

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

<b>Nombre del curso:</b>	Sistemas digitales
<b>Código:</b>	EE-0604
<b>Tipo de curso:</b>	Teórico - Práctico
<b>Obligatorio o electivo:</b>	Obligatorio
<b>Nº de créditos:</b>	2
<b>Nº horas de clase por semana:</b>	4
<b>Nº horas extraclase por semana:</b>	2
<b>Ubicación en el plan de estudios:</b>	Curso de 6 <sup>to</sup> semestre en Ingeniería Electromecánica
<b>Requisitos:</b>	EE-0503 Sistemas analógicos
<b>Correquisitos:</b>	Ninguno
<b>El curso es requisito de:</b>	EE-0705 Microcontroladores
<b>Asistencia:</b>	Libre
<b>Suficiencia:</b>	No
<b>Posibilidad de reconocimiento:</b>	Si
<b>Aprobación y actualización del programa:</b>	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](mailto: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](mailto:nvaquerano@itcr.ac.cr) Teléfono: 0

Oficina: 0 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago