



**Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias  
Departamento: Ingeniería  
Area: Electrónica**

**(Programa del año 2019)**

**I - Oferta Académica**

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Física Electrónica y Dispositivos	INGENIERÍA ELECTRÓNICA	19/12	-Mod.	2019 1º cuatrimestre
		17/15		
Semiconductores				

**II - Equipo Docente**

Docente	Función	Cargo	Dedicación
ASENSIO, EDUARDO MAXIMILIANO	Prof. Responsable	P.Adj Simp	10 Hs
TRIMBOLI, ROBERTO DANIEL	Responsable de Práctico	A.1ra Semi	20 Hs

**III - Características del Curso**

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	2 Hs	1 Hs	2 Hs	5 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	1º Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
13/03/2019	21/06/2019	15	75

**IV - Fundamentación**

La asignatura posee como base fundamentos de la física electrónica moderna orientada a dispositivos electrónicos semiconductores. Es importante comprender los principios de funcionamiento y operación de los dispositivos semiconductores actuales, tanto discretos como integrados, debido a que las diversas tecnologías se encuentran en casi la totalidad de las aplicaciones cotidianas e industriales. Se complementa el estudio de los mismos con prácticas de laboratorio para comprender sus características y funcionamiento. Dichos conocimientos son imprescindibles para el cursado de asignaturas posteriores durante la carrera.
--

**V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje**

Conocer los fundamentos de la física electrónica moderna, destinados a la descripción del funcionamiento de los dispositivos semiconductores.
Aprender el funcionamiento y características de los dispositivos desde un enfoque electrostático.
Realizar trabajos prácticos centrados en la medición experimental, simulación mediante software de aplicación y el análisis de la información de los manuales de características técnicas de los fabricantes.-

**VI - Contenidos**

UNIDAD 1 : CONCEPTOS DE MECÁNICA CUÁNTICA Y FÍSICA MODERNA
--

Efecto fotoeléctrico .  
Cuerpo negro, radiación de cavidad.  
Ley de Stefan - Boltzmann.  
Modelo Átomo de Bohr, postulados, niveles energéticos.  
Ecuación de Schrödinger, interpretación física de la función de onda.  
Barrera de potencial, pozo de potencial infinito y finito.  
Efecto túnel.  
Principio de incertidumbre.  
Niveles de energía. Estadística de Fermi-Dirac. Nivel de Fermi  
Densidad de estados.

## **UNIDAD 2 : FÍSICA DE LOS SEMICONDUCTORES**

Materiales desde el punto de vista eléctrico, conductores y aisladores.  
Materiales semiconductores; modelo de enlace del silicio.  
Generación y recombinación de portadores.  
Ionización de portadores, energía de ionización.  
Semiconductores intrínsecos.  
Semiconductores extrínsecos, contaminación (dopado).  
Semiconductores compuestos.

## **UNIDAD 3: TRANSPORTE DE PORTADORES EN LOS SEMICONDUCTORES**

Concentración de portadores, Efectos de la temperatura.  
Equilibrio de las concentraciones, neutralidad eléctrica.  
Posición del nivel de Fermi en los semiconductores, variación con el dopado.  
Movimiento térmico de los portadores.  
Proceso de conducción por corrimiento de portadores, movilidad, conductividad.  
Proceso de inyección de portadores.  
Proceso de conducción por difusión de portadores.  
Efecto Hall.

## **UNIDAD 4 : ELECTROSTÁTICA DE LOS SEMICONDUCTORES EN EQUILIBRIO TÉRMICO**

Semiconductor no uniformemente dopado en equilibrio térmico.  
Aproximación de cuasi neutralidad.  
Relaciones entre el potencial y las concentraciones. Relaciones de Boltzmann.  
Regla de los 60 mV

## **UNIDAD 5 : ELECTROSTÁTICA DE LA JUNTURA PN**

Introducción a la juntura pn.  
Electrostática de la juntura pn en equilibrio térmico.  
Aproximación de vaciamiento.  
Potenciales de contacto.  
Distribución de cargas.  
Variación del potencial en la región de carga espacial.  
Potencial construido, campo eléctrico y ancho de la zona de carga espacial.  
Capacidad de la juntura.

## **UNIDAD 6: ELECTROSTÁTICA DE LA JUNTURA PN CON POLARIZACIÓN APLICADA**

Aplicación de tensiones a la juntura pn.  
Variación del potencial, campo eléctrico y anchos de zona de carga espacial.  
Descripción cualitativa del flujo de cargas en la unión pn.  
Cálculo de la corriente en la unión pn.  
Curva característica V-I del diodo.  
Capacidad asociada a la unión pn polarizada.  
Transistorios de almacenamiento de cargas en los diodos.  
Aplicaciones de los diodos semiconductores.

Diodos especiales, varicap, zener.

## **UNIDAD 7 : ESTRUCTURA Y ELECTROSTÁTICA MOS**

Introducción a la estructura MOS.

Estructura MOS con y sin polarización.

Régimen de vaciamiento (depletion regime).

Tensión de banda plana (flatband).

Régimen de acumulación (acumulation regime).

Tensión de umbral (threshold).

Régimen de inversión (inversion regime).

Distribución de cargas.

## **UNIDAD 8: TRANSISTORES EFECTO DE CAMPO (MOSFET) (JFET)**

MOSFET; Corte seccional, layout, simbología.

Descripción del funcionamiento, nomenclatura, regiones operativas.

Características V-I. Transconductancia.

Dependencia de la temperatura en el funcionamiento de los MOSFET.

JFET, descripción y comportamiento.

Cálculo de corrientes. Características V-I.

## **UNIDAD 9: TRANSISTORES BIPOLARES DE JUNTURA**

Estructura y descripción de su funcionamiento.

Características en sus modos de operación.

Determinación de las corrientes y sus relaciones.

Modelo de Ebbers y Moll.

Curvas características de salida.

Efecto de la modulación del ancho de base.

## **UNIDAD 10: TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN : MICROELECTRONICA Y CI's**

Procesos de dopado de un semiconductor.

Circuitos integrados monolíticos.

Tecnología Planar.

Crecimiento del silicio monocristalino.

Crecimiento de capas epitaxiales del Si y GaAs.

Epitaxia por haces moleculares.

Litografía.

Metalización.

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

### **PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 1 : DIODOS**

Obtención de las características V-I del diodo.

Ensayo con multímetro y osciloscopio.

### **PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 2: TRANSISTORES BJT.**

Comprobación del transistor con multímetro.

Ganancia de corriente del transistor.

El transistor como llave.

Seguidor de emisor (configuración colector común).

Seguidor de emisor con fuente de alimentación única.

Amplificador con emisor común.

## PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 3: TRANSISTORES JFET Y MOSFET

Determinación de Idss y Vp.

Estudio del comportamiento del FET como resistencia variable con la tensión de compuerta.

## VIII - Regimen de Aprobación

Se considera como alumno regular a todo aquel que cumpla con los siguientes requisitos :

- 1.- Cumplir con las condiciones de habilitación (equivalencias) para cursar la materia.-
- 2.- Haber asistido al 80 % de las clase teóricas y practicas.
- 3.- Dar cumplimiento a los informes de trabajos de laboratorios
- 4.- Haber aprobado los 2 (dos) parciales con la resolución de problemas de los temas asignados.-

## IX - Bibliografía Básica

- [1] ELECTRONICA DEL ESTADO SOLIDO.- Angel D. Tremosa . Ed. Marymar
- [2] SEMICONDUCTOR DEVICES.- Kanaan Kano, Ed. Pearson Prentice Hall.
- [3] DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES .- Pedro Julian . Ed. Alfaomega
- [4] FUNDAMENTOS DE MICROELECTRONICA, NANOELECTRONICA Y FOTONICA .- Abella, Martinez , Agullo-Rueda Ed.Pearson Prentice Hall
- [5] CIRCUITOS MICROELECTRONICOS .- Sedra-Smith . Ed. Oxford

## X - Bibliografia Complementaria

- [1] MICROELECTRONICS DEVICES AND CIRCUITS .-Clifton G. FONSTAD .Ed.Mc Graw Hill
- [2] SEMICONDUCTORS PHYSICS AND DEVICES .- Donald A. NEAMEN Ed. Mc Graw Hill

## XI - Resumen de Objetivos

Los alumnos estarán capacitados para comprender los fundamentos y funcionamiento de los dispositivos semiconductores utilizados actualmente en el campo de la electrónica, y para su adecuada aplicación en las futuras asignaturas de la carrera.-

## XII - Resumen del Programa

### MECANICA CUANTICA Y FISICA MODERANA

Efecto fotoeléctrico, Modelo atómico de Bohr, Barreras y pozos de potencial, Estadística de Fermi Dirac , Niveles de Fermi

### FISICA DE LOS SEMICONDUCTORES

Generación de portadores de carga, Ionización de contaminantes, Semiconductores intrínsecos, extrínsecos y compuestos.

### TRANSPORTE DE PORTADORES

Concentración de portadores disponibles, Inyección y exceso de portadores, Conducción de corriente por arrastre difusión, Efecto Hall.

### ELECTROSTATICA DE LA JUNTURA PN CON Y SIN POLARIZACION

Distribución y densidad de portadores, Potenciales , Campo eléctrico, Regiones características , Capacidades de juntas , Corrientes, Curvas características , Diodos especiales.

### ESTRUCTURAS MOS , TRANSISTORES MOSFET Y JFET

Regiones de operación con tensiones aplicadas, Condiciones y zonas de funcionamiento , Características V-I , Transconductancia , Funcionamiento y operación de los JFET

### TRANSISTORES BIPOLARES DE JUNTURA

Estructuras , Funcionamiento , Zonas de operación, Curvas características , Determinación de las corrientes y sus relaciones .

### TECNOLOGIA DE FABRICACION DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS

Tecnología planar y epaxial , Crecimiento de capas , Litografía , Dopado Metalización , Encapsulados

### **XIII - Imprevistos**

En caso de no poderse completar el dictado del programa de la asignatura por razones de fuerza mayor, se dictaran clases de apoyo y consultas, fuera de las clases normales.-

### **XIV - Otros**

--