



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

(Programa del año 2017)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 31/07/2017 14:10:02)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Física Electrónica y Dispositivos	INGENIERÍA ELECTRÓNICA	OrdC. D.Nº 019/1 2	2017	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
13/03/2017	23/06/2017	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 los manuales de caracteristicas tecnicas de los fabricantes.-

## **VI - Contenidos**

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

#### **Efectofotoelectrico**

Cuerpo negro, radiacion de cavidad  
Ley de Stefan - Boltzmann  
Modelo atomo de Bohr , postulados , niveles energeticos  
Ecuacion de Schrodinger , significado fisico de la funcion de onda  
Barrera de potencial, pozo de potencial infinito y finito  
Efecto tunel  
Principio de incertidumbre  
Niveles de energia  
Estadistica de Fermi-Dirac . Nivel de Fermi  
Densidad de estados.

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

#### **Materiales desde el punto de vista electrico , conductores y aisladores.**

Materiales semiconductores; modelo de enlace del silicio  
Generacion y recombinacion de portadores  
Ionizacion de portadores, energia de ionizacion.  
Semiconductores intrinsecos  
Semiconductores extrinsecos , contaminacion  
Semiconductores compuestos

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

#### **Concentracion de portadores , Efectos de la temperatura**

Equilibrio de las concentraciones, neutralidad electrica  
Posicion del nivel de Fermi en los semiconductores , variacion con el dopado  
Movimiento termico de los portadores  
Proceso de conduccion por corrimiento de portadores , movilidad , conductividad  
Proceso de inyeccion de portadores  
Proceso de conduccion por difusion de portadores  
Efecto Hall

### **UNIDAD 4 : ELECTROSTATICA DE LOS SEMICONDUCTORES EN EQUILIBRIO TERMICO**

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

Aproximacion de cuasi neutralidad  
Relaciones entre el potencial y las concentraciones . Relaciones de Boltzmann  
Regla de los 60 mV

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

#### **Introduccion a la juntura pn**

Electrostatica de la juntura pn en equilibrio termico  
Aproximacion de vaciamiento  
Potenciales de contacto

Distribucion de cargas  
Variacion del potencial en la region de carga espacial  
Potencial construido, campo electrico y ancho de la zona de carga espacial  
Capacidad de la juntura

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

### **Aplicacion de tensiones a la juntura pn**

Variacion del potencial, campo electrico y anchos de zona de carga espacial  
Descripcion cualitativa del flujo de cargas en la union pn  
Calculo de la corriente en la union pn  
Curva característica V-I del diodo  
Capacidad asociada a la union pn polarizada  
Transistorios de almacenamiento de cargas en los diodos  
Aplicaciones de los diodos semiconductores  
Diodos especiales ; varicap , zener

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

### **Introduccion a la estructura MOS**

Estructura MOS con y sin polarizacion  
Regimen de vaciamiento (depletion regime)  
Tension de banda plana (flatband)  
Regimen de acumulacion (accumulation regime)  
Tension de umbral (threshold)  
Regimen de inversion ( Inverition regime)  
Distribucion de cargas.

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

### **MOSFET; Corte seccional, layout , simbolos**

Descripcion del funcionamiento, romeclatura , regiones operativas  
Caracteristicas V-I Transconductancia  
Dependencia de la temperatura en el funcionamiento de los MOSFET  
JFET , descripcion y comportamiento  
Calculo de la corriente. Caracteristicas V-I

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

### **Estructura y descripcion de su funcionamiento**

Accion transistor  
Caracteristicas en sus modos de operacion  
Determinacion de las corrientes y sus relaciones  
Modelo de Ebers y Moll  
Curvas características de salida  
Efecto de la modulacion del ancho de base

## **UNIDAD 10: TECNOLOGIA DE FABRICACION : MICROELECTRONICA Y CI's**

### **Circuitos ntegrados monoliticos**

Tecnología Planar  
Crecimiento del silicio monocristalino  
Crecimiento de capas epitaxiales del Si y GaAs  
Epiaxia de haces moleculares  
Litografía  
Procesos de dopado de un semiconductor  
Metalización

## VII - Plan de Trabajos Prácticos

### PRACTICO DE LABORATORIO N° 1 : DIODOS

Obtención de las características V-I del diodos  
Enyayo con multímetro

### PRACTICO DE LABORATORIO N° 2 . TRANSISTORES

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

### PRACTICO LABORATORIO N° 3: TRANSISTORES JFET Y MOSFET

Determinación de  $I_{DSS}$  y  $V_p$   
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 clases teóricas y prácticas.
- 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] DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES .- Pedro Julian . Ed. Alfaomega
- [3] FUNDAMENTOS DE MICROELECTRONICA NANOELECTRONICA Y FOTONICA .- Abella, Martinez , Agullo-Rueda Ed.Pearson Prentice Hall
- [4] CIRCUITOS MICROELECTRONICOS .- Sedra-Smith . Ed. Oxford

## X - Bibliografía Complementaria

[1] MICROELECTRONICS DEVICES AND CIRCUITS .-Clifton G. FONSTAD .Ed.Mc Graw Hill

[2] SEMICONDUCTORS PHYSICS AND DEVICES .- Donald A. NEAMEN Ed. Mc Grawe Hill

## XI - Resumen de Objetivos

Que los alumnos aprueben el curso y esten capacitados mediante los conocimientos adquiridos de comprender los fundamentos y el funcionamiento de los dispositivos semiconductores utilizados actualmente en el campo de la electronica, y para su adecuada aplicacion en las futuras asignaturas de la carrera.-

## XII - Resumen del Programa

### MECANICA CUANTICA Y FISICA MODERANA

Efecto fotoelectrico, Modelo atomico de Borh, Barreras y pozos de potencial, Estadistica de Fermi Dirac , Niveles de Fermi

### FISICA DE LOS SEMICONDUCTORES

Generacion de portadores de carga, Ionizacion de contaminantes, Semiconductores intrinsecos, extrinsecos y compuestos.

### TRANSPORTE DE PORTADORES

Concentracion de portadores disponibles, Inyeccion y exceso de portadores, Conduccion de corriente por arrastre difusion, Efecto Hall.

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

Distribucion y densidad de portadores, Potenciales , Campo electrico, Regiones caracteristicas , Capacidades de junturas , Corrientes, Curvas caracteristicas , Diodos especiales.

### ESTRUCTURAS MOS , TRANSISTORES MOSFET Y JFET

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

### TRANSISTORES BIPOLARES DE JUNTURA

Estructuras , Funcionamiento , Zonas de operacion, Curvas caracteristicas , Determinacion de las corrientes y sus relaciones .

### TECNOLOGIA DE FABRICACION DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS

Tecnologia planar y epiaxial , Crecimiento de capas , Litografia , Dopado Metalizacion , 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

--

### ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA

#### Profesor Responsable

Firma:

Aclaración:

Fecha: