|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE (UA) O ASIGNATURA** | | | | | | |
| **Nombre de la Unidad de Aprendizaje (UA) o Asignatura** | | | | | | **Clave de la UA** |
| Procesamiento digital de señales | | | | | | I7265 |
| **Modalidad de la UA** | **Tipo de UA** | | | **Área de formación** | | **Valor en créditos** |
| Escolarizada | Curso | | | [Básica común, básica particular, especializante u optativa abierta] | | 8 |
| **UA de pre-requisito** | | **UA simultaneo** | | | **UA posteriores** | |
| Sistemas de comunicaciones I (I7289) | | Sistemas de comunicaciones II (I7291) | | | Protocolos de comunicaciones (I7288)  Diseño de tranceptores (I7284) | |
| **Horas totales de teoría** | | **Horas totales de práctica** | | | **Horas totales del curso** | |
| 64 | | 0 | | | 64 | |
| **Licenciatura(s) en que se imparte** | | | **Módulo al que pertenece** | | | |
| Ingeniería en comunicaciones y electrónica | | | Comunicaciones | | | |
| **Departamento** | | | **Academia a la que pertenece** | | | |
| Electro-fotónica | | | Comunicaciones | | | |
| **Elaboró** | | | **Fecha de elaboración o revisión** | | | |
| Roberto Carrasco Alvarez  Jose Trinidad Guillen Bonilla  Ehecatl Joel Chavez Martinez  Stewart René Santos Arce | | | 11/08/2023 | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **2. DESCRIPCIÓN DE LA UA O ASIGNATURA** | | | |
| **Presentación** | | | |
| La asignatura de procesamiento digital de señales tiene gran relevancia ya que porvee los fundamentos matemáticos y teóricos para analizar y procesar datos digitales en áreas del conocimiento tales como: comunicaciones digitales, control automatico, instrumentación, economía y estadistica. Sus fundamentos básicos permiten la compresión de técnicas de procesamiento digitales actuales así como su implementación y diseño. | | | |
| **Relación con el perfil** | | | |
| **Modular** | | **De egreso** | |
| La unidad de aprendizaje abona al módulo de comunicaciones al proveer de las herramientas matematicas tales como: convolución, autocorrelación, analisis de Fourier, filtrado, entre otras; lo cual sirve para modelar, simular e implementar sistemas de comunicaciones digitales. | | La unidad de aprendizaje abona al perfil de egreso al proveer las herramientas para analizar y diseñar sistemas electrónicos de comunicaciones, así como para el procesamiento y analisis de datos. | |
| **Competencias a desarrollar en la UA o Asignatura** | | | |
| **Transversales** | **Genéricas** | | **Profesionales** |
| * Propone soluciones a problemas de ingeniería que con un enfoque de innovación. * Expresa de manera oral y escrita sus ideas demostrando confianza en si mismo | * Diseña filtros digitales de manera eficiente * Interpreta matemáticamente el procesamiento digital de señales | | * Implementa sistemas digitales enfocado al procesamiento de señales. * Corrobora mediante simulaciones del funcionamiento de los sistemas de procesamiento digital de manera eficiente. |
| **Saberes involucrados en la UA o Asignatura** | | | |
| **Saber (conocimientos)** | **Saber hacer (habilidades)** | | **Saber ser (actitudes y valores)** |
| * Características de las señales * Criterio de Nyquist * Convolución discreta * Ecuaciones de diferencias * Transformada Z * Transformada de Fourier * Filtros digitales | * Manipula matemáticamente las señales discretas * Usa el convertidor del ADC y el DAC * Calcula e implementa la convolución * Usa y soluciona ecuaciones de diferencias * Calcula e implementa la transformada Z * Calcula e implementa la transformada de Fourier * Diseña, simula e implementa filtros digitales | | * Confianza para presentar de manera oral y escrita sus ideas. * Menatlidad innovadora * Trabajo colaborativo |
| **Producto Integrador Final de la UA o Asignatura** | | | |
| **Título del Producto**: Implementación de un sistema de procesamiento digital de señales en hardware orientado a comunicaciones  **Objetivo**: El alumno aplicará todos los conocimientos adquiridos durante el curso para diseñar e implementar en hardware una parte de un sistema de comunicaciones digitales.  **Descripción**:  Diseño e implementación en hardware trabajando en equipo de un sistema de procemiento digital de señales orientado a comunicaciones, de acuerdo a los requeriemientos planteados por el profesor. Dicho proyecto deberá reflejar la capacidad analítica de los alumnos así como su capacidad para resolver problemas. Aunado a lo anterior, se presentará un reporte por escrito de los resultados obtenidos y del procedimiento seguido para llegar a ellos; dicho reporte demostrará la capacidad de comunicación escrita de los alumnos. | | | |

|  |
| --- |
| **3. ORGANIZADOR GRÁFICO DE LOS CONTENIDOS DE LA UA O ASIGNATURA** |
|  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4. SECUENCIA DEL CURSO POR UNIDADES TEMÁTICAS** | | | | | | | | | | |
| **Unidad temática 1: Señales y sistemas** | | | | | | | | | | |
| **Objetivo de la unidad temática:** El alumno identificará los tipos de señales y sistemas e interpretará la respuesta al impulso de sistemas LTI.  **Introducción:**.En esta unidad se mostrará cómo clasificar señales a partir de sus características y cómo clasificar sistemas con base en su respuesta al impulso. También se explicará cómo manipular matemáticamente señales, clacular su energía y potencia y evaluar la linealidad e invarianza de un sistema. | | | | | | | | | | |
| **Contenido temático** | | **Saberes involucrados** | | | | | | **Producto de la unidad temática** | | |
| 1.1 Clasificación de Señales y Sistemas.  2 horas  1.2. Respuesta a impulso de sistemas lineales invariantes en el tiempo. 4 horas | | Conocimientos   * Características de las señales * Clasificación de señales * Operaciones matemáticas con señales * Clasificación de sistemas * Respuesta al impulso de sistemas   Habilidades   * Manipulación matemática de señales discretas * Cálculo de energía y potencia de señales discretas * Identificación de señales * Evaluación de linealidad e invariancia de un sistema | | | | | | Resumen del contenido temático y una serie de problemas donde se calcule la energía, la potencia, se clasifique el tipo de señal y en el caso de sistemas se determine su linealidad e invarianza. | | |
| **Actividades del docente** | **Actividades del estudiante** | | | **Evidencia de la**  **actividad** | | | | **Recursos y materiales** | | **Tiempo destinado** |
| Expone a los alumnos los tipos de señales y sistemas, así como la respuesta al impulso. | Toma de notas | | | Notas en sus libretas | | | | Presentación de powerpoint | | 6 |
|  | Lectura de la bibliografía | | | Resumen | | | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 1  Capítulo 2 Sección 2.1, 2.2, 2.3 | |  |
|  |  | | |  | | | |  | |  |
|  |  | | |  | | | |  | |  |
|  |  | | |  | | | |  | |  |
| **Unidad temática 2: Muestreo y cuantización** | | | | | | | | | | |
| **Objetivo de la unidad temática:** El alumno aplicará el Teorema de Nyquist para muestrear señales e identificará los errores relacionados a la cuantización de una señal.  **Introducción:** En esta unidad de aprendizaje se abordarán los procesos involucrados en la digitalización de una señal analógica y se explicará el principio de funcionamiento de los convertidores Analógico-Digital (ADC) y Digital-Analógico (DAC). | | | | | | | | | | |
| **Contenido temático** | | | **Saberes involucrados** | | | | | **Producto de la unidad temática** | | |
| 2.1 Teorema de Nyquist.  2 horas  2.2 Reconstrucción e interpolación. 2 horas  2.3 Cuantización uniforme.  1 horas  2.4 Convertidor analógico-digital. .5 horas  2.5 Convertidor digital-analógico. .5 horas | | | Conocimientos   * Criterio de Nyquist * Reconstrucción de una señal discreta * Cuantización uniforme y no uniforme * Ruido de cuantización * Uso del convertidor del ADC y el DAC   Habilidades   * Determinará satisfactoriamente la velocidad de muestreo en función de las características de la señal * Identificará los problemas asociados a una tasa de muestreo no adecuado * Identificación de fenómenos asociados al ruido de cuantización * Utilización del DAC y el ADC | | | | | Elaboración de una práctica con un microcontrolador donde se utilize un ADC y un DAC para digitalizar una señal analógica proporcionada por un generador de señales y reconstruir la señal respectivamente. Dicha digitalización se debera realizar con diferentes tasas de muestreo y número de bits para identificar los fenomenos asociados con el ruido de cuantización y submuestreo. Debera entregarse un reporte escrito con los resultados obtenidos en la práctica así como una introducción teórica. | | |
| **Actividades del docente** | **Actividades del estudiante** | | | | **Evidencia de la actividad** | | | **Recursos y materiales** | **Tiempo destinado** | |
| Plantea los conceptos relacionados al muestreo y cuantización | Toma de notas | | | | Notas en sus libretas | | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 6 | 5 | |
| Sesión de preguntas y respuestas | Planteamiento de preguntas | | | |  | | |  | 1 | |
|  | Lectura de la bibliografía | | | |  | | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 6 |  | |
|  | Elaboración de una práctica con un microcontrolador donde se utilize un ADC y un DAC para digitalizar una señal analógica. Realizar un reporte por escrito con lo solicitado en el instructivo de actividad. | | | | * Reporte por escrito * Practica funcional | | | * Microcontrolador * DAC * Osciloscopio * Hojas del fabricante * Instructivo de actividad |  | |
|  |  | | | |  | | |  |  | |
|  |  | | | |  | | |  |  | |
| **Unidad temática 3: Convolución y correlación** | | | | | | | | | | |
| **Objetivo de la unidad temática:** Definir los conceptos de convolución y correlación para calcular la respuesta de un sistema ante un estímulo o analizar la relación existente entre señales.  **Introducción:** Se explicará el concepto de convolución y sus propiedades para aplicarlo en el cálculo de la respuesta de un sistema ante un estímulo. Adicionalmente, se verá el concepto de correlación y su aplicación en la determinación de la semejanza de dos señales. | | | | | | | | | | |
| **Contenido temático** | | | **Saberes involucrados** | | | | | **Producto de la unidad temática** | | |
| 3.1. Concepto y Definición de Convolución. 2 horas  3.2 Propiedades de la Convolución. 2 horas  3.3 Correlación y Autocorrelación. 2 horas | | | Conocimientos   * Concepto de convolución * Propiedades de la convolución * Concepto de la correlación * Propiedades de la correlación   Habilidades   * Cálculo de la convolución * Implementación de la convolución en software * Cálculo de la correlación * Implementación de la correlación en software | | | | | Elaboración de un código de software que determine la correlación entre dos señales de audio y a partir de la información obtenida, se pueda determinar cuando ocurre y con que frecuencia ciertos fenomenos. Simulación en computadora de la convolución y su comparación con el resultado teórico. Reporte escrito de lo anterior. | | |
| **Actividades del docente** | **Actividades del estudiante** | | | | | **Evidencia o de la actividad** | | **Recursos y materiales** | **Tiempo destinado** | |
| Describe la operación de convolución y correlación. | Toma de notas | | | | | Notas en sus libretas | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 2 Seccion 2.3 y 2.6 | 5 | |
| Sesión de preguntas y respuestas | Planteamiento de preguntas | | | | |  | |  | 1 | |
|  | Lectura de la bibliografía | | | | |  | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 2 Seccion 2.3 y 2.6 |  | |
|  | Elaboración de un código de software que determine la correlación entre dos señales de audio y a partir de la información obtenida, se pueda determinar cuando ocurre y con que frecuencia ciertos fenomenos. Simulación en computadora de la convolución y su comparación con el resultado teórico. Realizar un reporte por escrito con lo solicitado en el instructivo de actividad. | | | | | * Código elaborado * Reporte escrito | | * Matlab/octave * Archivos de sonido * Instructivo de actividad |  | |
|  |  | | | | |  | |  |  | |
| **Unidad temática 4: Ecuaciones de diferencias** | | | | | | | | | | |
| **Objetivo de la unidad temática:** Plantear y resolver ecuaciones de diferencias aplicadas a problemas de ingeniería.  **Introducción:** En esta unidad de aprendizaje se revisarán los conceptos básicos de ecuaciones de diferencias, su métodos de resolución y cómo se pueden aplicar para resolver problemas de ingeniería, especificamente la relación que puede guardar la salida de un sistema con su entrada. | | | | | | | | | | |
| **Contenido temático** | | **Saberes involucrados** | | | | | | **Producto de la unidad temática** | | |
| 4.1 Sistemas lineales invariantes en el tiempo  2 horas  4.2 Solución de ecuaciones de diferencias  3 horas  4.3 Respuesta al impulso de un sistema recursivo lineal 1 horas | | Conocimientos   * Conceptos de ecuaciones de diferencias * Resolución de ecuaciones de diferencias * Usos y aplicaciones de ecuaciones de diferencias * Propiedades de la correlación   Habilidades   * Solución de ecuaciones de diferencias * Implementación en software de ecuaciones de diferencias | | | | | | Solución teórica de un conjunto de problemas de ecuaciones diferenciales y la corroboración de los resultados obtenidos mediante la simulación de estos en computadora. Reporte por escrito. | | |
| **Actividades del docente** | **Actividades del estudiante** | | | | | | **Evidencia de la actividad** | **Recursos y materiales** | **Tiempo destinado** | |
| Explica el analisis de sistemas usando ecuaciones de diferencias y su planteamiento y resolución. | Toma de notas | | | | | | Notas en sus libretas | Libro [Proakis2007]  Capítulo 2 Seccion 2.4 | 5 | |
| Sesión de preguntas y respuestas | Planteamiento de preguntas | | | | | |  |  | 1 | |
|  | Lectura de la bibliografía | | | | | |  | Libro [Proakis2007]  Capítulo 2 Seccion 2.4 |  | |
|  | Solución teórica de un conjunto de problemas de ecuaciones diferenciales y la corroboración de los resultados obtenidos mediante la simulación de estos en computadora. Realizar un reporte por escrito con lo solicitado en el instructivo de actividad. | | | | | | * Problemas resueltos * Reporte por escrito. | * Instructivo de actividad * Matlab/octave |  | |
| **Unidad temática 5: Transformada Z** | | | | | | | | | | |
| **Objetivo de la unidad temática:** Usar la transformada Z como método de análisis de sistemas y solución de ecuaciones de diferencias.  **Introducción:** En esta unidad temática se expondrá el concepto de transformada Z y su inversa para la solución de ecuaciones de diferencias como las estudiadas en la unidad temática anterior y para el análisis de estabilidad de sistemas. | | | | | | | | | | |
| **Contenido temático** | | **Saberes involucrados** | | | | | | **Producto de la unidad temática** | | |
| 5.1 Definición y Propiedades. 1 horas  5.2 Transformada Inversa.  2 horas  5.3 Función de Transferencia Discreta. 2 horas  5.4 Diagrama de polos y ceros 1 horas  5.5 Análisis de Sistemas. 2 horas | | Conocimientos   * Conceptos de transformada Z * Métodos de transformada Z inversa * Fracciones parciales * Función de transferencia * Estabilidad de sistema * Diagrama de polos y ceros   Habilidades   * Solución de ecuaciones de diferencias con transformada Z * Obtención de función de transferencia de sistemas discretos * Elaboración de diagramas de polos y ceros * Determinación de estabilidad de sistemas | | | | | | Planteamiento de la ecuación de diferencia de un sistema discreto, obtención de su transformada Z, obtención de la función de transferencia, obtención del diagrama de polos y ceros, y determinación de la estabilidad del mismo. Adicionalmente, corroboración mediante simulaciones de los resultados obtenidos. Reporte por escrito de lo anterior. | | |
| **Actividades del docente** | **Actividad del estudiante** | | | **Evidencia de la actividad** | | | | **Recursos y materiales** | **Tiempo destinado** | |
| Brinda a los alumnos los conceptos relacionados a la transformada Z. | Toma de notas | | | Notas en sus libretas | | | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 3 | 7 | |
| Sesión de preguntas y respuestas | Planteamiento de preguntas | | |  | | | |  | 1 | |
|  | Lectura de la bibliografía | | |  | | | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 3 |  | |
|  | Planteamiento de la ecuación de diferencia de un sistema discreto, obtención de su transformada Z, obtención de la función de transferencia, obtención del diagrama de polos y ceros, y determinación de la estabilidad del mismo. Adicionalmente, corroboración mediante simulaciones de los resultados obtenidos. Realizar un reporte por escrito con lo solicitado en el instructivo de actividad. | | | * Simulaciones * Reporte por escrito | | | | * Instructivo de actividad * Matlab/octave |  | |
| **Unidad temática 6: Transformada de Fourier** | | | | | | | | | | |
| **Objetivo de la unidad temática:** Aplicar la transformada de Fourier para el análisis de señales discretas.  **Introducción:**En esta unidad temática se explicarán los principios de las distintos tipos de transformada de Fourier y su utilidad para el análisis de señales. | | | | | | | | | | |
| **Contenido temático** | | **Saberes involucrados** | | | | | | **Producto de la unidad temática** | | |
| 6.1 Repaso de Fourier de señales analógicas  2 horas  6.2 Transformada de Fourier de una señal discreta 2 horas  6.3 Transformada discreta de Fourier  2 horas  6.4 Transformada rápida de Fourier 2 horas | | Conocimientos   * Conceptos de transformada de Fourier de señales discretas * Conceptos de transformada discreta de Fourier * Conceptos de implementaciones eficientes de transformada rápida de Fourier * Uso de transformada rápida de Fourier   Habilidades   * Cálculo de transformada de Fouirer de señales discretas * Cálculo de transformada discreta de Fourier * Aplicación de la transformada discreta de Fourier | | | | | | Elaboración de un programa de computadora el cual calcule la transformada rápida de Fourier y verificación de su funcionalidad en contraste con un software de simulación científico (MATLAB/Octave). Reporte de los resultados obtenidos e investigación documental sobre la transformada de Fourier discreta y la transformada rápida de Fourier. | | |
| **Actividades del docente** | **Actividad del estudiante** | | | **Evidencia de la actividad** | | | | **Recursos y materiales** | **Tiempo destinado** | |
| Retoma los conceptos de transformada de Fourier y lo extrapola para su aplicación en procesamiento digital de señales. | Toma de notas | | | Notas en sus libretas | | | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 4 | 7 | |
| Sesión de preguntas y respuestas | Planteamiento de preguntas | | |  | | | |  | 1 | |
|  | Lectura de la bibliografía | | |  | | | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 4 |  | |
|  | Elaboración de un programa de computadora el cual calcule la transformada rápida de Fourier y verificación de su funcionalidad en contraste con un software de simulación científico (MATLAB/Octave). Elaboración de un reporte con de los resultados obtenidos y una investigación documental sobre la transformada de Fourier discreta y la transformada rápida de Fourier. | | | * Programa de computadora funcional * Reporte por escrito que incluya la investigación documental | | | | * Instructivo de actividad * Lenguaje de programación y compilador * Matlab/octave |  | |
| **Unidad temática 7: Diseño de filtros digitales** | | | | | | | | | | |
| **Objetivo de la unidad temática:** Diseñar filtros digitales para el procesamiento de señales.  **Introducción:**En esta unidad temática se brindarán las herramientas necesarias para diseñar y simular filtros digitales con las características deseadas por el estudiante. | | | | | | | | | | |
| **Contenido temático** | | **Saberes involucrados** | | | | | | **Producto de la unidad temática** | | |
| 7.1Terminología y Clasificación. .5 horas  7.2Filtros IIR.  7.2.1 Diseño de Filtros Analógicos (Butterworth, Chevyshev I y II, elípticos). 2.5 horas  7.2.2Métodos de Transformación del plano s al plano z. 3 horas  7.3 Filtros FIR.  7.3.1 Secuencias Simétricas.  1 horas  7.3.2 Técnicas de Diseño de Filtros FIR. 2 horas  7.3.3 Método de las Series de Fourier.   1 horas  7.3.4 Método del muestreo de frecuencia.   1 horas  7.3.5 Métodos Iterativos basados en condiciones óptimas.   1 horas | | Conocimientos   * Clasificacion de filtros * Conceptos de filtros * Tecnicas de transformacion de sistemas analogicos a digitales * Tecnicas de diseno de filtros FIR   Habilidades   * Diseno y simulacion de filtros digitales IIR * Diseño y simulacion de filtros digitales FIR | | | | | | Diseño y simulación de un filtro digital de acuerdo a los requerimientos establecidos por el profesor. Reporte pro escrito de lo anterior. | | |
| **Actividades del docente** | **Actividad del estudiante** | | | **Evidencia de la actividad** | | | | **Recursos y materiales** | **Tiempo destinado** | |
| Provee a los alumnos las herramientas necesarias para diseñar filtros digitales. | Toma de notas | | | Notas en sus libretas | | | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 10 | 8 | |
| Sesión de preguntas y respuestas | Planteamiento de preguntas | | |  | | | |  | 1 | |
|  | Lectura de la bibliografía | | |  | | | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 10 |  | |
|  | Diseño y simulación de un filtro digital de acuerdo a los requerimientos establecidos por el profesor. Realizar un reporte por escrito con lo solicitado en el instructivo de actividad. | | | * Cálculos de los filtros dieñados * Simulación de los filtros * Reporte por escrito | | | | * Instructivo de actividad * Matlab/octave | 3 | |
| **Unidad temática 8: Implementacion de filtros digitales** | | | | | | | | | | |
| **Objetivo de la unidad temática:** Implementar un algoritmo de procesamiento digital de señales en un dispositivo digital para su uso en un sistema de comunicaciones.  **Introducción:**En esta unidad temática se integrarán los conocimientos y habilidades adquiridas en las unidades anteriores para diseñar e implementar un algoritmo de procesamiento digital de señales en un dispositivo digital. | | | | | | | | | | |
| **Contenido temático** | | **Saberes involucrados** | | | | | | **Producto de la unidad temática** | | |
| 8.1 Realización de filtros digitales 2 horas  8.2 Efectos de cuantizacion 2 horas  8.3 Implementacion en hardware de filtros digitales 4 horas | | Conocimientos   * Esquemas de implementacion de filtros * Efectos de la cuantizacion en los filtros   Habilidades   * Implementacion en hardware de filtros | | | | | | Diseño e implementación en hardware de un sistema de procemiento digital de señales orientado a comunicaciones, de acuerdo a los requeriemientos planteados por el profesor. Reporte por escrito de lo anterior. | | |
| **Actividades del docente** | **Actividad del estudiante** | | | **Evidencia de la actividad** | | | | **Recursos y materiales** | **Tiempo destinado** | |
| Retoma los conocimientos de las unidades anteriores y expone como llevarlos a la practica. | Toma de notas | | | Notas en sus libretas | | | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 9 | 3 | |
| Sesión de preguntas y respuestas | Planteamiento de preguntas | | |  | | | |  | 1 | |
|  | Lectura de la bibliografía | | |  | | | | Libro [Proakis2007]  Capítulo 9 |  | |
|  | Producto final: Implementación de un sistema de procesamiento digital de señales en hardware orientado a comunicaciones | | | * Reporte por escrito * Practica funcional | | | | * Microcontrolador * DAC * Osciloscopio * Hojas del fabricante * Instructivo de actividad | 4 | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **5. EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN** | | | | |
| **Requerimientos de acreditación:** | | | | |
| El alumno deberá evidenciar el aprendizaje necesario para aprobar la asignatura, mismos que estarán definidos en los criterios de evaluación. | | | | |
| **Criterios generales de evaluación:** | | | | |
| Para aprobar la materia es necesario que el alumno obtenga por lo menos una calificación de 60 (sesenta) y cumplir con las asistencias según el reglamento para alumnos de la Institución. | | | | |
| **Evidencias o Productos** | | | | |
| **Evidencia o producto** | **Competencias y saberes involucrados** | | **Contenidos temáticos** | **Ponderación** |
| Elaboración de una práctica con un microcontrolador donde se utilize un ADC y un DAC para digitalizar una señal analógica proporcionada por un generador de señales y reconstruir la señal respectivamente. Dicha digitalización se debera realizar con diferentes tasas de muestreo y número de bits para identificar los fenomenos asociados con el ruido de cuantización y submuestreo. Debera entregarse un reporte escrito con los resultados obtenidos en la práctica así como una introducción teórica. | Conocimientos   * Criterio de Nyquist * Reconstrucción de una señal discreta * Cuantización uniforme y no uniforme * Ruido de cunatización * Uso del convertidor del ADC y el DAC   Habilidades   * Determinará satisfactoriamente la velocidad de muestreo en función de las características de la señal * Identificará los problemas asociados a una tasa de muestreo no adecuado * Identificación de fenómenos asociados al ruido de cuantización   Utilización del DAC y el ADC | | Muestreo y cuantización | **6%** |
| Elaboración de un código de software que determine la correlación entre dos señales de audio y a partir de la información obtenida, se pueda determinar cuando ocurre y con que frecuencia ciertos fenomenos. Simulación en computadora de la convolución y su comparación con el resultado teórico. Reporte escrito de lo anterior. | Conocimientos   * Concepto de convolución * Propiedades de la convolución * Concepto de la correlación * Propiedades de la correlación   Habilidades   * Cálculo de la convolución * Implementación de la convolución en software * Cálculo de la correlación * Implementación de la correlación en software | | Convolución y correlación | **6%** |
| Solución teórica de un conjunto de problemas de ecuaciones diferenciales y la corroboración de los resultados obtenidos mediante la simulación de estos en computadora. Reporte por escrito. | Conocimientos   * Conceptos de ecuaciones de diferencias * Resolución de ecuaciones de diferencias * Usos y aplicaciones de ecuaciones de diferencias * Propiedades de la correlación   Habilidades   * Solución de ecuaciones de diferencias   Implementación en software de ecuaciones de diferencias | | Ecuaciones de diferencias | **6%** |
| Planteamiento de la ecuación de diferencia de un sistema discreto, obtención de su transformada Z, obtención de la función de transferencia, obtención del diagrama de polos y ceros, y determinación de la estabilidad del mismo. Adicionalmente, corroboración mediante simulaciones de los resultados obtenidos. Reporte por escrito. | Conocimientos   * Conceptos de transformada Z * Métodos de transformada Z inversa * Fracciones parciales * Función de transferencia * Estabilidad de sistema * Diagrama de polos y ceros   Habilidades   * Solución de ecuaciones de diferencias con transformada Z * Obtención de función de transferencia de sistemas discretos * Elaboración de diagramas de polos y ceros   Determinación de estabilidad de sistemas | | Transformada Z | **6%** |
| Elaboración de un programa de computadora el cual calcule la transformada rápida de Fourier y verificación de su funcionalidad en contraste con un software de simulación científico (MATLAB/Octave). Reporte de los resultados obtenidos e investigación documental sobre la transformada de Fourier discreta y la transformada rápida de Fourier. | Conocimientos   * Conceptos de transformada de Fourier de señales discretas * Conceptos de transformada discreta de Fourier * Conceptos de implementaciones eficientes de transformada rápida de Fourier * Uso de transformada rápida de Fourier   Habilidades   * Cálculo de transformada de Fouirer de señales discretas * Cálculo de transformada discreta de Fourier * Aplicación de la transformada discreta de Fourier | | Transformada de Fourier | **6%** |
| Diseño y simulación de un filtro digital de acuerdo a los requerimientos establecidos por el profesor. Reporte pro escrito de lo anterior. | Conocimientos   * Clasificacion de filtros * Conceptos de filtros * Tecnicas de transformacion de sistemas analogicos a digitales * Tecnicas de diseno de filtros FIR   Habilidades   * Diseno y simulacion de filtros digitales IIR * Diseno y simulacion de filtros digitales FIR | | Diseño de filtros digitales | **6%** |
| **Producto final** | | | | |
| **Descripción** | | **Evaluación** | | |
| **Título:** Implementación de un sistema de procesamiento digital de señales en hardware orientado a comunicaciones | | **Criterios de fondo:**  Los alumnos deberán demostrar conocimiento sobre los conceptos involucrados en el desarrollo del proyecto, ademas deberán demostrar su participación durante su implementación y presentación.  **Criterios de forma:**  Se deberá de entregar fisícamente el proyecto cumpliendo este la función solicitada bajo los requerimientos establecidos por el profesor.  Será necesario elaborar un reporte que indique la metodología que se siguió para realizar el proyecto y los resultados obtenidos. El documento presentado deberá ser por escrito, en el que se muestre su conocimiento sobre los tópicos de procesamiento digital de señales involucrados. El reporte deberá ser elaborado en computadora y se deberá subir a la plataforma Moodle en un archivo electrónico formato pdf a mas tardar el día y hora indicada por el profesor. El documento entregado debe presentar forzosamente: nombre o nombres en caso de ser una actividad en equipo, fecha de entrega y nombre de la materia en la portada; deberá también presentar un marco teórico, una parte donde se explique el desarrollo de la actividad, resultados obtenidos, conclusiones y bibliografía. En caso de solicitarse código de programación, este deberá anexarse al documento a entregar como un apéndice del mismo y deberá referenciarse claramente en el contexto de documento. Las gráficas solicitadas deberán ser legibles, deberán presentar un pie de figura en el cual se indique de manera concisa la descripción de la figura presentada, los ejes deberán presentar escala, una etiqueta donde se indique la variable correspondiente y las unidades de la escala si es el caso. Es altamente recomendable buena presentación, buena redacción y buena ortografía. Como sugerencia, se recomienda seguir la plantilla de la IEEE para la redacción de artículos. No se aceptaran archivos los cuales sean versiones digitalizadas de apuntes hechos a mano o que no cumplan con lo requerimientos antes estipulados. La calificación del proyecto tendrá un valor numérico entre cero y cien (posteriormente se ponderará al porcentaje de la calificación final), en función de los resultados, gráficas y códigos entregados. El proyecto deberá ser elaborado en equipo, permitiéndose el intercambio de ideas entre los compañeros de la clase. El reporte de ser entregado de manera individual. En caso de detectarse plagio, los proyectos involucrados obtendrán automáticamente calificación de cero. | | **Ponderación** |
| **Objetivo:** El alumno aplicara todos los conocimientos adquiridos durante el curso para diseñar e implementar en hardware una parte de un sistema de comunicaciones digitales. | | **30 %** |
| **Caracterización** Diseño e implementación en hardware de un sistema de procemiento digital de señales orientado a comunicaciones, de acuerdo a los requeriemientos planteados por el profesor. Reporte por escrito de lo anterior. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Otros criterios** | | |
| **Criterio** | **Descripción** | **Ponderación** |
| Examenes departamental | 2 examenes con reactivos para evaluar los conocimientos generales teóricos de los alumnos, cada examan con una ponderción del 10% | 20 % |
| Examenes cortos sorpresa | Examenes sorpresa con pocos reactivos | 14 % |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **6. REFERENCIAS Y APOYOS** | | | | |
| **Referencias bibliográficas** | | | | |
| **Referencias básicas** | | | | |
| **Autor (Apellido, Nombre)** | **Año** | **Título** | **Editorial** | **Enlace o biblioteca virtual donde esté disponible (en su caso)** |
| Proakis, John G. | 2007 | Tratamiento Digital de Señales | Pearsons education |  |
| Oppenheim, Alan V., and Ronald W | 2009 | Discrete-Time Signal Processing | Pearsons |  |
|  |  |  |  |  |
| **Referencias complementarias** | | | | |
| Alexander, Winser, and Cranos M. Williams | 2016 | Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and System Design | Academic press |  |
| Welch, Thad B., Cameron H. G. Wright, and Michael G. Morrow | 2017 | Real-Time Digital Signal Processing from MATLAB to C with the TMS320C6x DSPs | CRC press |  |
| Stearns, Samuel D., and Donald R. Hush | 2016 | Digital Signal Processing with Examples in MATLAB® | CRC press |  |
| **Apoyos (videos, presentaciones, bibliografía recomendada para el estudiante)** | | | | |
| **Unidad temática 1:**  **Unidad temática 2:**  **Unidad temática 3:**  **Unidad temática 4:**  **Unidad temática 5:** | | | | |