILTROS DIGITALES.

## III. METODOLOGÍA DEL TRABAJO.

- A. EL PERSONAL DOCENTE UTILIZARÁ EL MÉTODO INDUCTIVO DURANTE LA EXPOSICIÓN DE LOS TEMAS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS SENCILLOS, ASIGNARÁ TAREAS QUE REFUERZEN EL MATERIAL VISTO EN EL SALÓN DE SESIÓN.
- B. EL PERSONAL DISCENTE RESOLVERÁ PROBLEMAS ESPECIALES DE APLICACIÓN EN INGENIERÍA DE COMUNICACIONES, REALIZARÁ POR LO MENOS UN TRABAJO EXTRA CLASE, PREVIO A CADA UNA DE LAS EVALUACIONES PARCIALES, CON EL FIN DE REFORZAR LOS CONOCIMIENTOS TEÓRICOS Y LOS ASPECTOS PRÁCTICOS.
- C. PARA COMPLEMENTAR LOS EJES TRANSVERSALES DEL CURSO DE FORMACIÓN Y FOMENTAR LA EDUCACIÓN INTEGRAL DEL PERSONAL DISCENTE SE IMPARTIRÁN LOS PROGRAMAS DE APOYO EDUCATIVO, QUE TIENEN RELACIÓN CON ESTA ASIGNATURA COMO SON DESARROLLO HUMANO, DIFUSIÓN DE LA CULTURA, DE LA COMANDANCIA DEL CUERPO, TRABAJO PSICOPEDAGÓGICO, TUTORIAL, ENTRE OTROS.

D. ASIMISMO, PARA EL DESARROLLO ARMÓNICO E INTEGRAL DEL PERSONAL DISCENTE CON LA IMPARTICIÓN DE ESTA ASIGNATURA, SE PROMOVERÁN Y POTENCIARÁN LOS VALORES DE LEALTAD, HONRADEZ, HONOR, ABNEGACIÓN, ESPÍRITU DE CUERPO, PATRIOTISMO, VALOR Y DISCIPLINA EN CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES EDUCATIVAS.

#### IV. PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN.

SE APLICARÁN 3 EVALUACIONES PARCIALES Y UNA EVALUACIÓN FINAL ORDINARIA UTILIZANDO LA ESCALA DE CALIFICACIÓN DEL 0 AL 10, LA CALIFICACIÓN MÍNIMA APROBATORIA ES DE 6, CONSIDERANDO UN VALOR PARA CADA EVALUACIÓN PARCIAL ; LA CALIFICACIÓN FINAL SE INTEGRARÁ CON 60 % DEL PROMEDIO DE LAS EVALUACIONES PARCIALES Y EL 40 % DE LA EVALUACIÓN FINAL, DE ACUERDO CON LO SIGUIENTE:

##### A. EVALUACIÓN PARCIAL.

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| a. EXAMEN ESCRITO           | 70 %  |
| b. PARTICIPACIÓN EN SESIÓN. | 15 %  |
| c. TRABAJOS EXTRACLASE.     | 15 %  |
| TOTAL.                      | 100 % |

##### B. EVALUACIÓN FINAL

|                    |       |
|--------------------|-------|
| a. EXAMEN ESCRITO. | 100 % |
| TOTAL.             | 100 % |

##### C. LA CALIFICACIÓN FINAL DE LA ASIGNATURA SE INTEGRARÁ CON:

|   |       |
|---|-------|
| a. PROMEDIO DE LAS EVALUACIONES PARCIALES | 60 %  |
| b. EXAMEN FINAL ORDINARIO.                | 40 %  |
| TOTAL.                                    | 100 % |

DE ACUERDO CON EL ART. 80 PÁRRAFO V, DEL REGLAMENTO DE LA ESCUELA MILITAR DE INGENIEROS, QUEDA EXENTO EL PERSONAL DISCENTE; QUE OBTENGA UN PROMEDIO MÍNIMO DE 9.0 PUNTOS EN UNA ASIGNATURA, DESPUÉS DE HABER SUSTENTADO LOS EXÁMENES PARCIALES DE LA MISMA, ASENTÁNDOSE LA CALIFICACIÓN OBTENIDA EN EL PROMEDIO, QUEDANDO A ELECCIÓN DEL PERSONAL DISCENTE LA OPCIÓN DE PRESENTAR DICHA EVALUACIÓN, PARA INCREMENTAR SU PROMEDIO GENERAL.

DE ACUERDO CON LA EVALUACIÓN CONTINUA, EN DONDE EL PERSONAL DOCENTE CORROBORA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS; ÉSTA SE REALIZARÁ DE ACUERDO CON EL CRITERIO DEL PERSONAL DOCENTE AL FINALIZAR LA

SESIÓN, A TRAVÉS DE PREGUNTAS ESCRITAS U ORALES O TRABAJOS EXTRASESIÓN, QUE PERMITAN OBJETIVAR EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, SIENDO REGISTRADA POR EL PERSONAL DOCENTE PARA INCORPORAR ESTE REGISTRO A LA EVALUACIÓN SUMATORIA DEL PERSONAL DISCENTE.

PARA EVALUAR EL ASPECTO AXIOLÓGICO QUE SE RESALTA EN ESTA ASIGNATURA, SE EMPLEARÁN INSTRUMENTOS BASADOS EN LA OBSERVACIÓN, TALES COMO ESCALA ESTIMATIVA, LISTA DE VERIFICACIÓN O DE COTEJO, ASI COMO EL REGISTRO ANECDÓTICO, QUE FORMARÁN PARTE DEONTOLÓGICA<sup>1</sup> DEL EJERCICIO PROFESIONAL DE FUTURO INGENIERO MILITAR.

CABE RESALTAR QUE EL ASPECTO AXIOLÓGICO EN ESTE CASO CARECERÁ DE VALOR CUANTITATIVO, POR EL CONTRARIO SU VALOR SERÁ CUALITATIVO Y SERVIRÁ COMO UN MECANISMO PARA QUE EL PERSONAL DISCENTE RECIBA RETROALIMENTACIÓN POR PARTE DEL PERSONAL DOCENTE DE ESTA ASIGNATURA.

LOS EJERCICIOS MILITARES DE APLICACIÓN Y/O PRÁCTICAS DE LA ESPECIALIDAD, QUE COADYUVAN AL CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO GENERAL DE ESTA ASIGNATURA, SE EVALUARÁN MEDIANTE ESQUEMAS DE INSTRUCCIÓN/EVALUACIÓN Y/O MISIONES Y TAREAS DE ADIESTRAMIENTO, LA CALIFICACIÓN FINAL SE OBTENDRÁ DEL PROMEDIO DE LOS ESQUEMAS, MISIONES O TAREAS QUE SE DESARROLLEN.

---

<sup>1</sup>El ejercicio o la puesta en práctica de los valores dentro de cierta profesión, en el caso los militares honor, lealtad, patriotismo espíritu de cuerpo etcétera.

## **V. BIBLIOGRAFÍA.**

### **A. BÁSICA.**

1. R. E Ziemer SIGNALS AND SYSTEMS: CONTINUOUS AND DISCRETE Macmillan, 3a. Edición, 1993.

### **B. COMPLEMENTARIA.**

1. F. J. Taylor PRINCIPLES OF SIGNALS AND SYSTEMS Mcgraw-Hill, 1a. Ed., 1994.
2. M.S. Roden ANALOG AND DIGITAL COMMUNICATION SYSTEMS Prentice-Hall, 3a. Edición, 1991
3. LOUIS FRENZEL, SISTEMAS ELECTRONICOS DE COMUNICACIONES, ALFAOMEGA. 2003.
4. ENRIQUE HERRERA, COMUNICACIONES 1. SEÑALES, MODULACION Y TRANSMISION, LIMUSA.
5. D.G.E.M. Y RECTORÍA DE LA U.D.E.F.A., ÉTICA Y MORAL MILITAR EN EL EJÉRCITO Y FUERZA AÉREA MEXICANOS., ESCUELA DE PENSAMIENTO MILITAR., 2010.
6. MANUAL DE ÉTICA, VALORES Y VIRTUDES MILITARES
7. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN PARA EFECTIVOS EN PERSPECTIVA DE GÉNERO 2008-2011

### **OBJETIVO GENERAL.**

AL CONCLUIR LA ASIGNATURA EL PERSONAL DISCENTE DISTINGUIRÁ EL COMPORTAMIENTO DE SEÑALES Y SISTEMAS LINEALES DISCRETOS TANTO EN EL DOMINIO DEL TIEMPO COMO EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA, EVIDENCIANDO LOS VALORES FUNDAMENTALES DEL EJÉRCITO Y FUERZA AÉREA MEXICANO.

# Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. CONCEPTOS BÁSICOS DE SEÑALES Y SISTEMAS.</b>                                      | <b>7</b>  |
| A. Clasificación de señales. . . . .  | 9         |
| B. Clasificación de sistemas. . . . .   | 9         |
| C. Energía y potencia de señales. . . . .   | 9         |
| <b>II. ANALISIS DE SEÑALES Y DE SISTEMAS CONTINUOS EN EL DOMINIO DEL TIEMPO.</b>        | <b>10</b> |
| A. Caracterización de un sistema por medio de su ecuación diferencial.                  | 10        |
| B. La integral de convolución. . . . .  | 10        |
| C. Respuesta al impulso de un sistema lineal continuo. . . . .                          | 10        |
| <b>III. ANALISIS DE SEÑALES Y DE SISTEMAS CONTINUOS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA.</b> | <b>11</b> |
| A. Serie trigonométrica de Fourier. . . . .   | 11        |
| B. Serie exponencial de Fourier. . . . .  | 11        |
| C. Transformada de Fourier. . . . .   | 11        |
| D. Propiedades de la transformada de Fourier. . . . .                                   | 11        |
| E. Función de transferencia de un sistema lineal continuo. . . . .                      | 11        |
| <b>PRIMER EXAMEN PARCIAL.</b> . . . .   | 11        |
| <b>REVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.</b> . . . .   | 11        |
| <b>IV. MODULACION DE SEÑALES.</b>   | <b>12</b> |
| A. Modulación de amplitud. . . . .  | 12        |
| B. Variantes de modulación de amplitud. . . . .   | 12        |
| C. Multicanalización por división de frecuencia. . . . .                                | 12        |
| D. Recepción de señales moduladas en amplitud. . . . .                                  | 12        |
| E. Modulación de frecuencia. . . . .  | 12        |
| F. Recepción de señales moduladas en frecuencia. . . . .                                | 12        |
| <b>SEGUNDO EXAMEN PARCIAL.</b> . . . .  | 12        |
| <b>REVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.</b> . . . .   | 12        |
| <b>V. INTRODUCCION AL DISEÑO DE FILTROS ANALÓGICOS.</b>                                 | <b>13</b> |
| A. Filtros ideales. . . . .   | 13        |
| B. Ancho de banda y tiempo de elevación. . . . .  | 13        |
| C. Aproximación de filtros ideales con filtros realizables. . . . .                     | 13        |
| D. Filtros Butterworth. . . . .   | 13        |
| E. Filtros Chebyshev. . . . .   | 13        |
| <b>TERCER EXAMEN PARCIAL.</b> . . . .   | 13        |
| <b>REVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.</b> . . . .   | 13        |
| <b>EXAMEN FINAL ORDINARIO.</b> . . . .  | 13        |
| Referencias . . . . .   | 14        |

# I. CONCEPTOS BÁSICOS DE SEÑALES Y SISTEMAS.

La ingeniería eléctrica y computacional está encargada de solucionar dos tipos de problemas: (1) la producción o transmisión de energía eléctrica y (2) la transmisión o procesamiento de información. Los sistemas de comunicación están diseñados para transmitir información.

Es importante entender que los sistemas de comunicación y los sistemas de energía eléctrica tienen un conjunto de restricciones muy marcadas. Las formas de onda en los sistemas de energía eléctrica son generalmente conocidas, además de que el interés radica en el diseño del sistema para que presente una mínima pérdida de energía.

Las formas de onda en los sistemas de comunicación presentes en el receptor (usuario) son desconocidas hasta que se reciben, de otra manera no se transmitiría información alguna ni habría necesidad del sistema de comunicación.

Los sistemas de comunicación están diseñados para transmitir a los receptores información que contiene formas de onda. Existen muchas posibilidades de seleccionar formas de onda para presentar la información.

En los sistemas de comunicación, la forma de onda recibida es usualmente dividida en parte deseada que contiene la información o señal, y en la parte residual o indeseada, llamada ruido. Las formas de onda se representarán mediante expresiones matemáticas directas, o con series ortogonales, como las de Fourier. Las propiedades de estas formas de onda tales como su valor de DC, su valor cuadrático medio (RMS), potencia normalizada, espectro de magnitud, espectro de fase, densidad espectral de potencia y ancho de banda son también establecidas. Además se estudiarán los efectos de la filtración lineal.

La forma de onda de interés puede ser el voltaje como una función del tiempo,  $v(t)$ , o la corriente como una función del tiempo,  $i(t)$ . Las mismas técnicas matemáticas pueden utilizarse cuando se trabaja con cualquiera de estos tipos de forma de onda. Por lo tanto, como enfoque general, las formas de onda se representarán por medio de  $w(t)$  cuando el análisis se aplique a cualesquier caso.

### Formas de onda físicamente realizables

Las formas de onda prácticas que son físicamente realizables (es decir, medibles en un laboratorio) satisfacen varias condiciones:

1. La forma de onda tiene valores significativos diferentes a cero sobre un intervalo compuesto de tiempo finito.
2. El espectro de la forma de onda tiene valores significativos sobre un intervalo compuesto de frecuencia finito.
3. La forma de onda es una función continua en el tiempo.
4. La forma de onda tiene un valor pico finito.
5. La forma de onda sólo tiene valores reales. Esto es, en cualquier momento no puede tener un valor complejo de  $a + jb$ , donde  $b$  es diferente de cero.

La primera condición es necesaria debido a que los sistemas (y sus formas de onda) parecen existir por una cantidad finita de tiempo; las señales físicas también producen una cantidad finita de energía. La segunda se requiere debido a que cualquier medio de transmisión, ya sean cables, cables coaxiales, guías de onda o cable de fibra óptica, tienen un ancho de banda restringido. La tercera condición es una consecuencia de la segunda y se hará más clara con la ayuda del análisis espectral. La cuarta es menester porque los dispositivos físicos se destruyen si está presente un valor infinito de voltaje o de corriente dentro del dispositivo. La quinta condición resulta del hecho de que sólo las formas de onda reales pueden observarse en el mundo real a pesar de que las propiedades de una forma de onda, como los espectros, pueden ser complejos.

Los modelos matemáticos que no cumplen alguna o todas las condiciones mencionadas se utilizan por una razón principal: simplificar el análisis matemático. Sin embargo, si se es cuidadoso con el modelo matemático, puede obtenerse el resultado correcto cuando se interpreta la respuesta adecuadamente. Por ejemplo, considere que la forma de onda digital mostrada en la figura 2-1 (pag. 35 de [1]) presenta discontinuidades durante los tiempos de conmutación. Esta situación no cumple la tercera condición, aquella sobre la necesidad de que la forma de onda física sea continua. La forma de onda física tiene una duración finita (decae a cero antes de  $t = \pm\infty$ ), pero la duración de la forma de onda matemática se extiende hasta el infinito.

En otras palabras, el modelo matemático asume que la forma de onda física ha existido en su condición de estado estable durante todo el tiempo. El análisis espectral del modelo aproximará los resultados correctos, excepto para los componentes con frecuencias extremadamente altas. La potencia promedio que se calcula del modelo resultará en el valor correcto para la potencia promedio de la señal física que se medirá durante un intervalo de tiempo adecuado. La energía total de la señal del modelo matemático será infinita porque se extiende a un tiempo infinito, mientras que la de la señal física será finita. Por consiguiente, el modelo no generará el valor correcto para la energía total de la señal física sin utilizar alguna información adicional. Sin embargo, el modelo puede utilizarse



para calcular la energía de la señal física durante un intervalo de tiempo finito. Se dice que el modelo matemático es una señal de potencia debido a que tiene la propiedad de potencia finita (y energía infinita), mientras que la forma de onda física es una señal de energía debido a que tiene energía finita. (Las definiciones matemáticas para las señales de potencia y energía se presentarán más adelante.) Todas las señales físicas son señales de energía, aunque a menudo se utilizan modelos matemáticos de señales de potencia para simplificar el análisis.

### **A. Clasificación de señales.**

En resumen, las formas de onda se clasifican como señales o ruido, digitales o analógicas, determinísticas o no determinísticas, físicamente realizables o físicamente no realizables y pertenecientes a dos tipos: de potencia o de energía. La siguiente sección presentará clasificaciones adicionales, como periódicas y no periódicas.

Nota de clase 2015.03.05

Chavez Hernández Sergio Yair

Contreras Díaz Iván

## **II. ANALISIS DE SEÑALES Y DE SISTEMAS CONTINUOS EN EL DOMINIO DEL TIEM- PO.**

### **III. ANÁLISIS DE SEÑALES Y DE SISTEMAS CONTINUOS EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA.**

#### **IV. MODULACION DE SEÑALES.**

## **V. INTRODUCCION AL DISEÑO DE FILTROS ANALÓGICOS.**

## Referencias

- [1] Couch, W. Leon II, Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos, Séptima edición. Pearson Educación, México, 2008.