



Universidad Católica "Nuestra Señora de Asunción"  
Sede Regional Asunción  
Facultad de Ciencias y Tecnología

**Departamento de Ingeniería Electrónica e Informática**  
**Carrera de Ing. Electrónica, Ing. Informática**

## **ELECTRÓNICA 1**

<b>CÓDIGO:</b>	CYTA42
<b>CARRERA:</b>	Ing. Electrónica
<b>SEMESTRE:</b>	6°
<b>CORRELATIVAS:</b>	Teoría de Circuitos 1, Física 3
<b>CARGA HORARIA SEMANAL:</b>	8 horas
<b>HORAS TOTALES:</b>	144 horas
<b>HORAS TEÓRICAS:</b>	80 horas
<b>HORAS PRÁCTICAS:</b>	64 horas

### **DESCRIPCIÓN DEL CURSO:**

Este curso presenta los principales dispositivos electrónicos como: diodos, transistores de unión (BJT) y de efecto de campo (FET), describiendo sus principios teóricos y realizando el análisis de sus comportamientos dentro del circuito electrónico. Se estudian criterios de selección de componentes y diseño de circuitos electrónicos para la realización de sistemas prácticos.

### **OBJETIVOS:**

El alumno deberá estar capacitado para el uso, reconocimiento, análisis y diseño de sistemas electrónicos analógicos, conociendo los principios físicos de funcionamiento. Utilización de herramientas de diseño y simulación de circuitos electrónicos. Manejo de las hojas técnicas suministradas por los fabricantes.

### **SÍNTESIS DEL PROGRAMA:**

Niveles y bandas de energía. Semiconductores. Diodos de unión. Transistores de unión. Transistores de unión bipolar. Polarización y estabilidad térmica del transistor. Modelo de pequeña señal del transistor a bajas frecuencias. Transistores de efecto de campo.

# PROGRAMA ANALÍTICO

## 1. NIVELES Y BANDAS DE ENERGÍA

El átomo: naturaleza, niveles de energía. Principio de la barrera de energía potencial. Estructura electrónica de la materia. El principio de exclusión. Capa electrónica. Bandas de energía en los cristales. Metales, aislantes y semiconductores.

## 2. SEMICONDUCTORES

Movilidad y conductividad. Electrones libres y ligados. Enlace covalente. Huecos y electrones en un semiconductor intrínseco. Recombinación y tiempo de vida. Conductividad en un semiconductor. El fenómeno de transporte en los semiconductores. Impurezas donadoras y aceptadoras. Propiedades electrónicas del Si y Ge. Semiconductores extrínsecos. Difusión. Ecuación de continuidad. Modulación de la conductividad. Corriente de difusión y de desplazamiento. Bandas de energía en semiconductores tipo N y P. Estudio de la juntura PN. Polarización directa e inversa. Características para grandes tensiones.

## 3. DIODOS DE UNIÓN

La unión p-n. El diodo en circuito abierto. Componentes de corriente del diodo. Deducción de la característica tensión-corriente. Dependencia con la temperatura. Resistencia del diodo. Resistencia estática. Resistencia dinámica. Capacidad de difusión y de transición. Cálculo de las variaciones de  $I_o$  y  $V_d$  con la temperatura. Tiempo de conmutación del diodo de unión. Diodo Zener. Diodo túnel. Diodos LED. Fotodiodos. Circuitos con diodos. Recta de carga. Característica dinámica. Característica de transferencia. Modelos lineales aproximados de un diodo de unión. Análisis de circuitos con diodos utilizando el modelo lineal aproximado Recortadores con diodos (limitadores), curvas de transferencia. Recorte a dos niveles. Circuitos fijadores. Rectificadores: media onda y onda completa. Tensiones y corrientes medias y RMS en la carga. Filtros: de inductancia, de condensador, tipo L, tipo  $\pi$ , filtros compuestos. Diseño de rectificadores y filtros. Criterios de selección de diodos rectificadores. Multiplicadores de tensión. Diseño de reguladores construidos con diodos zener. Simulación de circuitos con diodos con ayuda del SPICE.

## 4. TRANSISTORES DE UNIÓN BIPOLAR

El transistor de unión. El transistor en circuito abierto. Componentes de corriente. El transistor como amplificador. Corrientes en un transistor, los parámetros alfa y beta. Efecto Early. Configuraciones: base, emisor y colector común. Modelo de Ebers-Moll. Región de corte y saturación en EC. Polarización. Valores nominales de los transistores. Tiempos de conmutación del transistor. Modelo de Ebers-Moll.

## 5. Polarización y estabilidad térmica del transistor

El punto de trabajo. Rectas de carga estática y dinámica. Circuito de polarización fija. Estabilidad de la polarización. Inestabilidad térmica. Autopolarización. Análisis del circuito de autopolarización. Estabilización frente a variaciones de  $V_{be}$ ,  $I_{co}$ , y beta. Característica de transferencia. Factores de estabilidad. Consideraciones prácticas. Compensación de la polarización. Análisis de circuitos con transistores en corriente continua. Máxima excursión simétrica (MES). Ubicación del punto de trabajo para MES.

Cálculos de MES de amplificadores. V Cálculo del punto de polarización y de las curvas características de un transistor utilizando el SPICE.

## **6. MODELO DE PEQUEÑA SEÑAL DEL TRANSISTOR A BAJAS FRECUENCIAS**

El cuadripolo, modelo híbrido. El modelo híbrido de un transistor. Los parámetros híbridos para las tres configuraciones del transistor. Fórmulas de conversión de los parámetros entre las diferentes configuraciones del transistor. Variaciones de los parámetros híbridos. Análisis de un circuito amplificador a transistores utilizando los parámetros híbridos. Ganancias de Tensión  $A_v$  y  $A_{vs}$ . Ganancia de corriente  $A_i$ . Impedancia de entrada. Impedancia de salida. Configuración en emisor común. Configuración en colector común. Configuración en base común. Comparación entre las tres configuraciones de amplificadores. Amplificadores a transistor en cascada. Modelo híbrido simplificado en emisor común. Cálculo de ganancias de tensión y corriente e impedancias de entrada y salida. Transistor visto desde la base y el emisor. Circuito Darlington. Simulación de circuitos con transistores con el SPICE.

## **7. TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO**

Transistores de unión de efecto de campo. Funcionamiento del JFET. FETs de canal n y p. Características de corriente continua del JFET. Tensión de contracción. Curva característica de un JFET. La región ohmica. La región de saturación. Características de transferencia. Región de corte. Modelo del FET para pequeña señal.  $\mu$ ,  $g_m$ ,  $r_d$ . El FET visto desde Dreno. El FET visto desde Surtidor. Dependencia con la temperatura. Polarización del JFET. Amplificadores en fuente común, drenaje común y puerta común. El MOSFET de acumulación. El MOSFET de agotamiento. Protección de los MOSFET. FETS de potencia VMOS, DMOS.

### **METODOLOGÍA:**

Las actividades de enseñanza de esta cátedra consisten en:

- Clases magistrales
- Laboratorios guiados donde las medidas obtenidas en las experiencias son contrastadas por medio de herramientas computacionales de simulación de circuitos
- Trabajo práctico final, cuyo objetivo es el de introducir al alumno de la materia en las dificultades teóricas y prácticas de la disciplina.

### **BIBLIOGRAFÍA PRINCIPAL:**

1. J. Millman, C. Halkias, "Electrónica Integrada" (Circuitos y sistemas analógicos y digitales). Editorial Hispano Europea, S.A. Barcelona (España). Novena Edición 1984.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:**

2. J. Millman, C. Halkias, "Electrónica Integrada" (Circuitos y sistemas analógicos y digitales). Editorial Hispano Europea, S.A. Barcelona (España). Novena Edición 1984.
3. T. E. Price, "Analog Electronics: An Integrated PSpice Approach". Prentice Hall
4. D. Schilling, C. Belove "Electronic Circuits Discrete and Integrated". McGraw-Hill Tercera Edición 1989.

5. A. Malvino “Principios de Electrónica” Ed. McGraw-Hill, Quinta Edición 1994.
6. R. Boylestad, L. Nashelsky, “Electrónica Teoría de Circuitos”. Ed. Prentice Hall Quinta Edición 1994.

**REDACCIÓN ORIGINAL:**

Ing. Lucas Frutos.

**ÚLTIMA REVISIÓN:**

Dr. Ing. Jean A. Guevara, Julio 2016.

**APROBADO POR CONSEJO DE DEPARTAMENTO EN FECHA:**

25 de octubre del 2004, mediante nota Nro. 120/04

**APROBADO POR CONSEJO DE FACULTAD EN FECHA:**

16 de diciembre del 2004, mediante acta Nro. 12/04