



## ***DISEÑO DIGITAL***

Programa de la Materia

### **Identificación de asignatura**

Academia:	Biomédica
Código:	ET336
Prerrequisito:	ET202
Número de Horas Totales	160 Hrs Teoría: 120 Práctica: 40
Horas semanales:	8
Créditos:	17
Tipo:	Curso Taller
Carácter del curso:	Especializante Obligatoria
Antecedentes:	Electrónica I y Taller de Mediciones Electrónicas
Conocimientos previos:	Conceptos de Corriente, Resistencia, Voltaje y Circuitos Eléctricos. Básicos. Transistores BJT y FET.
Consecuentes:	Microprocesadores
Habilidades y Destrezas:	Para medir, definir, describir, diferenciar, aplicar, diseñar y construir.
Actitudes y Valores	Respeto a la vida, responsabilidad y trabajo en equipo.
Carrera:	Ingeniería Biomédica
Fecha de última revisión	11 de julio de 2008

### **Descripción**

La Electrónica Digital dentro del ámbito de la medicina se ha desarrollado de una manera vertiginosa, al igual que se ha digitalizado la mayoría de los equipos médicos. Los sistemas de monitoreo de variables del cuerpo humano son vivos ejemplos de la digitalización de estos sistemas; por lo que es necesario e imperante que el Ingeniero en Biomédica conozca los conceptos básicos del diseño Electrónico Digital.

### **Propósito General**

Al término del curso el alumno utilizará correctamente las técnicas y herramientas de diseño basadas en el Algebra de Boole y además será capaz de analizar circuitos lógicos combinacionales y secuenciales para realizar y/o modificar módulos usados en forma independiente o como parte de la arquitectura de un sistema digital más complejo.

### **Objetivos Terminales**

Objetivo Terminal.- El alumno será capaz de diseñar, simular, implementar y analizar sistemas lógicos Combinacionales y Secuenciales.

Objetivo Intelectual.- El alumno adquirirá el enfoque jerárquico evolutivo (razonamiento de sistemas-a-circuitos), de construcción de bloques para el diseño digital, usando tecnología de vanguardia para formar módulos funcionales.

Objetivo Social y Humano.- El alumno desarrollara un comportamiento humanista, de colaboración y apoyo hacia la comunidad.

Objetivo Profesional.- El alumno aprenderá a ser perfeccionista en el ámbito laboral, sobre todo en el diseño, implementación y calibración de equipo médico

### **Recursos Metodológicos**

*Actividades en el Aula:*

*Exposición Oral (Profesor y Alumnos)*

*Herramientas: Pintarrón, Computadora, Proyector Digital y Retroproyector de Acetatos.*

*Realización de Ejercicios (Profesor y Alumnos)*

*Simulación de circuitos lógicos*

*Programación de Dispositivos Lógicos.*

*Implementación de pequeños sistemas digitales utilizando circuitos integrados SSI y MSI.*

*Actividades Extra clase:*

*Documentación complementaria sobre algunos temas.*

*Realización de ejercicios para verificación del aprendizaje.*

*Simulación de Circuitos lógicos (Alumnos).*

### **Contenido**

#### **MODULO 1 Conceptos de Sistemas digitales y del Diseño Digital (Teoría)**

*El alumno comprenderá conceptos básicos de los sistemas digitales así, como las nuevas tendencias tecnológicas en el Diseño de Hardware Digital.*

##### **1.1 Clasificación de los Sistemas Electrónicos**

###### **1.1.1 Sistema Electrónico Analógico**

###### **1.1.3 Sistema Electrónico Digital**

##### **1.2 clasificación de los Sistemas Digitales**

###### **1,2,1 Sistema Digital Combinacional**

###### **1.2.2 Sistema Digital Secuencial**

##### **1.3 Diferencias entre magnitud digital y analógica**

##### **1.4 Hardware Digital**

###### **1.4.1 El proceso de Diseño**

###### **1.4.2 Diseño de Hardware Digital**

#### **MODULO 2 Introducción a los Circuitos Lógicos y VHDL (Teoría)**

*OBJETIVO Particular: El alumno conocerá y aplicará el álgebra de Boole además de utilizar herramientas computarizadas para diseñar y simular circuitos combinacionales.*

##### **2.1 Álgebra de Boole y Simplificación Lógica**

###### **2.1.1 Circuitos eléctricos serie y paralelo**

###### **2.1.2 Compuertas lógicas y circuitos.**

###### **2.1.3 Tablas de Verdad**

###### **2.1.4 Variables y Funciones**

###### **2.1.5 Diagramas de Venn**

###### **2.1.6 Leyes y Reglas del Álgebra de Boole**

###### **2.1.7 Diagramas Lógicos**

###### **2.1.8 Diseño con compuertas NAND y NOR**

2.2 Formas estándar de las expresiones booleanas

2.3 Diseño con compuertas NAND y NOR

2.3. Aplicación del Algebra de Boole para resolver problemas reales.

2.4. Introducción a las herramientas del Diseño asistido por computadora

**Práctica No. 1** Introducción al Laboratorio y Medición de corrientes y voltajes empleando un circuito con elementos semiconductores.

**Objetivo Particular:** El alumno aprenderá a usar componentes electrónicos y sus parámetros eléctricos.

1.1 Análisis de la ley de Ohm.

1.2 Conocimiento del multímetro, características y operación.

1.3 Conocimiento y manejo del protoboard y posibles fallas

1.4 Características generales de semiconductores

**Práctica No. 2** Implementación de las funciones básicas del Algebra de Boole (AND, OR, NOT, OR EX, NAND, NOR Y NOR EX) mediante una función simple.

**Objetivo Particular:** El alumno analizará las características eléctricas y dinámicas de los circuitos integrados CMOS y aprenderá a utilizarlos comprobando las tablas de verdad de las compuertas lógicas utilizando para su implementación hojas de datos

2.1 Compuertas Lógicas CMOS

2.2 Parámetros del CMOS.

2.3 Escalas de Integración.

2.4 Voltajes de Alimentación

2.5 Niveles de Voltaje y corriente

2.6 Factor de Carga de Salida (fan out)

2.7 Velocidad de Circuito. (Compuerta Lógica).

2.8 Retardo de Propagación (tpd)

2.9 Tiempo de Transición (tr y tf)

Actividad Extra clase: Documentación sobre familias de circuitos integrados digitales adicionales (TTL, BICMOS, LVTTTL y LVCMOS).

**Práctica No. 3** Manejo de un circuito combinacional con capacidad de tercer estado.

**Objetivo Particular:** Analizar circuitos integrados con diferentes arreglos de salida y circuitos que combinan compuertas lógicas para tener una función particular.

4.1 Circuitos con salida Buffer

4.2 Circuitos con salida tercer estado

4.3 Circuito Multiplexor

Actividad Extraclase: Documentación sobre arreglos de salida

**Práctica No.4** Implementación de una Función de Boole

**Objetivo Particular.** Utilizando Álgebra de Boole realizar el diseño de una función algebraica que involucre el uso del display. (Por ejemplo: un multiplicador de 2 X 2 bits con salida en leds y display de 7 segmentos).

### **MODULO 3 Optimización de funciones lógicas (Teoría)**

**Objetivo Particular:** El alumno será capaz de optimizar funciones para el diseño de circuitos lógicos.

#### 3.1 Mapas de Karnaugh (hasta 6 variables)

- a) Funciones con especificación incompleta
- b) Ejemplos ilustrativos y aplicaciones

#### 3.2 Dispositivos Lógicos Programables

- a) PAL's y GAL's
- b) ROM

#### 3.3 Introducción al VHDL.

**Practica No. 5** Diseñar e implementar una función lógica utilizando un GAL

**Objetivo Particular:** El alumno reforzará sus conocimientos en diseño de sistemas digitales utilizando Mapas de Karnaugh con condiciones de no importa y Software de programación aplicable a PLD's (Dispositivos Lógicos Programables), diseñando e implementando una función lógica

Actividad Extraclase: Documentación sobre PAL's y GAL'S

**Practica No. 6** Diseñar e implementar una función lógica utilizando una EPROM

**Objetivo Particular:** Utilizando una memoria el alumno almacenara la Tabla de Verdad de una Función de Boole y mostrara su resultado en Led's o display de 7 segmentos utilizando un Software de programación aplicable a una memoria

Actividad Extraclase: Documentación sobre Memorias de solo lectura

**Práctica No. 7** Simulación de una Función de Boole utilizando VHDL.

**Objetivo Particular:** Utilizando un software adecuado el alumno simulará una función de Boole ,después de haber practicado simulando las compuertas básicas

### **MODULO 4 Circuitos Aritméticos**

**Objetivo Particular:** El alumno conocerá y analizará la lógica combinatoria para diseñar circuitos aritméticos

#### 4.1. Representación numérica posicional

#### 4.2. Conversión entre sistemas numéricos

#### 4.3. Códigos

#### 4.4. Suma de números sin signo

- a) Medio Sumador
- b) Sumador Completo

#### 4.5. Números con signo

- a) suma y resta
- b) unidad sumadora y restadora
- c) Desbordamiento aritmético

#### 4.6. Diseño de circuitos Aritméticos con el uso de herramientas VHDL

**Práctica No.8** Implementar un circuito sumador/restador con PLD's

**Objetivo Particular:** El alumno realizara el diseño de un sumador/restador utilizando las diferentes herramientas de diseño aprendidas en los modulos anteriores y lo implementara en un circuito programable

**Practica No. 9** Diseño de un Sistema Combinacional Complejo.

**Objetivo Particular:** El alumno reafirmara mediante un diseño e implementación del mismo los conocimientos adquiridos sobre la lógica combinacional.

#### **MODULO 5: Fundamentos de los Sistemas Secuenciales**

**Objetivos particular.** El alumno será capaz de:

*Diseñar, simular, programar y describir cualquier multivibrador.*

1.1 Introducción a los Sistemas Secuenciales

1.2 Multivibradores Biestables Asíncronos

1.3 Latches SR

1.4 Multivibradores Astable y Monoestable con Circuito Integrado

1.5 Flip-Flops Controlados Sincrónica y Asíncrónicamente

a) Ecuaciones Características de los Flip Flops

b) Cronogramas de los Flip Flops

c) Tablas de excitación de los Flip Flops

d) Diagramas de Estado de los Flip Flops

e) Diseño y Conversiones entre Flip Flops

**Práctica No. 10** Diseño e implementación de un Latch RS activo en nivel bajo y otro RS activo en nivel alto.

**Objetivo Particular:** El alumno analizará el comportamiento del latch SET-RESET implementándolo con compuertas NAND y NOR.

**Práctica No. 11.-** Diseño e implementación de un Multivibrador Astable y un Multivibrador Monoestable.

**Objetivo Particular:** El alumno diseñara e implementará un Multivibrador Monoestable y un Astable utilizando el circuito LM555.

**Práctica No. 12** Implementación de los FLIP-FLOP's SR, JK, T y D utilizando un circuitos de función fija y un programable.

**Objetivo Particular:** El alumno convertirá los Flip-Flop's D que trae el GAL16V8 en los Flip.Flop's SR, JK y T utilizando el método de conversiones visto en la teoría y realizará su implementación.

#### **MODULO 6: Diseño de Circuitos Lógicos Secuenciales**

**Objetivos particulares.** El alumno será capaz de:

• Diseñar, simular, programar y describir máquinas de estado síncronas.

2.1 Diagramas de Estado y Cronogramas

2.2 Tabla de estados 2.3 Tabla de excitación y ecuaciones de control

2.4 Salidas Mealy y Moore

2.5 Diseño de Contadores síncronos

2.6 Diseño de Contadores Asíncronos

2.7 Diseño de Registros

2.8 Metodología general para el Diseño de Máquinas de Estado

2.9 Actividades extra-clase:

*Aplicación de software para el diseño, simulación, programación y descripción de máquinas de estado*

**Practica No. 13** Diseño de una Máquina de estados síncrona.

**Objetivo particular:** Utilizando la metodología general para el Diseño de Máquinas de Estado diseñar una que involucre condiciones indiferentes y comprobar que estas no afecten el comportamiento de la máquina de estados.

**Practica No. 14** Diseño de Contadores de Sincrónicos conectables en cascada.

**Objetivo particular:** Comprobar el comportamiento de los circuitos sincronizados de secuencia cíclica utilizados en la función de conteo en sus casos de aplicación más comunes.

**Práctica No. 15:** Diseño e implementación de un Registro Universal utilizando un GAL

**Objetivo particular:** Comprobar el comportamiento de los circuitos asincrónicos de secuencia cíclica utilizados en la función de conteo en sus casos de aplicación más comunes.

### **MODULO 7: Análisis de Circuitos Lógicos Secuenciales**

**Objetivos particulares.** El alumno será capaz de:

- Describir el comportamiento de un circuito secuencial síncrono mediante un cronograma o un diagrama de estados.

3.1 Análisis de la Estructura del Circuito

3.2 Obtención de las ecuaciones de excitación

3.3 Tabla de excitación

3.4 Transición de los FF utilizados

3.5 Diagrama de Estados y Cronograma

3.6 Actividades extra-clase:

Resumir estructuradamente las técnicas utilizadas en el proceso de análisis de los circuitos lógicos secuenciales síncronos,.

#### **Proyecto Final:**

**Práctica No. 16:** Diseño de un Sistema Secuencial Complejo.

**Objetivo Particular:** El alumno reafirmara mediante un diseño e implementación del mismo los conocimientos adquiridos sobre la lógica combinacional y secuencial.

**Objetivo Particular:** Utilizando una memoria el alumno diseñara un detector de temperatura utilizando sus conocimientos en diseño de sistemas digitales Combinacionales y lo mostrara en un display de 7 segmentos utilizando un Software de programación aplicable a una memoria o diseñar un sistema digital que involucre varios elementos utilizados en todo el semestre.

#### **Evaluación**

Se evaluará durante el periodo escolar mediante dos exámenes departamentales, ejercicios en el aula, tareas, prácticas y reportes

#### **Criterios de Calificación:**

La calificación estará integrada por:

50% de los dos exámenes departamentales. (25 puntos cada uno)

a. 1er. examen dptal. de los módulos 1,2,3,4 (Fecha X a la hora de clase)

b. 2do. examen dptal. De los módulos 5,6,7 (Fecha X a la hora de clase)

30% de las prácticas y su reporte presentadas en el laboratorio(14 prácticas de 2 pts c/u y 2 de 3 pts).

20% ejercicios en el aula y tareas (17 tareas de 1.3 pts c/u.)

#### **Bibliografía**

##### **Texto**

**Título:** Fundamentos de Lógica Digital con diseño VHDL

**Autor:** Stephen Brown, Zvonko Vranesic

**Editorial:** Mc Graw Hill, 2006 Segunda edición.

### **Bibliografía Complementaria**

**1. Título:** Sistemas Digitales Principios y Aplicaciones.

**Autor:** Ronald J. Tocci, Neal S. Widmer y Gregory L. Moss

**Editorial:** Prentice Hall, 2007, Decima edición.

**2. Título:** Fundamentos de Sistemas Digitales.

**Autor:** Thomas L. Floyd

**Editorial:** Prentice Hall, 2006, Novena edición.

**3. Título:** Diseño Digital Principios y Aplicaciones.

**Autor:** John F. Wakerly.

**Editorial:** Prentice Hall, 2001. Tercera Edición

**4. Título:** Sistemas Electrónicos Digitales.

**Autor:** Enrique Mandado Pérez y Yago Mandado Rodríguez.

**Editorial:** Alfaomega Marcombo 2008 9ª. Edición

**5. Título:** Análisis y Diseño de Circuitos Lógicos Digitales.

**Autor:** Victor P. Nelson / H. Troy Nagle / Bill D. Carroll / J. David Irwing

**Editorial:** Prentice Hall, 1996

### **Revisión**

*Ventura Núñez María Patricia*

*19 de julio de 2009*