

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, y Fundamentos de organización de computadoras.

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. Luis Gómez Gutierrez

Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Gestión de Activos, PMM Business School, España

Correo: lugomez@itcr.ac.cr Teléfono: 25509340

Oficina: 24 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago

M.Sc. Lisandro Araya Rodriguez

Bachillerato en Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Correo: laraya@itcr.ac.cr Teléfono: 25509333

Oficina: 19 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago

M.Sc. Nicolás Vaquerano Pineda

Bachillerato en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Licenciatura en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

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

Oficina: 14 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago