

## **ESPECIALIDAD ELECTRONICA**

### **FORMACION TECNICA ESPECÍFICA**

#### **UNIDAD CURRICULAR: “SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE POTENCIA”**

#### **3er Año - 2do. Ciclo**

##### **1.-Presentación general de la asignatura**

La Unidad curricular “**Sistemas Electrónicos de Potencia**”, tiene como finalidad contribuir al desarrollo de los/las alumnos/as de una formación técnica específica. En la presente unidad curricular la propuesta, selecciona y recorta un conjunto de saberes, conocimientos y habilidades que conjugan la resolución de problemas tecnológicos propios del campo analógico de potencia. El propósito general de esta unidad curricular es que los/las alumnos/as construyan los conceptos y las herramientas de análisis necesarias para el análisis y diseño de los circuitos electrónicos de potencia comenzando por los dispositivos empleados, siguiendo con el estudio de las configuraciones básicas y finalizando con las aplicaciones más importantes. Interpreten las configuraciones, calculando y diseñando el circuito y/o red de potencia con el tratamiento de señal y/o energía que corresponda. Identifiquen de forma precisa el comportamiento en cada uno de los dispositivos y/o sistemas en los que intervienen. También, presentar a los alumnos y alumnas los conocimientos necesarios para actualizar, mantener y crear un dispositivo y/o sistema analógico de potencia, identificando y analizando las fallas típicas o bien, actualizando y optimizando dispositivos y sistemas para el mejoramiento de las prestaciones de funcionamiento del sistema de potencia.

La unidad curricular se articula horizontalmente con los contenidos de la unidad curricular, “**Sistemas Electrónicos Analógicos**” del 2do año del Ciclo Superior y verticalmente con “**Circuitos Electrónicos II**”, “**Laboratorio de Mediciones y Ensayos II**”, “**Programación de Dispositivos Electrónicos**”, “**Sistemas de Comunicación**” y, “**Taller**”.

##### **2.-Propósitos generales**

Que los/las alumnos/as sean capaces de:

- ✓ Conocer las características de funcionamiento de diferentes dispositivos electrónicos de potencia.
- ✓ Representar e interpretar las curvas características de cada dispositivo.
- ✓ Analizar y determinar parámetros de comportamiento por sobrecargas.
- ✓ Adquirir las nociones fundamentales de funcionamiento de los dispositivos semiconductores más empleados en la electrónica de potencia.
- ✓ Reconocer diferentes tipos de protecciones de circuitos con semiconductores.
- ✓ Analizar las condiciones de funcionamiento de lo antes mencionado.
- ✓ Conocer e interpretar los diferentes tipos de amplificadores de potencia respecto de: su ganancia, impedancias de entrada/salida, potencias involucradas, rendimiento y, distorsión.
- ✓ Reconocer los tipos de rectificación monofásica y trifásica.

- ✓ Analizar y comprender el funcionamiento de diferentes tipos de convertidores electrónicos.
- ✓ Analizar y comprender el funcionamiento de variadores de velocidad de motores de CC y CA.
- ✓ Conocer, analizar y simular los convertidores conmutados de potencia ante diferentes estrategias de control y parámetros de carga.
- ✓ Utilizar los conceptos físicos y matemáticos en la resolución de problemas.
- ✓ Conocer y saber implementar la configuración más adecuada para un problema dado.
- ✓ Elaborar especificaciones y documentaciones de los sistemas electrónicos de potencia.

### **3.-Presentación de la unidad**

Esta Unidad Curricular es parte integrante del campo de especialización del trayecto curricular del plan de estudios “Técnico en Electrónica”.

Es una unidad curricular que inicia a los/las alumnos/as en el recorrido de especialización y construcción de las capacidades técnicas en el campo de actuación de la electrónica de potencia que, comprende tanto el diseño del sistema para la conversión de energía (circuito de potencia) como el de los dispositivos de medida y control (circuito de control). Así, en los sistemas electrónicos de potencia se combinan las disciplinas de potencia, control y electrónica: potencia por el sistema empleado en la conversión de energía y por las cargas a las que puede alimentar, control por la necesidad del estudio de las características estáticas y dinámicas de los sistemas en lazo cerrado, y electrónica por los dispositivos semiconductores de los circuitos de potencia y control y por la circuitería empleada en el circuito de control.

### **4.-Contenidos**

Para la organización de la enseñanza de esta unidad curricular se han organizado los contenidos en bloques que estudian los siguientes temas:

**I .- DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DE POTENCIA**

**II.- REDES ELECTRÓNICAS DE POTENCIA**

**III.- CIRCUITOS DE CONTROL DE ENERGÍA**

### ***Contenidos de las Unidades y Objetivos de las mismas***

| <b><i>CONTENIDOS</i></b>   | <b><i>ALCANCES Y COMENTARIOS</i></b>  |
|--|---|
| DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DE POTENCIA.<br>AMPLIFICADORES LINEALES DE POTENCIA: clases de amplificación. Circuitos de aplicación. Verificación y cálculo de potencia, ganancia, rendimiento y distorsión. | Lograr que el alumno sea capaz de:<br><br>-Interpretar los fundamentos que rigen el funcionamiento de los amplificadores de potencia clase A, B, AB, D, E, G y H.<br><br>-Analizar la etapa excitadora y de salida de los distintos amplificadores, por ejemplo: salida complementaria, cuasi |

|   |   |
|---|---|
| <p>REDES ELECTRÓNICAS DE POTENCIA Y ANÁLISIS TÉRMICO.</p> <p>Sobrecargas, Causas típicas. Especificación de los valores de sobrecargas, influencias sobre los componentes pasivos y activos del sistema. Sobretensiones transitorias. Cálculo de los VA de un cortocircuito. Cálculo de la corriente de cortocircuito y del <math>i_{2t}</math> primer pulso. Cálculo de la reactancia por línea. Protecciones contra sobretensiones: Redes RC sencillas para uso en dispositivos semiconductores de potencia. Supresión de transitorios cíclicos de la red.</p> <p>Esquema general de protección, escalonamiento de protecciones. Montaje de semiconductores de potencia. Cálculo de disipadores.</p> <p>CIRCUITOS DE CONTROL DE ENERGIA.</p> <p>RECTIFICACIÓN CONTROLADA Y NO CONTROLADA. CONTROL DE POTENCIA EN CORRIENTE ALTERNA: Análisis de un rectificador monofásico para carga resistiva pura, para carga inductiva pura y para carga inductiva.</p> <p>Rectificador polifásico, Rectificador controlado polifásico, análisis de la corriente rectificada.</p> <p>Valor medio y valor pico de la corriente rectificada. Control de potencia. Generación de armónicas.</p> <p>CONVERTIDORES ESTATICOS DE ENERGÍA. FUENTES DE ALIMENTACION: Fuentes conmutadas: reductora (steep down), elevadoras (steep up), inversoras. AM, FM, PWM. Inversores. (CC - CA): Monofásicos, trifásicos, modulación senoidal del ancho de pulso (método PWM, PWM modificado), Fuentes ininterrumpidas de suministro eléctrico (UPS): Tipos. Enclavamiento de Tensión y Fase. Convertidores (CC - CA): Tipos de baterías. Regímenes de carga y descarga. Cargadores de Baterías.</p> <p>Convertidores resonantes.</p> <p>MOTORES Y GENERADORES ELÉCTRICOS: Motores sincrónicos y</p> | <p>complementaria, D'Arlington, etc.</p> <p>-Calcular: La ganancia; la distorsión; las impedancias de entrada y salida; las potencias de salida, entrada y, disipada; el rendimiento y, los disipadores.</p> <p>-Seleccionar el transistor excitador, los transistores de salida o, el circuito integrado de potencia, más adecuado a los requerimientos de potencia, rendimiento y distorsión del proyecto.</p> <p>-Dominar los métodos para evitar la distorsión de cruce.</p> <p>-Comprender las causas y efectos de las sobrecargas eléctricas en diferentes componentes y sistemas.</p> <p>-Analizar los valores de cortocircuito de una línea.</p> <p>-Comprender el empleo de protecciones para sobretensiones y sobre corrientes.</p> <p>-Diseñar redes RC para supresión de transitorios.</p> <p>-Analizar y resolver problemas relacionados con el cálculo de disipadores de diferentes dispositivos.</p> <p>-Comprender el funcionamiento de diferentes tipos de rectificadores.</p> <p>-Analizar y comprender el funcionamiento de convertidores estáticos de energía.</p> <p>-Comprender el funcionamiento de diferentes tipos de fuentes de alimentación.</p> <p>-Diseñar una fuente de alimentación estabilizada sencilla.</p> <p>Analizar y comprender el funcionamiento de controladores de velocidad de motores de CC y CA.</p> |
|---|---|

