



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

**(Programa del año 2015)**

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Física Electrónica y Dispositivos	Ingeniería Electrónica	OrdC. D.Nº 019/1 2	2015	1º cuatrimestre
Semiconductores				

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
OLIVA, ARISTOBULO ALBERTO	Prof. Responsable	P.Adj Semi	20 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
16/03/2015	26/06/2015	15	75

### IV - Fundamentación

Presentar a los alumnos los conocimientos necesarios para comprender, con los fundamentos de la fisica electronica moderna; los principios del funcionamiento y operacion de los dispositivos semiconductores discretos e integrados.  
 Se complementa el estudio de los mismos con practicas de laboratorio para comprender sus caracteristicas y comportamiento.  
 Se considera necesaria la adquisicion de estos conocimientos para su posterior aplicacion en la carrera.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Conocer los fundamentos de la fisica electronica moderna, destinados a la descripcion del funcionamiento de los dispositivos semiconductores.  
 Aprender el funcionamiento y caracteristicas de los dispositivos desde un enfoque electrostatico.  
 Realizar trabajos practicos centrados en la medicion experimental, simulacion mediante software de aplicacion y el analisis de la informacion de las hojas de manuales de caracteristicas tecnicas.

## **VI - Contenidos**

### **UNIDAD 1: CONCEPTOS DE MECANICA CUANTICA Y FISICA MODERNA**

#### **Efecto fotoeléctrico**

Cuerpo negro, radiación de cavidad  
Ley de Stefan- Boltzmann  
Modelo átomo de Bohr , postulados, niveles energéticos  
Ecuación de Schrödinger, significado físico 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: FISICA 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  
Semiconductores compuestos

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

#### **Concentración de portadores, efecto 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: ELECTROSTATICA DE LOS SEMICONDUCTORES EN EQUILIBRIO TERMICO**

#### **Semiconductor no uniformemente dopado en equilibrio térmico**

Aproximación de cuasi neutralidad  
Relaciones entre  $\phi(x)$  y las concentraciones de portadores , Relaciones de Boltzmann  
Regla de los 60mV

### **UNIDAD 5: ELECTROSTATICA 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 carga espacial  
Capacidad de la juntura

## **UNIDAD 6: ELECTROSTATICA DE LA JUNTURA PN CON POLARIZACION APLICADA**

### **Aplicación de tensiones a la unión pn**

Variación del potencial, campo eléctrico y anchos de zona de carga espacial  
Descripción cualitativa del flujo de cargas en la unión pn  
Calculo de la corriente en la unión pn  
Curva característica I – V del diodo  
Capacidad asociada a la unión pn polarizada  
Transitorios de almacenamiento de cargas en los diodos  
Aplicaciones de los diodos semiconductores  
Diodos especiales , varicap , zener

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

### **Introducción a la estructura MOS**

Estructura MOS con y sin polarización  
Régimen de vaciamiento (depletion regime)  
Tension de banda plana ( flatband)  
Régimen de acumulación ( accumulation regime)  
Tensión umbral (Threshold)  
Regimen de inversión ( Inverition regime)  
Distribución de cargas

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

### **MOSFET : Corte seccional, layout , Símbolos**

Descripción básica del funcionamiento: Nomenclatura , Regiones operativas  
Características I-V ; transconductancia  
Dependencia de la temperatura en el funcionamiento de los MOSFET  
JFET : Descripción y comportamiento  
Calculo de la  $I_D$  ; Características I-V  
Características C-V

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

### **Estructura y descripción básica de su funcionamiento**

Acción transistor  
Características en sus modos de operación  
Determinación de las corrientes y sus relaciones  
Curvas características de salida  
Efecto de la modulación del ancho de base

## **UNIDAD 10: TECNOLOGIA DE FABRICACION : MICROELECTRONICA Y CIs**

### **Circuitos integrados monolíticos**

Tecnología planar  
Crecimiento del silicio mono cristalino  
Crecimiento de capas epitaxiales del Si y GaAs  
Epitaxia de haces moleculares  
Litografía  
Procesos del dopado de un semiconductor  
Metalización

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

### PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 1: DIODOS

Obtención de las características V-I de diodos  
Ensayo con multímetro.

### PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 2: TRANSISTORES

Comprobación del transistor con el 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 DE EFECTO DE CAMPO JFET - MOSFET

Determinación de  $I_{dss}$  y  $V_p$   
Estudio el 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 clases teóricas y practicas
- 3.- Dar cumplimiento a los informes de trabajos de laboratorios
- 4.- Haber aprobado los 2 (dos) parciales programados para la resolución de problemas de los temas asignados

## IX - Bibliografía Básica

- [1] 1.- ELECTRONICA DEL ESTADO SOLIDO
- [2] Autor : Angel D. Tremosa . Edit : Ediciones Marymar
- [3] 2.- DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES
- [4] Autor : Pedro Julian Edit: Alfaomega
- [5] 3.- FUNDAMENTOS DE MICROELECTRONICA, NANOELECTRONICA Y FOTONICA
- [6] Autores: Albella-Martin, Martinez-Duart, Agullo-Rueda Edit: Pearson Prentice Hall
- [7] 4.- CIRCUITOS MICROELECTRONICOS
- [8] Autores: Sedra / Smith Edit: Oxford

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] 1.- MICROELECTRONICS DEVICES AND CIRCUITS
- [2] Autor: Clifton G. Fonstad Edit: Mc Graw Hill
- [3] 2.- SEMICONDUCTORS PHYSICS AND DEVICES

## **XI - Resumen de Objetivos**

Que los alumnos aprueben el curso y estén capacitados mediante los conocimientos adquiridos de comprender los fundamentos y el funcionamiento de los dispositivos semiconductores utilizados actualmente en el campo de la electrónica, y para su adecuada aplicación en futuras asignaturas

## **XII - Resumen del Programa**

### **MECANICA CUANTICA Y FISICA MODERNA**

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 y por difusión. Efecto Hall.

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

Distribución y densidad de portadores. Potenciales. Campo eléctrico. Regiones características. Capacidades de las junturas pn. Corrientes del diodo . Curvas características. Diodos especiales.

### **ESTRUCTURA MOS Y TRANSISTORES MOSFET – TRANSISTORES JFET**

Regiones de operación con tensión aplicada. Condiciones y zonas de funcionamiento. Características I-V. 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 epitaxial. 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**