

Programa del curso EE-0604

Sistemas digitales

Escuela de Ingeniería Electromecánica
Carrera de Ingeniería Electromecánica

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
Requisitos:	EE-0503 Sistemas analógicos
Correquisitos:	Ninguno
El curso es requisito de:	EE-0705 Microcontroladores
Asistencia:	Libre
Suficiencia:	No
Posibilidad de reconocimiento:	Si
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 de los siguientes rasgos 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: estudiar técnicas de simplificación de variables en circuitos combinacionales; estudiar conectivas lógicas y su implementación en lógica digital y lógica programada en FPGA; estudiar el funcionamiento, diseño e implementación de contadores digitales, MUX y Decos y ADC; y diseñar 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 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

- Implementar circuitos digitales con componentes monolíticos y componentes programados

Objetivos específicos

- Estudiar técnicas de simplificación de variables en circuitos combinacionales
- Estudiar conectivas lógicas y su implementación en lógica digital y lógica programada en FPGA
- Estudiar el funcionamiento, diseño e implementación de contadores digitales, MUX y Decos y ADC
- Diseñar 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 ciclicos, semi-ciclicos
 - 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.
- Evaluarán distintos circuitos y los compara con el fin de determinar cuál es la mejor alternativa que negocie entre complejidad y error deseado.
- Aplicarán herramientas de simulación para verificar el funcionamiento de la solución planteada

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante implementar circuitos digitales con componentes monolíticos y 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:

- Exámenes 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.
- Proyecto(s) grupal(es): actividad integradora donde los estudiantes aplican conocimientos teóricos y prácticos para resolver un problema real o simulado. Fomenta el desarrollo de habilidades analíticas, de investigación y trabajo en equipo.

Exámenes parciales (2)	60 %
Tareas (4)	20 %
Proyecto(s) grupal(es) (2)	20 %
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*. McGraw-Hill Education, 2007.
- [2] M. M. Mano y C. R. Kime, *Logic and Computer Design Fundamentals*. Pearson, 2008.
- [3] D. M. Harris y S. L. Harris, *Digital Design and Computer Architecture*. Morgan Kaufmann, 2012.
- [4] R. H. Katz, *Contemporary Logic Design*. Prentice Hall, 2005.
- [5] T. L. Floyd, *Fundamentos de Sistemas Digitales*. Pearson Educación, 2006.
- [6] V. P. Nelson, H. T. Nagle, B. D. Carroll y J. D. Irwin, *Análisis y Diseño de Circuitos Lógicos Digitales*. Prentice Hall, 1995.
- [7] J. P. Hayes, *Introducción al Diseño Lógico Digital*. McGraw-Hill, 1993.
- [8] R. S. Sandige, *Modern Digital Design*. McGraw-Hill, 2002.
- [9] K. L. Short, *VHDL for Engineers*. Prentice Hall, 2008.
- [10] P. P. Chu, *FPGA Prototyping by VHDL Examples*. Wiley-Interscience, 2008.

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: 0

Oficina: 0 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago