

Programa del curso EE-0604

Sistemas digitales

Escuela de Ingeniería Electromecánica
Carrera de Ingeniería Electromecánica (tronco común)

I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

1. Datos generales

| | |
|---|--|
| Nombre del curso: | Sistemas digitales |
| Código: | EE-0604 |
| Tipo de curso: | Teórico - Práctico |
| Obligatorio o electivo: | Obligatorio |
| Nº de créditos: | 2 |
| Nº horas de clase por semana: | 4 |
| Nº horas extraclase por semana: | 2 |
| Ubicación en el plan de estudios: | Curso de 6 ^{to} semestre en Ingeniería Electromecánica (tronco común) |
| Requisitos: | EE-0503 Sistemas analógicos. |
| Correquisitos: | Ninguno |
| El curso es requisito de: | EE-0705 Microcontroladores. |
| Asistencia: | Libre |
| Suficiencia: | No |
| Posibilidad de reconocimiento: | Sí |
| Aprobación y actualización del programa: | 01/01/2026 en sesión de Consejo de Escuela 01-2026 |

2. Descripción general

El curso de *Sistemas digitales* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: conocer y aplicar los principios de los circuitos eléctricos y la electrónica, y analizar su funcionamiento en las diversas aplicaciones en ingeniería electromecánica.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: aplicar técnicas de simplificación de variables en circuitos combinacionales; implementar conectivas lógicas en lógica digital y lógica programada en FPGA; analizar el funcionamiento, diseño e implementación de contadores digitales, MUX y Decos y ADC; e implementar circuitos digitales combinacionales y secuenciales usando lenguajes como VHDL o Verilog.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Sistemas analógicos, e Introducción a la computación.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en los cursos de: Microcontroladores, y Control por eventos discretos.

3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

Objetivo general

- Desarrollar circuitos digitales con circuitos integrados y/o componentes programados.

Objetivos específicos

- Aplicar técnicas de simplificación de variables en circuitos combinacionales.
- Implementar conectivas lógicas en lógica digital y lógica programada en FPGA.
- Analizar el funcionamiento, diseño e implementación de contadores digitales, MUX y Decos y ADC.
- Implementar circuitos digitales combinacionales y secuenciales usando lenguajes como VHDL o Verilog.

4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción a los Sistemas Digitales
 - 1.1. Conceptos básicos
 - 1.2. Diferencias entre sistemas digitales y analógicos
2. Reducción de expresiones booleanas
 - 2.1. Álgebra de Boole
 - 2.2. Teoremas y postulados
 - 2.3. Variables y funciones booleanas
 - 2.4. Simplificación de funciones booleanas
 - 2.5. Mapas de Karnaugh

- 2.5.1. Mapas cíclicos, semi-cíclicos
 - 2.5.2. Mapas de variable ingresada
- 2.6. Suma de productos y Producto de Sumas
- 3. Circuitos Combinacionales
 - 3.1. Puertas lógicas básicas (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, XNOR)
 - 3.2. Diseño y análisis de circuitos combinacionales
 - 3.3. Sumadores y restadores
 - 3.4. Multiplexores (MUX)
 - 3.5. Demultiplexores (DEMUX)
 - 3.6. Codificadores y decodificadores (ENCODERS y DECODERS)
- 4. Circuitos Secuenciales
 - 4.1. Conceptos de memoria y almacenamiento
 - 4.2. Flip-Flops (SR, D, JK, T)
 - 4.3. Contadores y registros
 - 4.4. Máquinas de estados finitos (FSM)
 - 4.5. Maquinas de Mealy / Moore
- 5. Elementos de Memoria
 - 5.1. Tipos de flip-flops y sus aplicaciones
 - 5.2. Diseño de registros y contadores
 - 5.3. Memorias RAM y ROM
- 6. Unidad Aritmética y Lógica (ALU)
 - 6.1. Diseño y funcionamiento de una ALU
 - 6.2. Operaciones aritméticas y lógicas
- 7. Lenguaje de Descripción de Hardware (VHDL)
 - 7.1. Introducción a VHDL
 - 7.2. Modelado de circuitos combinacionales y secuenciales en VHDL
 - 7.3. Simulación y síntesis de diseños en VHDL
- 8. FPGAs (Field-Programmable Gate Arrays)
 - 8.1. Introducción a las FPGAs
 - 8.2. Tipos de FPGAs y sus aplicaciones
 - 8.3. Arquitectura interna de una FPGA
 - 8.4. Ventajas y desventajas de las FPGAs
- 9. Programación de FPGAs con VHDL

- 9.1. Diseño del circuito en VHDL
- 9.2. Simulación y verificación del diseño
- 9.3. Síntesis y generación del bitstream
- 9.4. Implementación y programación en la FPGA

II parte: Aspectos operativos

5. Metodología

En este curso, se utilizará el enfoque sistémico-complejo para la ejecución de las sesiones magistrales y se integrará la investigación práctica aplicada para las sesiones prácticas. Esta última se implementará mediante técnicas como el modelado, simulación, prototipado y la experimentación controlada.

Las personas estudiantes podrán desarrollar actividades en las que:

- Analizarán y definirán los requisitos del sistema, estableciendo el mejor circuito que solucione el problema planteado.
- Contrastarán distintos circuitos con el fin de determinar cuál es la mejor alternativa que equilibre la complejidad y el margen de error aceptable.
- Aplicarán herramientas de simulación para verificar el funcionamiento de la solución planteada.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante desarrollar circuitos digitales con circuitos integrados y/o componentes programados

Si un estudiante requiere apoyos educativos, podrá solicitarlos a través del Departamento de Orientación y Psicología.

6. Evaluación

La evaluación se distribuye en los siguientes rubros:

- Pruebas parciales: evaluaciones formales que miden el nivel de comprensión y aplicación de los conceptos clave del curso. Generalmente cubren una parte significativa del contenido visto hasta la fecha y pueden incluir problemas teóricos y prácticos.
- Tareas: evaluaciones que tienen el propósito de reforzar, aplicar o evaluar el aprendizaje de un tema específico. Pueden requerir investigación, resolución de problemas, desarrollo de habilidades prácticas o aplicación de conocimientos teóricos.
- Act. aprendizaje activo: actividad diseñada para que los estudiantes se involucren de manera directa y práctica en la construcción de su conocimiento, a través de la resolución de problemas, la discusión y la aplicación de conceptos teóricos en contextos reales o simulados.

| | |
|-----------------------------|-------|
| Pruebas parciales (2) | 60 % |
| Tareas (6) | 15 % |
| Act. aprendizaje activo (1) | 25 % |
| Total | 100 % |

De conformidad con el artículo 78 del Reglamento del Régimen Enseñanza-Aprendizaje del Instituto Tecnológico de Costa Rica y sus Reformas, en este curso la persona estudiante **no** tiene derecho a presentar un examen de reposición.

7. Bibliografía

- [1] S. Brown y Z. Vranesic, *Fundamentals of Digital Logic with Verilog Design*, 3rd. McGraw-Hill Education, 2013, ISBN: 978-0073380544.
- [2] M. M. Mano y C. R. Kime, *Logic and Computer Design Fundamentals*, 5th. Pearson, 2015, ISBN: 978-0133760637.
- [3] D. M. Harris y S. L. Harris, *Digital Design and Computer Architecture*, 2nd. Morgan Kaufmann, 2012, ISBN: 978-0123944245.
- [4] R. H. Katz, *Contemporary Logic Design*, 2nd. Prentice Hall, 2005, ISBN: 978-0201308570.
- [5] T. L. Floyd, *Fundamentos de Sistemas Digitales*, 11.^a ed. Pearson Educación, 2015, ISBN: 978-6073222083.
- [6] V. P. Nelson, H. T. Nagle, B. D. Carroll y J. D. Irwin, *Análisis y Diseño de Circuitos Lógicos Digitales*. Prentice Hall, 1995, ISBN: 978-9688808145.
- [7] J. P. Hayes, *Introducción al Diseño Lógico Digital*. McGraw-Hill, 1993, ISBN: 978-8448111692.
- [8] R. S. Sandige, *Modern Digital Design*. McGraw-Hill, 2002, ISBN: 978-0071123471.
- [9] K. L. Short, *VHDL for Engineers*. Prentice Hall, 2008, ISBN: 978-0136055969.
- [10] P. P. Chu, *FPGA Prototyping by VHDL Examples*, 2nd. Wiley-Interscience, 2017, ISBN: 978-1119282747.

8. Persona docente

El curso será impartido por:

Mag. Lisandro Araya Rodriguez

Maestría Ingeniería en Computación. Bachillerato en Ingeniería Electrónica Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica

Correo: laraya@itcr.ac.cr Teléfono: 0

Oficina: 19 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago

M.Sc. Nicolás Vaquerano Pineda

Maestría en Electrónica con énfasis en Sistemas Embebidos. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica

Correo: nvaquerano@itcr.ac.cr Teléfono: 25509350

Oficina: 0 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago