

ANEP
CONSEJO DE EDUCACIÓN TÉCNICO PROFESIONAL



CONSEJO DE EDUCACIÓN TÉCNICO PROFESIONAL
(Universidad del Trabajo del Uruguay)
PROGRAMA PLANEAMIENTO EDUCATIVO

		PROGRAMA			
		Código en SIPE	Descripción en SIPE		
TIPO DE CURSO		050	Ingeniero Tecnológico		
PLAN		1986	1986 (Actualización 2011)		
SECTOR DE ESTUDIO					
ORIENTACIÓN		340	Electrónica		
MODALIDAD			Presencial		
AÑO		4to	Cuarto		
TRAYECTO		----	-----		
SEMESTRE		----	-----		
MÓDULO		----	-----		
ÁREA DE ASIGNATURA		384	Ingeniero Tecnológico en Electrónica		
ASIGNATURA		1340	Electrónica Analógica y Laboratorio		
ESPACIO o COMPONENTE CURRICULAR		Electrónica			
MODALIDAD DE APROBACIÓN		-----			
DURACIÓN DEL CURSO		Horas totales: 288 horas	Horas semanales: 9		Cantidad de semanas: 32 semanas
Fecha de Presentación 04/06/2014	Nº Resolución del CETP	Exp. Nº	Res. Nº	Acta Nº	Fecha _/_/___

FUNDAMENTACIÓN:

El desarrollo tecnológico que tiene lugar en el mundo en que vivimos, y que tiende esencialmente a la optimización y eficiencia de los circuitos y sistemas de potencia (fuentes de alimentación conmutadas, controles de potencia no lineales, amplificadores de conmutación de alta eficiencia, etc.), ha modificado los tópicos en los que incursiona la electrónica ampliando su espectro de acción en determinadas áreas, siendo protagonista en algunas de ellas; donde en otras épocas resultaba a veces hasta inexistente.

El saber técnico se caracteriza por tener un alto contenido práctico, pero requiere de la adquisición de conocimientos teóricos referidos a los métodos de análisis, diseño y diagnóstico.

Por lo mencionado anteriormente y especialmente por la necesidad de adecuar los contenidos programáticos de las distintas asignaturas tecnológicas a los parámetros actuales del saber profesional en esta área es que, se plantea la presente actualización.

OBJETIVOS:

El alumno al egreso de esta asignatura deberá:

- Entender los problemas de naturaleza analógica, y aplicar las herramientas matemáticas adquiridas para la resolución de los mismos.
- Comprender y aplicar los distintos modelos equivalentes y matemáticos que se ajustan a cada situación vinculada a la electrónica analógica.
- Realizar el dimensionamiento de dispositivos lineales y no lineales en sistemas analógicos de diversa complejidad.
- Diseñar circuitos y/o sistemas analógicos que satisfagan requerimientos propios de la ingeniería en aplicaciones de potencia o en acondicionamiento de señal.
- Realizar mediciones y emplear estrategias para el diagnóstico de fallas en sistemas analógicos de potencia.

CONTENIDOS:

UNIDAD 1: NIVELACION-REPASO-ACTUALIZACION MATEMATICA APLICADA

- 1.1. Propiedad de los límites, derivada, cociente incremental.
- 1.2. Impedancia compleja y el régimen fasorial.
- 1.3. Conceptos de integral- Diferencial.
- 1.4. Integrales definidas, Interpretación geométrica de integrales.

UNIDAD 2: ANÁLISIS DE SISTEMAS LINEALES EN CORRIENTE CONTÍNUA.

- 2.1. Relación entre corriente y tensión en un dipolo (función de una variable).

- Representación gráfica.
 - Aproximación lineal.
 - Modelo equivalente.
 - Otros sistemas lineales no eléctricos.
- 2.2. Relaciones entre corrientes y tensiones en un cuadripolo (funciones de dos variables).
- Aproximación lineal con parámetros de impedancia (Z), admitancia (Y) e híbridos (H).
 - Modelos equivalentes.

UNIDAD 3: ANÁLISIS DE SISTEMAS NO LINEALES.

- 4.1. Aproximación por serie de potencias.
- Ejemplo de desarrollos en serie de potencias.
 - Cálculo numérico.
- 4.2. Distorsión armónica.
- Diagrama de espectro de frecuencia.
 - Suma de armónicos en el dominio del tiempo.
- 4.3. Utilización práctica.
- Modulación de amplitud.
 - Traslación de frecuencia.
 - Demodulación de amplitud.

Práctico N° 1: <i>INTERMODULACIÓN (demostrativo)</i> .
--

UNIDAD 4: APLICACIÓN DE SEÑALES VARIABLES EN EL TIEMPO A SISTEMAS LINEALES.

- 4.1. Resistencia.
- Relación $v(t)/i(t)$.
- 4.2. Inductancia.
- Definición.
 - Tensión en la inductancia con corrientes variables en el tiempo.
 - Utilización de la derivada para el cálculo de tensión en la inductancia.
 - Excitación con corriente sinusoidal.
 - Interpretación con fasores.
 - El operador J, utilización de números complejos.
 - Circuitos R, L con señales de particular interés.
- 4.3. Inductancia mutua.
- Definición.
 - Extensión de los conceptos de inductancia a inductancia mutua.
 - Respuesta a la rampa.
 - Excitación con corriente sinusoidal y secundario en vacío.
 - Modelo equivalente del acoplamiento magnético en régimen sinusoidal para baja frecuencia.
- 4.4. Capacidad.
- Definición.
 - Carga de condensadores con corrientes variables en el tiempo.

- Utilización de la integral para el cálculo de tensión en el condensador.
- Excitación con corriente sinusoidal.
- Interpretación con fasores.
- Circuitos R,C con señales de interés.

Práctico N° 2: *VISUALIZACIÓN DE SEÑALES VARIABLES EN EL TIEMPO.*

UNIDAD 5: EFECTOS ENERGÉTICOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA.

- 5.1. Corriente continua.
 - Energía disipada y entregada por un dipolo.
 - Potencia.
 - Concepto inicial sobre valor medio y valor eficaz
- 5.2. Corriente variable en el tiempo.
 - Energía suministrada por una fuente.
 - La integral como herramienta de cálculo de la energía.
 - Energía y potencia en una resistencia.
 - Energía y potencia en una inductancia.
 - Energía y potencia en una capacidad.
 - Definición de Valor Medio.
 - Definición de Valor eficaz.

Práctico N° 3: *EMPLEO DEL MULTÍMETRO. INSTRUMENTOS "TRUE RMS".*

UNIDAD 6: DESCOMPOSICIÓN DE SEÑALES PERIÓDICAS POR SERIE TRIGONOMÉTRICA DE FOURIER.

- 6.1. Cálculo de los coeficientes de Fourier.
 - Determinación de la amplitud y fase de cada armónico.
 - Relaciones de potencia y valor eficaz en cada armónico.
- 6.2. Representación gráfica.
 - Representación en el dominio de la frecuencia; diagrama de espectro de frecuencia.
 - Representación en el dominio del tiempo; programa Excel.

Práctico N° 4: *ANÁLISIS DE SERIE DE FOURIER MEDIANTE SIMULACIÓN (planillas gráficas de Excel o similares.)*

UNIDAD 7: RESPUESTA DE FRECUENCIA.

- 7.1. Introducción.
- 7.2. Red de 1 polo.
 - Modelo básico para una red con 1 polo.
 - Ecuación para red de 1 polo.
 - Representación gráfica.
- 7.3. Red con 1 cero.
 - Ecuación de la red con 1 cero.
 - Representación gráfica.

- 7.4. Generalización del análisis. Método de Bode.
 - Raíces de la ecuación característica.
 - Representación mediante asíntotas.
- 7.5. Redes con polos y ceros complejos conjugados.
 - Ecuaciones para polos y ceros complejos conjugados.
 - Representación gráfica.
 - Circuitos básicos.
 - Polos complejos conjugados.
 - Ceros complejos conjugados.
- 7.6. Diagrama de Nyquist.