|  |  |
|--|--|
| <p>asíncronos: Principios de funcionamiento. Excitaciones. Arranque. Acoplamiento. Rendimiento. Motor Brushless (sin escobillas): Principios de funcionamiento.</p> <p>Alternadores: Monofásico, bifásico y trifásico. Motores de corriente continua: Serie, paralelo y de excitación compuesta.</p> <p>CONTROL DE MOTORES: Control de velocidad de motores de corriente continua. Prestaciones mínimas. Circuitos. Control de motores de corriente alterna: Elementos de control; transductores, módulos. Variación y control de velocidad por tensión y frecuencia. Métodos PWM y control vectorial. Control de motores paso a paso.</p> <p>Tipos de motores paso a paso de gran potencia. Gobierno de motores paso a paso de gran potencia.</p> |  |
|--|--|

## **5.-Objetivos**

Promover en los/las alumnos/as la asimilación de métodos y estrategias para reconocer, interpretar, analizar y, diseñar circuitos y sistemas electrónicos de potencia. También, sistemas realimentados y, fuentes de alimentación. Que los conocimientos trabajados permitan a los/las alumnos/as conocer y asimilar los conceptos ligados a componentes y circuitos electrónicos de potencia, así como al tratamiento analógico de la señales y/o energía eléctrica.

- ✓ Clasificar diferentes tipos de dispositivos.
- ✓ Calcular los parámetros correspondientes a cada dispositivo.
- ✓ Analizar y diseñar circuitos y sistemas de potencia.
- ✓ Comprender, verificar el funcionamiento y, poder rediseñar si es necesario circuitos y sistemas de potencia.

## **6.-Entorno de Aprendizaje y Recursos Didácticos**

Se propone trabajar en pequeños grupos de discusión y exposición dialogada. Se realizarán prácticas con el instrumental adecuado y como complemento, se sugiere seleccionar y utilizar la Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) más apropiadas para producir, organizar y sistematizar contenidos en distintos formatos tales como textos, simulaciones, producciones audiovisuales, etc.

## **7.- Ejercitación, trabajos Prácticos y actividades**

Resolución de problemas típicos de aplicación. Adquisición de conocimientos esenciales. Comprensión del vocabulario técnico. Capacidad para comparar, deducir y relacionar conocimientos. Capacidad para extraer conclusiones. Destreza en el manejo de elementos e instrumentos de aplicación. Participación en las clases teóricas y prácticas. Puntualidad en la entrega de los trabajos prácticos.

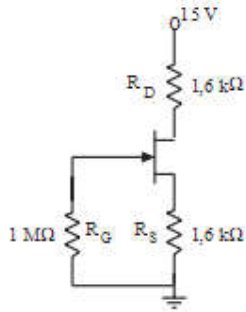
Para la correcta comprensión de cómo trabajan los amplificadores y, los convertidores conmutados de potencia, se requiere el uso de software de simulación y, prácticas de laboratorio con dispositivos y sistemas de potencia reales con fines didácticos o, de uso comercial e industrial.

Ejemplo de ejercitación:

- ✓ Diseño, análisis y calculo de circuitos amplificadores clase A, B, Y, AB.
- ✓ Diseño, análisis y calculo de circuitos de conversión de energía conmutados con control por AM, FM y, PWM. Documentando sus prestación y características técnicas.
- ✓ A) Hallar el punto de trabajo del JFET en el circuito de la figura. Tómese

$I_{DSS} = 10 \text{ mA}$  y  $V_P = -8 \text{ V}$

Como la corriente de puerta es nula, la tensión  $V_{GS}$  será:



$$V_{GS} = -I_D R_S = -I_D \cdot 1,6 \cdot 10^3$$

Suponiendo que el JFET trabaje en la región de saturación:

$$I_D = I_{DSS} \left[ 1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right]^2 = 10 \cdot 10^{-3} \left[ 1 - \frac{V_{GS}}{-8} \right]^2$$

Combinando estas dos ecuaciones resulta:

$$V_{GS}^2 + 20 V_{GS} + 64 = 0$$

cuyas soluciones son  $V_{GS} = -4 \text{ V}$  y  $V_{GS} = -16 \text{ V}$ . La segunda de estas soluciones no tiene sentido físico, ya que, al ser una tensión inferior a  $V_P$ , el

JFET estaría en estado de corte,  $I_D$  sería nula y, por tanto, también lo sería  $V_{GS}$ .

. En consecuencia, la solución correcta es  $V_{GS} = -4 \text{ V}$ .

Sustituyendo este valor en la segunda de las ecuaciones se obtiene  $I_D = 2,5 \text{ mA}$ . Con este valor de  $I_D$  puede calcularse  $V_{DS}$ :

$$V_{DS} = 15 - I_D(R_D + R_S) = 7 \text{ V}$$

B) Polarizar un transistor mediante la técnica de polarización por división de tensión de acuerdo con los siguientes datos:

$$V_{CC} = 12 \text{ V}$$

$$I_{CQ} = 4 \text{ mA}$$

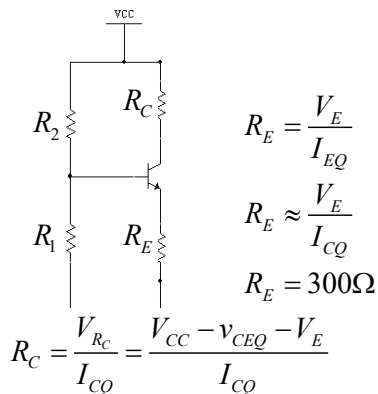
$$V_E = \frac{1}{10} V_{CC}$$

$$R_B = \frac{1}{10} \beta R_E$$

$$40 \leq \beta \leq 180$$

(Punto de operación a la mitad de la recta de carga, es decir:  $V_{CEQ} = \frac{1}{2} V_{CC}$ )

Solución:



$$R_C = 1.2 \text{ K}\Omega$$

como  $\frac{R_B}{\beta} \ll R_E$  la peor condición se

cumple cuando  $\beta$  es mínima  $\therefore$

$$R_B = \frac{1}{10} \beta_{\min} R_E$$

$$R_B = 1.2 \text{ K}\Omega$$

$$R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Multiplicando la primera ecuación

por  $R_2$ , tenemos

$$V_{BB} R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

o lo que es lo mismo

$$V_{BB} R_2 = R_B V_{CC}$$

$$R_2 = \frac{V_{CC}}{V_{BB}} R_B$$

$$R_2 = 7.13 \text{ K}\Omega$$

Para encontrar  $R_1$ , partimos de hecho de que

El voltaje  $V_{BB}$  necesario es

$$V_{BB} = I_{CQ} \left( \frac{R_B}{\beta} + R_E \right) + v_{BE}$$

$$V_{BB} = 2.02V$$

Para determinar  $R_1$  y  $R_2$  tenemos el

siguiente sistema de ecuaciones

con dos incógnitas

$$V_{BB} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

$$\frac{1}{R_B} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_B} - \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_B} - \frac{V_{BB}}{V_{CC} R_B}$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{V_{CC} - V_{BB}}{V_{CC} R_B}$$

$$R_1 = \frac{V_{CC} R_B}{V_{CC} - V_{BB}}$$

$$R_1 = \frac{R_B}{1 - \frac{V_{BB}}{V_{CC}}}$$

$$R_1 = 1.44 K\Omega$$

Con esto el transistor queda bien polarizado para  $I_{CQ} = 4mA$  y  $v_{CE} = 6V$  además varía muy poco, para cuando  $\beta$  varíe en todo su intervalo.

## **8.-Evaluacion**

Se sugiere una evaluación continua y permanente del proceso de aprendizaje, con autoevaluación y co-evaluación. Además utilizar instrumentos de evaluación escrita, informes de prácticas y la observación del desempeño en la actividad diaria del curso mediante entrevistas individuales y grupales. Es requisito ineludible que los/las alumnos/as deban realizar y superar las prácticas de Laboratorio correspondientes.