





**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**SYLLABUS**  
Comunicaciones Digitales

**PROYECTO CURRICULAR:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**NOMBRE DEL DOCENTE:**

**ESPACIO ACADÉMICO:** Comunicaciones Digitales  
**Obligatorio ( X ) :** Básico ( X ) Complementario ( )  
**Electivo ( ) :** Intrínsecas ( ) Extrínsecas ( )

**CÓDIGO: 41**

**NUMERO DE ESTUDIANTES:**

**GRUPO:**

**NÚMERO DE CREDITOS: 3**

**TIPO DE CURSO:    TEÓRICO            PRACTICO            TEO-PRAC: X**

*Alternativas metodológicas:*

*Clase Magistral ( X ), Seminario (   ), Seminario – Taller (   ), Taller ( X ), Prácticas ( X ),  
Proyectos tutoriados (   ), Otro: \_\_\_\_\_*

**HORARIO:**

| <b>DIA</b> | <b>HORAS</b> | <b>SALON</b> |
|------------|--------------|--------------|
|            |              |              |

**I. JUSTIFICACIÓN DEL ESPACIO ACADÉMICO**

La actual sociedad del conocimiento requiere de grandes intercambios de información. Los sistemas de comunicaciones, el procesamiento digital de señales, y el desarrollo y evolución de los sistemas de telecomunicaciones; permiten satisfacer la demanda de estas necesidades para bienestar de la sociedad.

**Conocimientos previos:**

El estudiante debe tener conocimientos claros de las siguientes temáticas:

- Probabilidad.
- Análisis de señales.
- Electrónica analógica
- Comunicaciones analógicas.

## **II. PROGRAMACIÓN DEL CONTENIDO**

### **Objetivo General**

Estudio y comprensión de sistemas de comunicaciones utilizados en la transmisión de señales discretas con contenido de información.

### **Objetivos Específicos**

- Comprender los procesos de muestreo y cuantización de señales con contenido de información.
- Entender los procesos de modulación a partir de señales discretas y con contenido de información.
- Estudiar el espectro y los requerimientos de ancho de banda para la transmisión de señales discretas con contenido de información.
- Comprender el comportamiento de los sistemas de comunicaciones digitales en ambientes ruidosos.
- Entender el propósito y las diversas técnicas de codificación de señales.
- Adquirir conocimientos básicos de diversos tipos de interfaces utilizadas en los sistemas de comunicaciones digitales.

### **Resultados de Aprendizaje Esperados**

Al completar con éxito el curso de Comunicaciones Digitales, los estudiantes deberían ser capaces de:

- Comprender y entender el espectro y ancho de banda relacionados con los sistemas de comunicaciones digitales
- Identificar y reconocer los bloques constitutivos de los sistemas de comunicaciones digitales
- Elaborar e implementar codificadores y decodificadores para sistemas de transmisión digital
- Diseñar e implementar moduladores y demoduladores utilizados en transmisión digital
- Entender las características y aplicaciones de diferentes tipos de sistemas de comunicaciones digitales

### **Competencias de Formación**

Este espacio académico permite adquirir competencias específicas de ingeniería relacionadas con la comunicación y la transmisión de datos, permitiendo al estudiante abordar temáticas más especializadas en las áreas de Telecomunicaciones, Telemática, Redes de datos, etc; las cuales hacen parte del ejercicio profesional.

### **Programa Sintético**

1. Repaso básico de teoría de señales.
2. Fundamentos de los sistemas de comunicaciones digitales.
3. Transmisión de información en sistemas básicos de comunicaciones digitales.
4. Consideraciones de banda base y ancho de banda de señales discretas con contenido de información..
5. Modulación y demodulación en comunicaciones digitales.
6. Ruido en sistemas de comunicaciones digitales.
7. Códigos.
8. Buses e interfaces para comunicación de datos.

### III. ESTRATEGIAS

#### Metodología Pedagógica y Didáctica:

El curso es desarrollado por el estudiante y orientado por el profesor. El estudiante debe conocer las temáticas a tratar con anterioridad y posteriormente ser desarrolladas en conjunto con el docente.

Como parte de las actividades realizadas en el proceso de aprendizaje, se realizan talleres y laboratorios con el propósito de afianzar los conocimientos de la asignatura.

| Tipo de Curso | Horas |    |    | Horas<br>profesor/semana | Horas<br>Estudiante/semana | Total Horas<br>Estudiante/semestre | Créditos |
|---------------|-------|----|----|--------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------|
|               | TD    | TC | TA | (TD + TC)                | (TD + TC +TA)              | X 16 semanas                       |          |
| T/P           | 4     | 2  | 3  | 6                        | 9                          | 144                                | 3        |

**Trabajo Presencial Directo (TD):** trabajo de aula con plenaria de todos los estudiantes.

**Trabajo Mediado Cooperativo (TC):** Trabajo de tutoría del docente a pequeños grupos o de forma individual a los estudiantes.

**Trabajo Autónomo (TA):** Trabajo del estudiante sin presencia del docente, que se puede realizar en distintas instancias: en grupos de trabajo o en forma individual, en casa o en biblioteca, laboratorio, etc.)

### IV. RECURSOS

#### Medios y ayudas:

**Laboratorio**

Instrumentos de generación de señales y medida suministrados por la universidad para el desarrollo de laboratorios.

**Simulación**

Software libre

Software de la institución

**BIBLIOGRAFÍA****Textos Guías**

Sistemas de comunicaciones digitales y analógicos. LEON W. COUCH II, Pearson Education.

Communication Systems Engineering. JOHN G. PROAKIS, Prentice Hall.

Communication Systems. A. BRUCE CARLSON, Mc Graw Hill.

Communication Systems. SIMON HAYKIN, John Wiley & Sons, Inc.

**Textos Complementarios**

Sistemas de Comunicación. FERREL G. STREMLER, Alfaomega.

Digital and Analog Communication Systems. K. SAM SHANMUGAM, John Wiley & Sons, Inc .

**Revistas**

IEEE Communications.

**V. ORGANIZACIÓN / TIEMPOS**

| Unidad  | Sesiones teóricas |
|---|-------------------|
| <p><b>1. Repaso básico de teoría de señales.</b><br/>           Se repasan conceptos y se interpretan ecuaciones fundamentales asociados a los siguientes temas, que son fundamentales en el estudio de los sistemas de comunicaciones digitales:</p> <p>1.1 Funciones ortogonales, ortonormales.</p> <p>1.2 Conceptos básicos de señales</p> <p>    1.2.1. Señales de banda limitada e ilimitada.</p> <p>    1.2.2. Señales de energía y señales de potencia.</p> <p>    1.2.3. Series y transformada de Fourier.</p> <p>1.3 Densidad espectral de energía y de potencia.</p> <p>1.4 Convolución.</p> <p>1.5 Teorema de potencia de Parseval y teorema de energía de Rayleigh. .</p> <p>1.6 Sistemas lineales e invariantes.</p> <p>1.7 Funciones singulares.</p> <p>1.8 Teorema del Muestreo.</p>   | 2                 |
| <p><b>2. Fundamentos de los sistemas de comunicaciones digitales.</b> Se explican las razones por las cuales se hace necesario implementar sistemas de comunicaciones digitales. Se realiza una breve descripción funcional de las etapas o bloques que pueden encontrarse en un sistema de comunicaciones digitales, indicando propósito, funciones y espectros de frecuencias asociados a cada una de estas, y los casos en los cuales deben ser incluidas.</p> <p>2.1 El porqué de las comunicaciones digitales.</p> <p>2.2 Bloques de un sistema de comunicaciones digitales.</p> <p>    2.2.1 Procesamiento digital de la señal en el transmisor.</p> <p>        2.2.1.1 Muestreo.</p> <p>        2.2.1.2 Cuantización, simbolización multi-nivel.</p> <p>        2.2.1.3 Codecs. PCM, códigos de longitud variable, códigos de redundancia cíclica, etc.</p> <p>    2.2.2 Modulación.</p> <p>        QAM, señales I-Q, M-QAM, FSK, MSK, etc.</p> <p>    2.2.3 Demodulación.</p> <p>        Demodulación coherente, FI, Banda base.</p> <p>    2.2.4 Detección sincrónica, decodificación.</p> | 3.                |
| <p><b>3. Transmisión de información en sistemas básicos de comunicaciones digitales.</b><br/>           Se estudian conceptos de información y transmisión de señales discretas con contenido de información sobre sistemas básicos de comunicaciones digitales.</p> <p>3.1. Fundamentos de información.</p> <p>    3.1.1 Información.</p> <p>    3.1.2 Entropía.</p> <p>    3.1.3 Incertidumbre.</p> <p>    3.1.4 Unidades de medida de la información.</p> <p>.</p> <p>3.2 Modulación por codificación.</p> <p>    3.2.1. Modulación por codificación de pulsos.</p> <p>    3.2.2. Cuantización de señales con contenido de información.</p> <p>    3.2.3 Muestreo y codificación de pulsos.</p> <p>    3.2.4. Ruido de cuantización y expansión.</p> <p>    3.2.5. Modulación por codificación de pulsos diferencial.</p> <p>    3.2.6. Modulación PWM, PPM.</p>   | 5.                |

|   |    |
|---|----|
| <p>3.2.7. Modulación Delta.</p> <p>3.2.8. Ruido de sobrecarga, ruido granular.</p> <p>3.2.9. Modulación Delta adaptativa y de pendiente variable.</p> <p>3.3. Jerarquías digitales, multicanalización por división de tiempo.</p> <p>Se desarrolla desde el punto de vista de los formatos y las tasas de transmisión de datos.</p> <p>3.3.1. Estándares DS, Sistemas T1, E1; T2, E2, ...</p> <p>3.3.2. SONET STS-1/, ..., STS-192, ...</p> <p>3.3.3. SDH OC1, ... , OC-192, ...</p>  |    |
| <p><b>4. Consideraciones de banda base y ancho de banda de señales discretas con contenido de información.</b></p> <p>En esta unidad debe quedar claro el cálculo del ancho de banda necesario para transmitir en banda base un mensaje representado por señales discretas con contenido de información.</p> <p>4.1 Interferencia entre símbolos.</p> <p>4.2 Conformación de señales. Métodos y criterios del Teorema de Nyquist para eliminación de la interferencia entre símbolos. Caso del espectro de coseno elevado y del espectro de caída senoidal.</p> <p>4.3 Espectro y ancho de banda pasabajo para señalización en banda base.</p>  | 2. |
| <p><b>5. Modulación y demodulación en comunicaciones digitales.</b></p> <p>5.1 Conceptos básicos de Modulación ASK, PSK, DPSK, FSK. (señales en tiempo y espectro de frecuencias).</p> <p>5.2 Repaso de modulación en amplitud en cuadratura caso analógico.</p> <p>5.3 Modulación M-QAM, MSK (consideraciones de ancho de banda).</p> <p>4PSK, 8PSK, 8QAM, 16 QAM, MSK, etc.</p> <p>5.4 Espectro expandido: Salto en frecuencia, secuencia directa.</p> <p>5.5 Módems, normas V.21-V.42 y otras. Circuitos prácticos.</p>  | 5. |
| <p><b>6. Ruido en sistemas de comunicaciones digitales.</b></p> <p>6.1 Repaso Ruido caso analógico.</p> <p>6.1.1 Ruido blanco, ruido térmico, temperatura de ruido.</p> <p>6.1.2 Ancho de banda de ruido equivalente.</p> <p>6.1.3 Relación señal a ruido.</p> <p>6.1.4 Factor de ruido, factor de ruido en sistemas multietapa.</p> <p>6.1.5 Canal con ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN).</p> <p>6.2 Ruido en señales Discretas.</p> <p>6.2.1 Relación energía de señal por bit contra densidad de potencia de ruido por hertzio.</p> <p>6.2.2 Sistemas Multisímbolo en canales AWGN.</p> <p>6.2.3 Probabilidad de error en constelaciones de señales (OOK, PSK, FSK,..., 4PSK, 8QAM, 16QAM, etc.).</p> <p>6.2.4 Teorema de capacidad de canal de SHANNON (relacionado con Nyquist).</p> | 5. |
| <p><b>7 Códigos.</b></p> <p>7.1 Códigos de línea.</p> <p>Se tratan características, ventajas y desventajas de los diferentes códigos de línea, así como los espectros asociados a estos.</p> <p>7.1.1 No retorno a cero (casos unipolar, polar). NRZ-L, NRZ-I.</p> <p>7.1.2 Retorno a cero. Unipolar RZ, Bipolar RZ.</p>  | 5. |



|  |    |
|--|----|
| <p>7.1.3 Binario Multinivel. Bipolar AMI, Pseudoternario.</p> <p>7.1.4 Bifase. Manchester, Manchester diferencial.</p> <p>7.1.5 B8ZS, HDB3, etc.</p> <p>7.1.6 Señalización multinivel.</p> <p>7.2 Códigos para detección y corrección de errores.</p> <p>7.1. Distancia de Hamming.</p> <p>7.2. Códigos de bloque.</p> <p>7.3. Códigos convolucionales, códigos de longitud variable.</p> <p>7.4. Códigos Reed-Solomon, Viterbi, etc.</p> <p>7.5. Códigos de bloques para detección y corrección de errores.</p> <p>7.6. Códigos de redundancia cíclica.</p>                       |    |
| <p><b>8. Buses e interfaces para comunicación de datos.</b></p> <p>Se estudia de manera básica las principales interfaces para comunicación de datos. Este estudio se realiza conforme a las siguientes características:</p> <p>Mecánicas</p> <p>Eléctricas</p> <p>Funcionales y de procedimiento.</p> <p>8.1. DTE, DCE. (Multiplexores, compartidores, módems, etc.)</p> <p>8.2. Interfaces.</p> <p>8.2.1. V24-RS232.</p> <p>8.2.2. RS422, RS423, RS449, RS485.</p> <p>8.2.3. Ethernet (10BASE x, 100 BASE x, etc.).</p> <p>8.2.4. Fibra óptica. Generalidades MT, SC, ST, FC</p> | 5. |

| EVALUACIÓN |             |                |
|------------|-------------|----------------|
| Nota       | Descripción | Porcentaje (%) |
|            |             |                |
|            |             |                |
|            |             |                |
|            |             |                |

#### DATOS DEL DOCENTE

**NOMBRE :**

**PREGRADO :**

**POSTGRADO :**

**E-MAIL:**

