A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**SISTEMAS DE CONTROL II**
SIGLA:	**ELT 2692**
DURACIÓN:	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Los controladores que se encuentran en la actualidad en la industria, son en general dispositivos digitales, por lo que es necesario aprender las técnicas que permitan el análisis y la síntesis de los sistemas de control que incluyan estos dispositivos. Ahí radica la importancia de la asignatura para el en la formación del ingeniero. El conocer acerca de los controladores digitales, tanto como dispositivo solo, como una computadora en línea, o como un comando en un controlador de lógica programada (PLC), es indispensable en la formación actual del ingeniero de control.

El estudiante debe poder realizar, de manera intuitiva, el análisis de sistemas de control que incluyen dispositivos digitales, eligiendo el periodo de muestreo. Debe también ser capaz, en forma intuitiva, de predecir el comportamiento temporal de estos sistemas.
Al concluir la asignatura el estudiante debe ser capaz de aplicar los conceptos fundamentales necesarios, mediante una comprensión de los problemas y las metodologías, al control de procesos por computador y en tiempo real, también denominado control digital directo.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional - CG2
- Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional - CG3
- Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional - CG4
- Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada, aplicando métodos de investigación de su profesión con habilidad - CG5
- Posee hábitos de formación a lo largo de la vida – CG7
- Toma decisiones y emprende iniciativas - CG9
- Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión - CG11
- Comprende y produce mensajes orales y escritos en la lengua extranjera de mayor uso en su campo profesional - CG13
- Trabaja en equipos uni y/o multidisciplinarios para la resolución de problemas de forma colaborativa y propositiva en el contexto nacional e internacional – CG14
- Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límites – CG16
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la

información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias - CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales - CE20
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes - CE21
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable - CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos - CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica - CE24
- Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada - CE26
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27
- Instala y pone en funcionamiento sistemas electrónicos, documentándolos mediante guías para la instalación del sistema, plan de capacitación para el uso del sistema, plan de mantenimiento y/o actualización del sistema, presentados en forma estructurada, ordenada y coherente – CIB28

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Introducción a los sistemas de control en tiempo discreto.- Fundamento matemático de sistemas de control en tiempo discreto.- Análisis en el plano z.- Análisis y diseño de sistemas discretos mediante métodos convencionales: lugar geométrico de raíces y respuesta en frecuencia.- Diseño de controladores digitales por síntesis polinomial.- Laboratorio.-

Contenido analítico:

Tema 1: Introducción a los sistemas de control digital

1.1 Introducción
1.2 Sistemas de control digital
1.3 Cuantificación y errores de cuantificación
1.4 Sistemas de adquisición, conversión y distribución de datos

Tema 2: Análisis en el plano z de sistemas de control en tiempo discreto

2.1 Introducción
2.2 Fundamento matemático de sistemas de control en tiempo discreto
2.2.1 Transformada z de funciones elementales
2.2.2 Propiedades y teoremas importantes
2.2.3 La transformada z inversa
2.2.4 La transformada z modificada
2.2.5 Solución de ecuaciones en diferencias

2.2.6 Modelos discretos de sistemas simples
2.3 Cálculo de la transformada z mediante la integral de convolución
2.4 Reconstrucción de señales originales
2.5 Función de transferencia pulso
2.6 Realización de controladores y filtros digitales

Tema 3: Análisis y diseño de sistemas discretos mediante métodos convencionales: lugar geométrico de raíces y respuesta en frecuencia

3.1 Introducción
3.2 Análisis de estabilidad en el plano z
3.3 Análisis de las respuestas transitoria y en estado permanente
3.4 El método del lugar geométrico de las raíces para sistemas de tiempo discreto
3.5 El método de la respuesta en frecuencia para sistemas de tiempo discreto

Tema 4: Diseño de controladores digitales por síntesis polinomial
4.1 Introducción
4.2 El método de diseño directo de Ragazzini
4.3 Controladores deadbeat, Dahlin, y otros
4.4 La ecuación Diofantina
4.5 Diseño de controladores por asignación de polos

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] K. Ogata, **Sistemas de Control en Tiempo Discreto**. Segunda edición, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México, 1996.
[2] B.C. Kuo, **Sistemas de Control Digital**. Segunda edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1997.
[3] O. Reinoso G., J.M. Sebastián y Zuñiga, F.ernando Torres M., Rafael Aracil S., **Control de Sistemas Discretos**, Colección Schaum. McGraw-Hill, España, 2004.
[4] R. Fernández del Busto y Ezeta, **Análisis y diseño de sistemas de control digital**. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, 2013.
[5] K.J. Aström, B. Wittenmark, **Computer Controlled Systems, Theory and Design**. Third edition, Prentice Hall, U.S.A., 1997.
[6] G.F. Franklin, J.D. Powell, M. Workman, **Digital Control of Dynamic Systems**, Third edition, Addison-Wesley, U.S.A., 1997.
[7] C.L. Phillips, H.T. Nagle, **Digital control system analysis and design**. Fourth edition, Prentice-Hall, Inc., U.S.A., 2014.
[8] R. Isermann, **Digital Control Systems**, volúmenes I y II, Second revised edition, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1989.
[9] R.G. Jacquot, **Modern Digital Control Systems**. Second edition, Marcel Dekker, Inc., U.S.A., 1994.
[10] R.J. Tocci, N.S. Widmer, G.L. Moss, **Sistemas digitales. Principios y aplicaciones**, Pearson Educación, Décima edición, México, 2007
[11] W. Barden Jr., **Matemáticas para programadores. Sistemas de numeración y aritmética binaria**, Ediciones Anaya Multimedia, S.A., Madrid, 1986
[11] R.V. Churchill, J.W. Brown, **Variable Compleja y Aplicaciones**. Séptima edición. McGraw-Hill Interamericana de España S.A., Madrid, 2004.
[12] G. James, **Matemáticas Avanzadas para Ingeniería**. Segunda edición, Prentice Hall, México, 2002.
[13] E. Kreyszig. **Matemáticas Avanzadas para Ingeniería**, volúmenes I y II. Tercera edición. Limusa Wiley, México, 2003.

ELT 2731 - MÁQUINAS ELÉCTRICAS II

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**MÁQUINAS ELÉCTRICAS II**
SIGLA:	**ELT 2731**
DURACIÓN:	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante conoce las partes del transformador; utilizando los circuitos eléctricos equivalentes y los diagramas vectoriales, y con los resultados de las pruebas, es capaz; analizar el funcionamiento del transformador en vacío, cortocircuito, funcionamiento con carga y en paralelo; y analizar el efecto altura sobre la potencia y el aislamiento. Asimismo, conoce la aplicación del autotransformador.
Conoce las partes de la máquina de inducción, las condiciones de funcionamiento: motor, generador y freno electromagnético; condiciones de servicio del motor, la variación del par electromagnético según la condición de funcionamiento, selecciona el modo de arranque del motor, comprende los procedimientos para controlar la velocidad del motor trifásico de inducción y tiene la capacidad de aplicar el motor monofásico.

Unidades de competencia:
- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma. CG1
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida. CE16
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE17
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE22
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica.CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas. CI22

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Fundamentos y elementos de construcción de los transformadores.- Condiciones de funcionamiento del transformador.- Trasformador sin carga.- Funcionamiento en cortocircuito.- Conexiones y desfases del transformador Trifásico.- Trasformador en carga.- Cargas asimétricas de los transformador Trifásicos.- Operación en Paralelo de los transformadores.- El Auto-transformador.- Fundamentos y elementos de construcción de la máquina de inducción.- La máquina de inducción con rotor en reposo.- .- La máquina de inducción con rotor en giratorio.- Generador de inducción.- Pares y potencia de máquina de inducción.- Arranque del motor trifásico de inducción.- Control de velocidad del motor trifásico de inducción.- Control de frecuencia del motor de inducción.- El motor monofásico de inducción.- Diagrama circular de la máquina de inducción.- Laboratorio.

Contenido analítico:

Tema 1: Fundamentos de los transformadores

1.1 Necesidad de la Transformación de los Voltajes
1.2 Fundamentos de los transformadores de potencia
1.3 Partes principales del Transformador
1.3.1 Núcleo
1.3.2 Arrollamientos
1.3.3 Pasatapas
1.4 Aceite del transformador
1.5 Dispositivos de control de temperatura y Protección Térmica
1.6 Valores Nominales

Tema 2: Condiciones de funcionamiento del transformador
2.1 Principio de funcionamiento
2.2 Ecuaciones de Fmm. y Fem
2.3 Relación de transformación
2.4 El transformador Reducido
2.5 Circuito eléctrico equivalente

Tema 3: Funcionamiento sin carga del transformador

3.1 Introducción
3.2 Transformador en vacío
3.3 Transformador monofásico en vacío
3.4 Pérdidas en vacío
3.5 Ensayo en vacío
3.6 El transformador trifásico en vacío
3.6.1 Corriente de vacío
3.6.2 Armónicos en las corrientes de excitación y flujos

Tema 4: Funcionamiento en cortocircuito del transformador

4.1 Introducción
4.2 El transformador en cortocircuito
4.3 Tensión de cortocircuito
4.4 Condiciones físicas de funcionamiento
4.5 Triángulo de cortocircuito
4.6 Pérdidas de cortocircuito

4.7 Ensayo de cortocircuito
4.7.1 Transformador monofásico
4.7.2 Corrección por temperatura
4.7.3 Adaptación para transformadores trifásicos
4.8 Cálculo de la reactancia de dispersión de los arrollamientos

Tema 5: Conexiones y desfases en los transformadores trifásicos

5.1 Introducción
5.2 Polaridad
5.3 Desfases
5.4 Designaciones de bornes en la tapa del transformador
5.5 Conexiones más comunes de los transformadores trifásicos
5.6 Conexión delta abierta

Tema 6: El transformador en carga

6.1 Introducción
6.2 Transformador ideal en carga
6.3 Transformador real en carga
6.4 Diagrama de Kapp
6.5 Caída interna de Voltaje
6.6 Rendimiento del transformador
6.7 Transformador con tomas
6.8 Corriente de conexión
6.9 Sobrecargas en los transformadores
6.9.1 Sobrecargas admisibles según la norma VDE
6.9.2 Sobrecargas admisibles según la norma ANSI
6.10 Temperaturas y calentamientos admisibles en condiciones normales
6.11 Reducción de potencia en transformadores que operan a alturas mayores a 1000 msnm
6.12 Efecto de la altura en el aislamiento del transformador

Tema 7: El transformador en condiciones desequilibradas
7.1 Introducción
7.2 Devanado secundario en estrella
7.3 Devanado secundario en delta
7.4 Campos magnéticos y fmm con carga asimétrica
7.5 Efecto de la asimetría en las tensiones primarias y secundarias
7.6 Resistencia de secuencia cero

Tema 8: Operación en paralelo de los transformadores
8.1 Condiciones de funcionamiento
8.2 Funcionamiento en paralelo con diferentes relaciones de transformación
8.3 Grupos diferentes
8.4 Tensiones de cortocircuito diferentes

Tema 9: El autotransformador
9.1 Introducción
9.2 Comparación entre un transformador y un autotransformador
9.3 Ventajas y desventajas del autotransformador
9.4 Autotransformadores trifásicos

Tema 10: Fundamentos de la máquina de inducción
10.1 Introducción
10.2 Principales aspectos constructivos
10.3 Principio de funcionamiento de la máquina de inducción
10.4 Condiciones de funcionamiento
10.5 Relaciones importantes

Tema 11: La máquina de inducción como transformador
11.1 Introducción
11.2 Máquina de inducción como transformador en vacío
11.3 Máquina de inducción como transformador en cortocircuito
11.4 Máquina de inducción como transformador en carga

Tema 12: La máquina de inducción con rotor giratorio
12.1 Condiciones de funcionamiento
12.2 Circuito equivalente de la máquina de inducción
12.3 Circuito L muy aproximado
12.4 Condiciones de funcionamiento y diagramas vectoriales
12.4.1 Motor de inducción
12.4.2 Generador de inducción
12.4.3 Freno electromagnético
12.5 Parámetro de jaula

Tema 13: Pares y potencia de la máquina de inducción
13.1 Diagramas de energía
13.2 Pares de la máquina de inducción
13.3 Par y potencia electromagnética máximas
13.4 Par de arranque del motor de inducción
13.5 Relación entre el par y la resistencia del rotor
13.6 Dependencia del par en función de la frecuencia de la red
13.7 Ensayo en vacío y en cortocircuito
13.8 Características del servicio del motor de inducción

Tema 14: Arranque del motor trifásico de inducción
14.1 Introducción
14.2 Corriente de arranque de los motores de inducción
14.3 Arranque de los motores de jaula
14.3.1 Conexión directa
14.3.2 Arranque por medio de resistencias en el estator
14.3.3 Arranque por autotransformador
14.3.4 Arranque por conmutación estrella-triangulo
14.4 Motor de jaula con efecto superficial
14.4.1 Motor de doble jaula
14.4.2 Motor de barras profundas
14.5 Arranque del motor de rotor bobinado

Tema 15: Control de velocidad del motor trifásico de inducción
15.1 Introducción
15.2 Métodos de control
15.3 Cambio del número de polos

15.4 Cambio por introducción de una fem en el rotor

Tema 16: Control de frecuencia
16.1 Introducción
16.2 Ecuaciones básicas
16.3 Características del motor de inducción a frecuencia y voltaje nominales
16.4 Control de velocidad variando la frecuencia y el voltaje
16.5 Características par-velocidad
16.6 Consideraciones de arranque
16.7 Capacidad del motor a velocidades superiores e inferiores a la nominal
16.7.1 Velocidad inferior a la nominal. Región de par constante
16.7.2 Velocidad superior a la velocidad nominal. Región de potencia constante
16.7.3 Operación a alta velocidad. Región de frecuencia constante
16.8 Operación a alto voltaje
16.9 Frenado de motores de inducción
16.10 Clasificación de los convertidores de frecuencia variable

Tema 17: El motor monofásico de inducción
17.1 Introducción
17.2 Análisis cualitativo
17.3 Circuito equivalente
17.4 Métodos de arranque y tipos de motores monofásicos
17.4.1 Arranque con bobina auxiliar en cortocircuito
17.4.2 Motor de fase partida
17.4.3 Motor con arranque a capacitor
17.4.4 Motor de condensador trifásico

Tema 18: Diagrama circular de la máquina de inducción
18.1 Introducción
18.2 Diagrama circular aproximado
18.3 Parámetros de la máquina de inducción por medio de segmentos del diagrama circular
18.4 Construcción del diagrama circular por medio de datos experimentales

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] N. Nikulin, Ciencia de los Materiales Eléctricos. Mir, 1984.
[2] Leander W. Matsch, Máquinas Electromecánicas y Electromagnéticas. Primera edición. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. México, 1972
[3] A. V. Smolenski, Máquinas Eléctricas, Vol. I y Vol. III. Primera edición, Mir, 1980.
[4] M. Kostenko L Piotrovsky, Máquinas Eléctricas, Vol. I, Vol. II. Montaner y Simon S.A., 1968.
[5] E.E. Staff del M.I.T., Circuitos Magnéticos y Transformadores. Revertré, 2003.
[6] E. Ras, Transformadores de Potencia, Medida y Protección. Marcombo S.A., 1972.
[7] Stephen J. Chapman, Máquinas Eléctricas. Cuarta Edición, Mc Graw Hill, 2005.
[8] J.C. de Oliveira, J. R. Cogo, J.P. de Abreu, Transformadores: Teoria e Ensaios. Editora E. Blucher, 1984

ELT 2761 - SISTEMAS DE POTENCIA I

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA: **SISTEMAS DE POTENCIA I**
SIGLA: **ELT 2761**
DURACIÓN: **Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES: **Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de analizar la dinámica de los sistemas de potencia, mediante su modelo. Debe ser capaz de analizar, la topología y grafos de las redes eléctricas en sistemas eléctricos de potencia, como en el dominio de matrices de red, dispersidad, es decir, formar la matriz de admitancia nodal YBUS. Debe ser capaz también de analizar los flujos de potencia por diferentes métodos, además, debe ser capaz de calcular los diferentes tipos de corto circuito.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un sistema eléctrico de potencia, nodo, rama, mallas, grafos de las redes eléctricas, conocer matrices de conexión o incidencia, redes elementales – formación de las matrices de Red por transformaciones singulares – formación de matrices por simple inspección – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos de las matrices de red, dispersidad, en lenguaje matemático que representan un sistema, conoce algoritmos para formación de impedancia de Bus – modifica la matriz de impedancia Bus por cambios de red – CE20
- Selecciona una metodología para resolver flujos de potencia de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas eléctricos de potencia que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Topología y grafos de las redes eléctricas en Sistemas Eléctricos de Potencia - Matrices de redes: YBus, ZBus, dispersidad.- Análisis de Flujos de Potencia: Gauss-Seidel, Newton-Raphson, Newton-Raphson Desacoplado, Newton-Raphson Desacoplado Rápido, Flujo DC, Inyección corriente.– Flujo de potencia trifásico.- Modelación de la carga en SEP.– Control de potencia activa y reactiva.- Teoría de Componentes simétricas.- Cortocircuito de

máquinas síncronas y asíncronas.- Análisis de cortocircuitos de acuerdo a los estándares ANSI e IEC.- Aplicación de software.

Contenido analítico:

Tema 1: Topología y Grafos de las Redes Eléctricas en Sistemas Eléctricos de Potencia

1.1 Introducción a los Sistemas de Potencia
1.2 Principio de Elementos de Nodos, Ramas, Mallas, Grafos de las Redes Eléctricas en los S.E.P
1.3 Conocer Matrices de conexión o incidencia
1.4 Formación de las matrices de Red por Transformaciones Singulares
1.5 Formación de matrices por simple inspección
1.6 Ejemplos de formación de matriz YBUS

Tema 2: Matrices de redes: YBus, ZBus, dispersidad

2.1 Introducción a las matrices de Red
2.2 Conocer algoritmos para formación de impedancia de Bus
2.3 Modificación de la matriz de impedancia Bus por cambio de red

Tema 3: Análisis de Flujos de Potencia

3.1 Introducción a los flujos de carga
3.2 Método de Gauss- ejemplo de método de Gauss
3.3 Método de Gauss Seidel – ejemplo de método de Gauss Seidel
3.4 Método de Newton Raphson, solución en base de nodos (método de admitancia nodal), etc.
3.5 Método de Newton Raphson Desacoplado y Desacoplado rápido
3.6 Flujo DC, Inyección corriente

Tema 4: Flujos de Potencia Trifásica

4.1 Principio de los flujos de potencia
4.2 Conocer los flujos en kW y kVAR
4.3 Calcular las Tensiones en los buses y las perdidas en las líneas de transmisión, solución en base a nodos (métodos de admitancia nodal)
4.4 Flujos DC
4.5 Análisis de Flujos de potencia: inyección de corriente
4.6 Flujos de Potencia Trifásica

Tema 5: Modelación de la Carga en Sistemas Eléctricos de Potencia

5.1 Introducción
5.2 Operadores y Componentes Simétricos de Vectores Asimétricos
5.3 Corto circuito en Maquinas Síncronas y Asíncronas

Tema 6: Control de Potencia Activa y Reactiva

6.1 Introducción
6.2 Control de Potencia activa y reactiva

Tema 7: Teoría de Componentes Simétricas

Tema 8: Corto Circuito de Maquinas Síncronas y Asíncronas

8.1 Introducción
8.2 Conocer la síntesis de Vectores Desequilibrados a partir de sus Componentes Simétricas
8.3 Operadores de Componentes Simétricas de Vectores asimétricos
8.4 Corto circuito en máquinas Síncronas y Asíncronas

Tema 9: Análisis de Corto Circuito en Sistemas Eléctricos de Potencia de acuerdo a los estándares ANSI e IEC.- Aplicación de software.

9.1 Introducción
9.2 Conocer los más importantes tipos de corto circuito
9.3 Corto circuito Tripolar
9.4 Corto circuito bipolar con contacto a tierra
9.5 Corto circuito bipolar sin contacto a tierra
9.6 Corto circuito unipolar a tierra
9.7 Análisis de los Diferentes tipos de Corto circuito
9.8 Aplicando Software

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Stevenson, Análisis Moderno de Sistemas Eléctricos de Potencia
[2] Jacinto Viqueira, Redes Eléctricas (TOMO I-II)
[3] Marcelick, Redes Eléctricas
[4] E.Harper, Introducción al Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia
[5] E.Harper ,Análisis Moderno de Sistemas Eléctricos de Potencia
[6] Kimbark, Estabilidad Transitoria (TOMO I,II y III

ELT 2811 - MEDICIONES ELÉCTRICAS

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA: **MEDICIONES ELÉCTRICAS**
SIGLA: **ELT 2811**
DURACIÓN: **Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES: **Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante conoce las causas que producen errores en las mediciones de las magnitudes eléctricas, comprende la teoría de funcionamiento de los aparatos de medida y es capaz de analizar las características de operación de un particular sistema de medición. También tiene la aptitud de dimensionar, especificar y seleccionar los

componentes de una instalación de medición. Asimismo, aplica los reglamentos de la Ley de Electricidad para determinar el costo de la electricidad.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma. CG1
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida. CE16
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE17
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE22
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas. CI22

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Errores de medición.- Instrumentos analógicos.- Instrumentos digitales.- Transformadores de medida.-Medición de resistencias.- Medición de potencia.- Mediciones de energía activa y reactiva.- Medición de demanda.- Dimensionamiento de conductores secundarios de los transformadores de medida.- Software y hardware de los instrumentos de medida digitales.- SCADA.- Laboratorio.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1: Errores de Medición

1.1 Generalidades sobre las medidas
1.2 Clasificación de los errores
1.3 Errores en instrumentos de rotación
1.4 Errores en instrumentos digitales

Tema 2: Generalidades sobre instrumentos de rotación

2.1 Clasificación de los instrumentos
2.2 Símbolos de los aparatos eléctricos
2.3 Definiciones fundamentales
2.4 Escalas de los aparatos de rotación
2.5 Ecuaciones de las cuplas en los aparatos de rotación
2.6 Ecuaciones de las desviaciones en régimen libre
2.7 Ecuaciones de las desviaciones en régimen completo
2.8 Cupla de frotamiento

Tema 3: Instrumentos analógicos

3.1 Instrumento de bobina móvil e imán permanente
3.1.1 Características principales
3.1.2 Descripción y teoría de funcionamiento
3.1.3 Ampliación del rango de lectura
3.1.4 Influencia de la temperatura
3.1.5 Sensibilidad
3.2 Instrumento de hierro móvil
3.2.1 Características principales
3.2.2 Descripción y teoría de funcionamiento
3.3 Instrumento electrodinámico
3.3.1 Características principales
3.3.2 Descripción y teoría de funcionamiento
3.4 Vatímetro electrodinámico
3.4.1 Conexión de un ratímetro
3.4.2 Vatímetro de precisión
3.4.3 Cofimetro electrodinámico

Tema 4: Instrumentos digitales. El multímetro digital

4.1 Introducción
4.2 Sección analógica
4.2.1 Selector de rangos
4.2.2 Selector de funciones
4.2.3 Conversor CA/CC
4.2.4 Conversor de valor medio
4.2.5 Conversor de verdadero valor eficaz
4.2.6 Conversor de resistencia/conductancia
4.3 Sección digital
4.4 Especificación de los multímetros
4.5 Valores máximos de voltaje y corriente
4.6 Condiciones ambientales de uso

Tema 5: Transformadores de medida

5.1 Razones para el uso de los transformadores de medida
5.2 Tipos de transformadores de medida
5.3 Generalidades sobre transformadores
5.4 Transformador de potencial
5.4.1 Polaridad
5.4.2 Carga nominal
5.4.3 Relación nominal, relación de espiras y relación real
5.4.4 Factor de corrección de relación
5.4.5 Diagramas vectoriales del TP
5.4.6 Angulo de fase
5.4.7 Error de relación
5.4.8 Efectos de la variación de algunos parámetros sobre la relación de transformación y ángulo de fase
5.4.9 Métodos de compensación para reducir los errores de fase y relación
5.4.10 Clases de exactitud
5.4.11 Especificación del TP
5.5 Transformador de corriente

5.5.1 Polaridad
5.5.2 Carga
5.5.3 Relación nominal, relación de vueltas y relación real
5.5.4 Factor de corrección de relación
5.5.5 Diagrama vectorial
5.5.6 Angulo de fase
5.5.7 Error de relación
5.5.8 Variaciones de error de fase y relación
5.5.9 Consecuencias del secundario abierto
5.5.10 Permanencia de la exactitud
5.5.11 Clases de exactitud
5.5.12 Especificación del TC
5.5.13 Clasificación de los T.C.
5.5.14 TC para protección
5.6 Factor de corrección combinado
5.7 Factor de corrección de ángulo de fase
5.8 Factor de corrección de transformación
5.9 Factor de corrección final
5.10 Aplicación de los factores de corrección
5.11 El transformador de potencial capacitivo

Tema 6: Medición de resistencias

6.1 Introducción
6.2 Medición indirecta
6.2.1 Medición mediante voltímetro y amperímetro
6.2.2 Medición de resistencias de aislación con voltímetro
6.3 Medición directa, mediante óhmetros
6.3.1 Óhmetro serie
6.3.2 Óhmetro paralelo
6.4 Medición de resistencia de aislamiento
6.5 Puente Wheatstone
6.6 Medición de resistencia de tierra

Tema 7: Medición de potencia eléctrica en C.A.

7.1 Introducción
7.2 Medición de potencia activa
7.2.1 Medición con tres vatímetros
7.2.2 Medición con tres vatímetros
7.3 Medición de potencia reactiva
7.3.1 Medición en circuitos trifásicos
7.3.2 Secuencia de fases
7.4 Uso de Transformadores de medida

Tema 8: El medidor de inducción

8.1 Introducción
8.2 Partes componentes del medidor de inducción de un elemento
8.3 Teoría de operación
8.4 Sentido de actuación de los torques motores

8.5 Expresión matemática del torque
8.6 Contrastación del medidor
8.7 Condiciones para contrastar un medidor
8.8 Calibración del medidor
8.8.1 Calibración a carga nominal
8.8.2 Calibración a carga pequeña
8.8.3 Calibración a carga inductiva
8.9 Consideraciones finales sobre la calibración
8.10 Carga fantasma
8.11 Dispositivos de compensación automática
8.11.1 Compensación de sobrecarga o sobrecorriente
8.11.2 Compensación de variación de tensión
8.11.3 Compensación de variación de temperatura
8.11.4 Influencia de la frecuencia
8.12 Constantes del medidor
8.13 Medición de KW con un medidor de KWH
8.14 Teorema de Blondel
8.15 El medidor trifásico
8.16 Clase exactitud
8.17 Especificación del medidor

Tema 9: El medidor electrónico digital

9.1 Introducción
9.2 Medidores electrónicos digitales
9.3 Selección del convertidor analógico digital
9.3.1 Requerimientos del convertidor analógico/digital para medición de energía
9.3.2 Reducción de los requerimientos de resolución del ADC para medición de energías
9.3.3 Características de los ADC
9.4 Procesamiento de las salidas del transductor digitalizado
9.5 Medidor con procesador de señales digitales (DSP)
9.6 Medidor con DSP con funciones fijas
9.7 Confiabilidad de los semiconductores
9.8 Técnicas de medida
9.8.1 Muestreo
9.8.2 Medidas de voltaje y corrientes
9.8.3 Valores instantáneos de voltaje y corriente
9.8.4 Medida de WH
9.8.5 Medida de VARH
9.8.6 Medida de VAH
9.8.7 Cálculo de los factores de potencia
9.8.8 Cálculo de demanda
9.8.9 Demanda instantánea
9.9 Contrastación

Tema 10: Medición de energía eléctrica activa

10.1 Introducción
10.2 Medición en circuitos monofásicos
10.2.1 Circuitos monofásicos de dos hilos
10.2.2 Circuitos monofásicos de tres hilos

10.3 Medición en circuitos de dos fases y neutro
10.4 Circuitos trifásicos de baja tensión
10.4.1 Circuitos trifásicos de 4 hilos
10.4.2 Circuitos trifásicos de 3 hilos
10.5 Medición en circuitos trifásicos de media tensión
10.6 Circuitos de alta tensión
10.7 Medidores especiales
10.7.1 Medidor de uno y medios elementos
10.7.2 Medidor de dos y medio elementos

Tema 11: Medición de energía eléctrica reactiva

11.1 Introducción
11.2 Expresión matemática de la energía reactiva
11.3 Circuitos trifásicos de cuatro hilos
11.4 Circuitos trifásicos de tres hilos

Tema 12: Medición de demanda

12.1 Demanda
12.2 ¿Por qué se mide la demanda?
12.3 Tipos de medidores de demanda
12.4 Contrastación del medidor de KWH-Demanda mecánico
12.5 Medición de demanda en KVAR y KVA
12.6 Norma nacional para distribución de electricidad

Tema 13: Dimensionamiento de los conductores secundarios de los transformadores de medida

13.1 Introducción
13.2 Dimensionamiento de los conductores secundarios de los transformadores de corriente
13.2.1 Medición con tres elementos
13.2.2 Medición con dos elementos
13.3 Dimensionamiento de los conductores secundarios de los transformadores de potencial
13.3.1 Medición con tres elementos
13.3.2 Medición con dos elementos

Tema 14: Software y hardware de los instrumentos de medida digitales

14.1 Medidor electrónico digital SAGA
14.2 Medidor electrónico digital ABB

Tema 15: Sistema SCADA

15.1 Introducción
15.2 Operación del sistema SCADA
15.3 Evaluación, monitoreo y control del sistema SCADA

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] S. Wolf, R. F.M. Smith, Guía para Mediciones Eléctricas. Primera edición, México, Prentice-Hall Hispano americana S.A., 1992.M

[2] Marcelo A. Sobrevila, Ingeniería de la Energía Eléctrica, Libro III, Medidas. Primera edición, Buenos Aires, Marymar, 1986.
[3] Solon de Medeiros Filho. Medicao de Energia Eletrica. Tercera Edición, 1986.
[4] Edison Electric Institute, Handbook For Electricity Metering. Tenth Edition, Washington, 2002.

ELT 2821 – MÁQUINAS ELÉCTRICAS III

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**MÁQUINAS ELÉCTRICAS III**
SIGLA:	**ELT 2821**
DURACIÓN	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Con ésta asignatura, se pretende que los alumnos aprendan conocimientos teórico-prácticos sobre los conceptos, técnicas y metodologías aplicadas en las máquinas eléctricas especiales:

- Comprender el principio de funcionamiento de las máquinas eléctricas especiales.
- Conocer las aplicaciones del motor de reluctancia
- Conocer las aplicaciones del motor de reluctancia
- Conocer las aplicaciones del motor universal
- Conocer las aplicaciones de los motores sin escobillas
- Conocer las aplicaciones de los motores paso a paso
- Conocer las aplicaciones del motor lineal
- Conocer las aplicaciones del servomotor

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23

- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:
Tipos especiales de máquinas de corriente continua.- Motor de reluctancia.- Motor universal.- Máquinas de corriente continua sin escobillas.- Motores de paso a paso.- La máquina lineal.- Servomotor.- Laboratorio.

Contenido analítico:

Tema 1: Tipos especiales de máquinas de CC

1.1 Introducción
1.2 Maquinas especiales
1.3 Campos de aplicación

Tema 2: Motor de reluctancia

2.1 Principio de funcionamiento
2.2 Características constructivas
2.3 Relación par-velocidad
2.4 Aplicaciones

Tema 3: Motor universal

3.1 Fundamentos
3.2 Funcionamiento en CC y en CA
3.3 Características de los bobinados
3.4 Bobinado de compensación
3.5 Aplicaciones

Tema 4: Máquinas de CC sin escobillas

4.1 Principio de funcionamiento
4.2 Características constructivas
4.3 El motor con fem sinusoidal y fem trapezoidal
4.4 Aplicaciones

Tema 5: Motores paso a paso

5.1 Principio de funcionamiento
5.2 Características constructivas
5.3 Tipos
5.4 Secuencias y control
5.5 Aplicaciones

Tema 6: Máquina lineal

6.1 Generalidades
6.2 Tipos
6.3 Motor lineal asincrónico
6.4 Motor de campo arrollado o tubular
6.5 Aplicaciones

Tema 7: Servomotores
7.1 Principio de funcionamiento
7.2 Características constructivas
7.3 Control de ángulo/posición
7.4 Aplicaciones

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] T.J.E. Miller, Switched reluctance motors, Second Edition
[2] T. Jhon Eastham, Brushless permanent magnet and reluctance motors, second edition
[3] Adolf Senner, Principios de electrotecnia, Fourth Edition
[4] I.L Kosow, Maquinas eléctricas y transformadores, Fourth Edition
[5] M. Cortes Cherta, Máquinas de CC, Third Edition
[6] Satheesh Gopi, Global Positioning System, Second edition
[7] J. Manuel Espinosa Malea, Problemas resueltos de máquinas eléctricas rotativas, Segunda edición

ELT 3520 - INSTALACIONES ELÉCTRICAS I

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**INSTALACIONES ELÉCTRICAS I**
SIGLA:	**ELT 3520**
DURACIÓN:	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas: 6, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz plantear, resolver, calcular, proyectar y diseñar la realización de cálculos luminotécnicos en interiores y exteriores, iluminación de campos deportivos, cálculos de instalaciones eléctricas en edificios y viviendas, teniendo en cuenta las reglamentaciones y normas vigentes) Normas NB777 y Reglamento de Instalaciones en Baja Tensión SIB-ELFEC. Debe ser capaz también de diseñar la instalación eléctrica de una vivienda o un edificio y por ultimo debe ser capaz de aplicar la Domótica en una instalación de interiores.
.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de redes de distribución y de instalaciones domiciliarias, sistemas domóticos, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Introduccion a la ciencia de la luminotecnia.- Iluminacion interna.- Iluminacion externa.- Iluminación deportiva.- Normas y calculos de instalaciones.- Instalaciones electricas en edificios.- Costos.- Domotica basica.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1: Introducción a la ciencia de la luminotecnia

1.1 Generalidades y definiciones,
1.2 Naturaleza de la luz
1.3 características de la radiación luminosa
1.4 Magnitudes y unidades luminotécnicas
1.5 Relaciones y leyes de la luminotecnia
1.6 Control de luz
1.7 Representación gráfica de la distribución luminosa
1.8 Aspectos fisiológicos de la luminotecnia
1.9 Factores que intervienen en la percepción visual
1.10 Concepto de color.

Tema 2: Iluminación Interna

2.1 Proyecto luminotécnico
2.2 Sistemas de iluminación,
2.3 Métodos de cálculo de alumbrado
    2.3.1 Método del flujo total
    2.3.2 Método de los lúmenes
    2.3.3 Método de las cavidades zonales

2.3.4 Método del rendimiento de iluminación
2.3.5 Método punto por punto
2.4 Aparatos de alumbrado,
2.5 Clasificación de los aparatos de alumbrado,

Tema 3: Iluminación Externa

3.1 Magnitudes fotométricas
3.2 Fuentes luminosas
3.3 Aparatos de iluminación
3.4 Soportes o Báculos
3.5 Alumbrado público
3.5.1 Método de los lúmenes
3.5.2 Método punto por punto
3.5.3 Método de los 9 puntos
3.6 Iluminación de campos deportivos
3.6.1 Iluminación de canchas de Basquetbol
3.6.2 Iluminación de canchas de futsala
3.6.3 Iluminación de canchas de tenis
3.6.4 Iluminación de campos de futbol
3.7 Iluminación exterior de edificios

Tema 4: Iluminación deportiva

4.1 Iluminación de campos deportivos
4.2 Iluminación de canchas de Basquetbol
4.3 Iluminación de canchas de futsala
4.4 Iluminación de canchas de tenis
4.5 Iluminación de campos de futbol

Tema 5: Normas y cálculos de instalaciones

5.1 Normas Bolivianas,
5.2 Información requerida, planos arquitectónicos,
5.3 Presentación de planos,
5.4 Información mínima de los planos,
5.5 Tamaños de planos,
5.6 Cómputos lumínicos y eléctricos,
5.7 Memoria descriptiva,
5.8 Planillas de cómputos luminotécnicos,
5.9 Simbología.
5.10 Reglamentos de Instalaciones en Baja tensión (NB 777) y ELFEC - SIB

Tema 6: Instalaciones eléctricas en edificios

6.1 Determinación de demandas máximas,
6.2 Niveles de consumo,
6.3 Determinación de la demanda máxima de edificios y viviendas,
6.4 Instalaciones de enlace de baja y media tensión,
6.5 Tableros de las instalaciones interiores,
6.6 Calculo de conductores,
6.7 Circuitos derivados,
6.8 Accesorios para canalización eléctrica,
6.9 Sistemas de instalación,

6.10 Sistemas de puesta a tierra en edificios,
6.11 Dispositivos fusible,
6.12 Disyuntores,
6.13 Conductores de protección,
6.14 Protección contra las sobre corrientes,
6.15 Instalaciones con fines especiales,
6.16 Ámbitos de una instalación,

Tema 7: Costos

7.1 Introducción,
7.2 Análisis de costos en instalaciones eléctricas,
7.3 aspectos a considerar,
7.4 Costos y presupuesto,
7.5 Análisis de precios unitarios

Tema 8: Domótica básica

8.1 Introducción,
8.2 Conceptos básicos
8.3 Los dispositivos
8.4 Arquitectura domótica
8.5 Medios de transmisión/Bus,
8.6 Los protocolos de domótica,
8.7 Elección de sistema domótica,
8.8 Aspectos de la domotica,
8.9 Sistemas domóticos
8.10 Interfaces de usuario,
8.11 Sistemas domóticos en el mercado

Tema 9: Proyecto

9.1 Objetivo,
9.2 Introducción,
9.3 Desarrollo del proyecto,
9.4 Aspectos a considerar en el proyecto,
9.5 Fases de un proyecto de instalación eléctrica,
9.6 Resumen,
9.7 Cálculo luminotécnico,
9.8 Planillas de cómputo Luminotécnico,
9.9 Diseño eléctrico,
9.10 Planilla de cómputo de Carga,
9.11 Planilla de equilibrio de Cargas,
9.12 Diagrama Unifilar,
9.13 Dimensionamiento de Conductores.
9.14 Diseño de los Dispositivos de Protecciones,
9.15 Plano de Ductos,
9.16 Plano de Circuito de Iluminación,
9.17 Plano de Circuito de Toma Corriente, Fuerza, Teléfono, Tele cable.