Práctico N° 5: ENSAYO DE RESPUESTA EN FRECUENCIA DE UN FILTRO.

UNIDAD 8: GENERALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE AMPLIFICADORES.

- 8.1. Modelo inicial.
- 8.2. Inclusión del efecto de la frecuencia.
 - Condensador de salida.
 - Condensador de acoplamiento.
 - Condensador entrada – salida.
 - Teorema de Miller.
 - Capacidad colector - base.

UNIDAD 9: DISPOSITIVOS AMPLIFICADORES EN ALTA FRECUENCIA.

- 9.1. Transistor FET.
 - Respuesta en configuración de surtidor común.
 - Frecuencia de corte.
 - Ventajas en puerta común.
- 9.2. Transistor bipolar.
 - Modelo Giacoletto.
 - Frecuencia de corte.
 - Respuesta en configuración de base común.
- 9.3. Configuración cascode.

UNIDAD 10: REALIMENTACIÓN

- 10.1. Análisis general el sistema realimentado.
 - Ecuación de transferencia del sistema realimentado.
 - Posibilidad de oscilaciones en sistemas realimentados.
 - Ganancia de lazo.
 - Variación de la ganancia de lazo con la frecuencia.
 - Margen de Ganancia y Margen de Fase.
 - Realimentación negativa.
 - Variaciones de la ganancia del sistema. Estabilidad.
 - Efecto sobre las impedancias de entrada y salida.
 - Efecto sobre la distorsión.
 - Efecto sobre el ancho de banda
 - Efecto sobre el ruido.

UNIDAD 11: AMPLIFICADORES OPERACIONALES.

- 11.1. Etapa diferencial de entrada.
 - Polarización.
 - Relación de rechazo al modo común.
 - Ancho de banda.
 - Polo dominante.
 - Slew rate.
- 11.2. Circuitos conformadores de onda.
 - Circuito integrador. Análisis en el dominio del tiempo.
 - Circuito diferenciador. Análisis en el dominio del tiempo.
 - Filtros activos, pasa bajo, pasa altos de orden n, pasa banda y filtro elimina banda.
 - Circuitos de comparación analógica. Amp. Operacionales de colector abierto. Modulador de ancho de pulso. Detector de ventana.

Práctico N° 6: *REDES CON AMPLIFICADORES OPERACIONALES: APLICACIONES LINEALES Y NO LINEALES.*

UNIDAD 12: AMPLIFICADORES DE POTENCIA.

- 12.1. Amplificador de clase B.
 - Circuitos básicos de análisis.
 - Estudio del rendimiento energético para distintas funciones de onda.
 - Potencia máxima disipada por los dispositivos activos para distintas funciones de onda.
 - Relación $P_{cmáx}/P_{Lmáx}$ para distintas funciones de onda.
 - Análisis para carga compleja.
 - Simetría cuasi-complementaria. Arreglo Bootstrap.
 - Configuración en puente.
 - Protecciones contra sobrecarga.
- 12.2. Amplificador de clase C.
 - Circuitos básicos de análisis.
 - Estudio del rendimiento energético en función del ángulo de conducción.
 - Potencia máxima disipada por los dispositivos activos.
 - Circuitos típicos asociados a transmisión en R.F.

Práctico N° 7: *AMPLIFICADORES DE POTENCIA: CLASE "B" Y CLASE "AB".*

UNIDAD 13: CONTROL DE POTENCIA.

- 13.1. Descripción básica de la familia de dispositivos no lineales de múltiples capas.
 - Caso paradigmático: Rectificador Controlado de Silicio (S.C.R.).
 - Disposición de capas.
 - Circuito equivalente.
 - Curvas características.
 - Parámetros de interés.
 - El Triac, el Diac y el Diodo multicapa (Shockley).
 - Semejanzas y diferencias con el S.C.R..
 - Parámetros característicos de cada dispositivo.

- 13.2. Técnicas básicas de control de disparo de Tiristores.
- Técnicas de activación y desactivación de un S.C.R. en continua.
 - Método resistivo.
 - Método de descarga capacitiva.
 - Técnicas de activación de un Tiristor en corriente alterna.
 - Control On/Off.
 - Control proporcional, resistivo o por nivel.
 - Control integral, capacitivo o por desplazamiento de fase.
 - - De simple constante de tiempo.
 - De doble constante de tiempo.
 - Procedimiento de diseño. Cálculos.

Práctico N° 8: *CONTROL DE POTENCIA EN CORRIENTE ALTERNA: CONTROL PROPORCIONAL Y CONTROL INTEGRAL.*

UNIDAD 14: FUENTES DE ALIMENTACIÓN.

- 14.1. Diagrama en bloques de las fuentes de alimentación reguladas.
- 14.2. Clasificación de las fuentes.
- Clasificación según el parámetro a regular.
 - Fuentes de tensión.
 - Fuentes de corriente.
 - Otros parámetros a regular.
 - Clasificación según la tecnología constructiva.
 - Fuentes lineales o disipativas.
 - Fuentes conmutadas a frecuencia propia.
 - De frecuencia fija.
 - De frecuencia variable (P.W.M.)
- 13.2.2.3 Fuentes conmutadas a frecuencia de línea o de red.
- 14.3. Fuentes primarias.
- Acumuladores.
 - Red trifásica.
 - Rectificadores polifásicos.
 - Sistema bifásico (reseña).
 - Sistema trifásico.
 - Filtro de entrada por condensador.
 - Filtro de entrada por inductancia.
 - Factor de rizado.

Práctico N° 9: *FILTRADO PARA FUENTES DE ALIMENTACIÓN: FILTRO CAPACITIVO, FILTRO INDUCTIVO Y FILTRO MIXTO (LC).*

- 15.1. Disipación de potencia.
- Potencia en el Regulador de las fuentes lineales.
 - Potencia en las fuentes conmutadas.
 - Potencia vs. Frecuencia en el conmutador.
- 15.2. Esquemas fundamentales.
- Regulador lineal serie.

- Regulador lineal paralelo.
- Convertidor directo (Step - Down o Buck Converter).
- Convertidores indirectos.
 - Inversor (inverting converter).
 - Elevador no inversor (Step - Up o Fly - Back converter).
- Filtros.
 - Cálculo de la inductancia de filtro.
 - Cálculo de la capacitancia de filtro para cada configuración.

Práctico N° 10: *FUENTES DE ALIMENTACIÓN REGULADAS: REGULADORES LINEALES Y REGULADORES CONMUTADOS.*

PROPUESTA METODOLÓGICA:

El curso de Electrónica Analógica está pensado para ser desarrollado con un fuerte contenido analítico que requiere de la aplicación de herramientas matemáticas que van desde simples relaciones trigonométricas, pasando por el cálculo diferencial, e integral, hasta el empleo de series polinómicas y trigonométricas.

Sin perjuicio de lo indicado, el estudiante deberá realizar una serie de prácticas que acompañen cada tema y que se señalan en el presente programa, de tal manera que sea asimilado el conocimiento adquirido en la teoría de manera armónicamente integrada.

EVALUACIÓN:

La evaluación del curso de Electrónica Analógica se realizará mediante pruebas escritas al final de cada unidad, además de dos pruebas parciales y un examen final.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA:

- Electrónica de Potencia - *Muhammad Rashid*
- Fuentes de Alimentación Electrónicas Conmutadas – *Damaye – Gagne*
- Amplificadores de Potencia – *Douglas Self*
- Amplificadores Operacionales en Aplicaciones Lineales – *Faukemberly*
- SP-52: Manual para Proyectistas – *R.C.A.*
- Análisis de Circuitos para Ingeniería – *Hayt – Kemerly*
- Circuitos Eléctricos – *Joseph Edminister*