

Departamento de Ingeniería Electrónica.

Plan de la asignatura:

Electrónica de Potencia I

Curso 2007-2008

Titulaciones:

Ingeniero en Electrónica e Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial. 2º Curso. Plan 1998.

Ingeniero Industrial (Especialidad Electrónica). 5º Curso. Plan 1998.

Ingeniero Industrial (Especialidad Automática). 4º Curso. Plan 1998.

Profesores:

Leopoldo García Franquelo

José Luis Mora Jiménez

Sevilla, a 21 de Septiembre de 2007

Introducción

Este documento contiene los criterios de evaluación y el programa de la asignatura **Electrónica de Potencia I** impartida en el Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Sevilla, y correspondiente al curso Segundo de las titulaciones Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial e Ingeniero en Electrónica y a los cursos Cuarto (Especialidad Automática) y Quinto (Especialidad Electrónica) de la titulación Ingeniero Industrial. Los criterios aquí expuestos se ajustan en todo caso a lo dispuesto en las Normas Regulatorias de Exámenes, Evaluación y Calificación de la Universidad de Sevilla.

Estructura de la asignatura

La asignatura consta de dos partes:

1. Parte teórico-práctica en la que se estudiarán los dispositivos electrónicos de potencia, haciendo especial hincapié en sus principales limitaciones y en su posible campo de aplicación en los convertidores que serán estudiados en la asignatura **Electrónica de Potencia II**. Se introducirán las técnicas para resolver los circuitos de potencia, realizándose numerosos problemas y ejemplos para su clarificación. En total, se dedicarán un total de tres créditos con una duración de un cuatrimestre, es decir dos horas semanales durante un cuatrimestre.
2. Prácticas de laboratorio. Se realizarán prácticas a lo largo del curso en el laboratorio. Los horarios de prácticas se fijarán de acuerdo con las disponibilidades de profesorado, alumnos y laboratorio. En total, se dedicarán un total de un crédito y medio, con una duración de un cuatrimestre. Se realizarán 4 prácticas de laboratorio de 3 horas de duración así como un proyecto empleando técnicas de simulación equivalente a 3,5 horas.

Programa de la asignatura.

1. INTRODUCCIÓN AL MODELADO Y ANÁLISIS DE CIRCUITOS DE POTENCIA

- 1.1 GENERALIDADES
- 1.2 REGLAS PARA EL ANÁLISIS DE CIRCUITOS DE POTENCIA
- 1.3 DESARROLLO EN SERIE. CÁLCULO DE ARMÓNICOS. POTENCIA
- 1.4 FORMULACIÓN SISTEMÁTICA UTILIZANDO VARIABLES DE ESTADO

2. DIODO DE POTENCIA.

- 2.1 INTRODUCCIÓN.
- 2.2 ESTRUCTURA BÁSICA. CARACTERÍSTICA ESTÁTICA.
- 2.3 POLARIZACIÓN INVERSA.
- 2.4 POLARIZACIÓN DIRECTA.
- 2.5 CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS.
- 2.6 PÉRDIDAS EN LOS DISPOSITIVOS.

2.7 DIODO SCHOTTKY DE POTENCIA.

3. TRANSISTOR BIPOLAR DE POTENCIA

- 3.1 INTRODUCCIÓN
- 3.2 ESTRUCTURA INTERNA DEL BJT DE POTENCIA
 - 3.2.1 Estructura y Modo de Funcionamiento
 - 3.2.2 Transistor Darlington
- 3.3 EL TRANSISTOR EN CONMUTACIÓN
- 3.4 CONSIDERACIONES TÉRMICAS
- 3.5 AVALANCHA SECUNDARIA

4. TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO DE POTENCIA

- 4.1 INTRODUCCIÓN
- 4.2 TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN
- 4.3 FUNCIONAMIENTO DEL TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO DE POTENCIA
- 4.4 DIODO EN ANTIPARALELO
- 4.5 CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS
- 4.6 CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS
- 4.7 CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS
- 4.8 COMPARACIÓN CON EL TRANSISTOR BIPOLAR

5. EL TIRISTOR

- 5.1 INTRODUCCIÓN
- 5.2 ESTRUCTURA BÁSICA. CARACTERÍSTICA ESTÁTICA
- 5.3 FÍSICA DE OPERACIÓN DEL DISPOSITIVO
- 5.4 BLOQUEO DEL SCR.
- 5.5 RELACIÓN DEL BLOQUEO DEL SCR CON SU CIRCUITO EXTERNO
- 5.6 CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS
 - 5.6.1 Encendido del SCR
 - 5.6.2 Bloqueo Dinámico del SCR
- 5.7 FORMAS DE PROVOCAR EL DISPARO DEL SCR
- 5.8 EL TRIAC

6. TRANSISTOR BIPOLAR DE PUERTA AISLADA (IGBT)

- 6.1 INTRODUCCIÓN
- 6.2 TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN Y CURVA CARACTERÍSTICA I-V
- 6.3 FUNCIONAMIENTO DEL TRANSISTOR IGBT
 - 6.3.1 Estado de Bloqueo
 - 6.3.2 Estado de Conducción
- 6.4 EFECTO DE CEBADO DEL TIRISTOR PARÁSITO INTERNO DEL IGBT (LATCHUP)
 - 6.4.1 Efecto del Latchup
 - 6.4.2 Métodos para Evitar el Efecto del Latchup
- 6.5 CARACTERÍSTICAS DE CONMUTACIÓN

- 6.5.1 Transitorio de Puesta en Conducción de un Transistor IGBT
- 6.5.2 Transitorio de Apagado de un Transistor IGBT
- 6.6 **ÁREA DE OPERACIÓN SEGURA**
 - 6.6.1 Área de Operación Segura
 - 6.6.2 Valores Límites del Transistor IGBT

7. TIRISTORES DE APAGADO POR PUERTA

- 7.1 INTRODUCCIÓN
- 7.2 ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL GTO
- 7.3 ESPECIFICACIONES DE PUERTA EN EL GTO
- 7.4 CONMUTACIÓN DEL GTO
 - 7.4.1 Encendido del GTO
 - 7.4.2 Apagado del GTO
- 7.5 MÁXIMA CORRIENTE ANÓDICA CONTROLABLE POR CORRIENTE DE PUERTA
- 7.6 OTROS DISPOSITIVOS DE APAGADO DESDE LA PUERTA.
 - 7.6.1 Tiristor Controlado por Puerta Integrada: IGCT.
 - 7.6.2 Tiristor Controlado por Puerta MOS: MCT
- 7.7 COMPARACIÓN ENTRE LOS DISPOSITIVOS DE POTENCIA.
- 7.8 ULTIMAS TENDENCIAS EN LA FABRICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE POTENCIA

8. LIMITACIONES DE CORRIENTE Y TENSION

- 8.1 INTRODUCCIÓN
- 8.2 ASOCIACIÓN DE DISPOSITIVOS
 - 8.2.1 Conexión en Serie
 - 8.2.2 Conexión en Paralelo
- 8.3 PROTECCIONES
 - 8.3.1 Protección contra Sobreintensidades
 - 8.3.2 Protección contra Sobretensiones
 - 8.3.2.1 Protección con Redes RC
 - 8.3.2.2 Protección con Semiconductores y Varistores de Óxido Metálico

9. CIRCUITOS DE DISPARO PARA INTERRUPTORES DE POTENCIA

- 9.1 INTRODUCCIÓN
- 9.2 CIRCUITOS DE DISPARO DE CONEXIÓN EN PARALELO
 - 9.2.1 Circuitos de Control con Acoplamiento DC
 - 9.2.1.1 Salida Unipolar
 - 9.2.1.2 Salida Bipolar
 - 9.2.2 Circuitos de Control con Aislamiento Eléctrico
 - 9.2.3 Alimentación en los Circuitos de Disparo
 - 9.2.3.1 Alimentación con circuitos de Bombeo de Carga por Condensador
 - 9.2.3.2 Alimentación con circuitos “Bootstrap”

- 9.2.4 Circuitos de Puerta para SCRs
- 9.3 CIRCUITOS DE DISPARO DE CONEXIÓN EN SERIE
- 9.4 PROTECCIONES DEL INTERRUPTOR DE POTENCIA INCORPORADAS EN EL CIRCUITO DE CONTROL
 - 9.4.1 Protección contra Sobrecorriente
 - 9.4.2 Protección contra Cortocircuitos en Montajes Tipo Puente
 - 9.4.3 Conmutación sin Snubbers

10. CONTROL TÉRMICO DE LOS SEMICONDUCTORES DE POTENCIA

- 10.1 INTRODUCCIÓN
- 10.2 MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DEL CALOR
 - 10.2.1 Convección.
 - 10.2.2 Radiación.
 - 10.2.3 Conducción.
 - 10.2.3.1 Modelo Térmico Estático
 - 10.2.3.2 Modelo Térmico Dinámico
 - 10.2.3.3 Cálculo de la Temperatura de la Unión en Situaciones Transitorias
- 10.3 DISIPADORES. ASPECTOS PRACTICOS
 - 10.3.1 Radiadores
 - 10.3.1.1 Convección Forzada
 - 10.3.1.2 Cálculo de la Resistencia Térmica
 - 10.3.2 Refrigeradores por líquidos

11. COMPONENTES REACTIVOS. CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

- 11.1 INTRODUCCIÓN
- 11.2 DISEÑO DE INDUCTORES
 - 11.2.1 Tipo de Núcleo Magnético
 - 11.2.2 Forma del Núcleo Magnético
 - 11.2.3 Carrete
 - 11.2.4 Cobre
 - 11.2.5 Entrehierro
- 11.3 DISEÑO DE TRANSFORMADORES
 - 11.3.1 Núcleo Magnético
 - 11.3.2 Cobre
- 11.4 SELECCIÓN DE CONDENSADORES
 - 11.4.1 Electrolíticos
 - 11.4.2 Plásticos y Cerámicos

Exámenes de la asignatura.

Se realizará un examen parcial a lo largo del curso. El examen constará de un grupo de preguntas sobre los contenidos teóricos de la asignatura y una serie de problemas o casos prácticos. El examen en su conjunto se valorará de **cero (0)** a **diez (10)** puntos.

La nota de la asignatura se obtendrá incluyendo las notas de las prácticas de forma que éstas se correspondan con un 20% de la nota total, siendo el 80% restante la nota del examen.

Prácticas de laboratorio.

El alumno podrá realizar **las prácticas de Laboratorio y el proyecto** en los horarios que se fijen para ello. Posteriormente elaborará y presentará una memoria indicando el objeto de la práctica, la metodología empleada y los resultados obtenidos, así como las observaciones que considere de interés. Las memorias de las prácticas serán calificadas por el profesor de prácticas entre 0 y 10 puntos.

Las prácticas puntuarán sobre 1/5 de la nota total del alumno en la asignatura.

Trabajos adicionales.

El alumno es invitado a realizar trabajos voluntarios sobre temas de la asignatura bajo la supervisión de los profesores de ésta. Estos trabajos podrán aumentar en un máximo de 1 (un) punto la nota final del alumno, siempre que éste haya previamente aprobado la asignatura. En ningún caso estos trabajos adicionales pueden servir para aprobar a un alumno. Estos trabajos serán especialmente tenidos en cuenta cuando un alumno opte a una Matrícula de Honor en la asignatura.

Bibliografía

Fundamentalmente se seguirán **apuntes de la cátedra** que se pueden encontrar con una colección de problemas en copistería.

Se recomienda como libro de consulta el libro:

Power Electronics (Converters, Application & Design), 3rd Edition
Editorial Wiley, 2003
N. Mohan, T.M. Undeland and W.P. Robins

Para facilitar el seguimiento de las clases de teoría están disponibles las transparencias de los temas en la página WEB: <http://woody.us.es/~leopoldo/>

Las transparencias disponibles a fecha de hoy son las del curso anterior, las de este curso se irán actualizando con la suficiente antelación

Horarios.

1^{er} Cuatrimestre:

Lunes de 08:30 a 10:30 (Aula 213) o lunes de 17:15 a 19:15 (Aula 206)

Profesorado.

- Leopoldo García Franquelo.
- José Luis Mora Giménez.