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ENRIQUEZ HARPER, **Instalaciones Eléctricas de interiores y comerciales**, Editorial Marcombo, 1998.
[2] ENRIQUEZ HARPER, **El ABC de las instalaciones eléctricas**. Editorial Marcombo, 1999
[3] Norma Boliviana NB 777, 2005
[4] SIB – ELFEC, **Reglamento de Instalaciones eléctricas de interiores**, Cochabamba, 1997
[5] GERMÁN ROCHA M., FÉLIX MEZA R., RAMIRO MENDIZÁBAL V., **Reglamento de instalaciones Eléctricas Interiores en Baja tensión,** SIB-CBBA.
[6] Schneider, **Manual y catalogo del electricista**, Santiago de Chile, Schneider Electric Chile S.A., 1999
[7] ADEMARO A. M. COTRIN, **Manual de Instalaciones Eléctricas**, Pirelli, Sao Paulo, Mc GrawHill, 1985
[8] ALBERTO GUERRERO FERNÁNDEZ, **Instalaciones Eléctricas en las Edificaciones**, Madrid, Mc Graw-Hill, 1992
[9] Siemens, **Instalaciones Eléctricas volumen 1 y 2**, Editorial Nobel, Sao Paulo, 1996
[10] NB – 3 **Instalacoes Eléctricas de Baixa tensao** – ABNT, Editorial CQ Ltda, Rio de Janeiro 1990.
[11] Siemens, **Recursos didácticos – Professionais**, Sao Paulo, 1995
[12] Helio Creder, **Instalaciones Eléctricas**, 3º Edición, JC editora, 1997

ELT 3611 - CENTRALES ELÉCTRICAS

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**CENTRALES ELÉCTRICAS**
SIGLA:	**ELT 3611**
DURACIÓN:	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas= 4, Prácticas= 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

El estudiante será capaz de comprender y explicar el funcionamiento de una central eléctrica, resolver problemas sobre precipitación y golpe de ariete. Explicar la puesta en paralelo de dos centrales eléctricas y conocer el mantenimiento básico que se debe efectuar en una planta eléctrica.

Unidades de competencia:

- Capacidad de determinar las condiciones hidrológicas para la implementación de un proyecto hidroeléctrico.
- Conocer las diferentes plantas eléctricas del país y las partes que las componen
- Capacidad de elegir la turbina apropiada para una central hidroeléctrica
- Capacidad de explicar el principio de funcionamiento de los diferentes tipos de protección y el acoplamiento en paralelo de dos alternadores

- Capacidad de determinar la importancia de las instalaciones complementarias de una central.
- Capacidad de programar teóricamente el mantenimiento de una planta hidroeléctrica.
- Capacidad para explicar cómo funciona una planta generadora de electricidad ya sea hidroeléctrica o termoeléctrica

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Hidrología y aprovechamientos hidráulicos.- Selección de turbinas hidráulicas.- Partes de las centrales hidroeléctricas.- Energía térmica.- Selección de turbinas térmicas.- Partes de las centrales termoeléctricas.- Instalaciones eléctricas complementarias.- Mantenimiento de centrales eléctricas.

Contenido analítico:

Tema 1: Hidrología

1.1 Introducción
1.2 Ciclo Hidrológico
1.3 Precipitación
1.4 Formación de la precipitación
1.5 Precipitación inducida artificialmente
1.6 Medición de la precipitación
1.7 Pluviómetros
1.8 Medición de la Precipitación utilizando radar
1.9 Estimación de la precipitación utilizando satélites
1.10 Interpretación de los datos de precipitación
1.11 Estimación de datos faltantes de precipitación
1.12 Precipitación promedio sobre un área
1.12.1 Método de Thiessen
1.12.2 Método de las Isoyetas
1.13 Caudal
1.14 Nivel del agua

Tema 2: Plantas hidroeléctricas

2.1 Introducción
2.2 Generalidades
2.3 Plantas hidroeléctricas del país
2.4 Potencial Hidroeléctrico del país Proyectos Hidroeléctricos inventariados
2.5 Diagramas de Carga
2.6 Presa
2.7 Canal
2.8 Desarenador
2.9 Cámara de carga
2.10 Tubería
2.11 Golpe de ariete
2.12 Teoría de Allievi
2.12.1 Golpe de ariete con cierre brusco

2.12.2 Golpe de ariete con cierre lento
2.13 Tubo de Aspiración

Tema 3: Turbinas hidráulicas

3.1 Definición
3.2 Rueda Hidráulica
3.3 Turbinas Francis
3.3 Turbinas Kaplan
3.4 Turbinas Bulbo, Tubulares y de pozo para cargas mínimas y grandes caudales
3.5 Turbina de Flujo Cruzado
3.6 Turbina tipo Pelton
3.7 Turbina Turgo
3.8 Elección del tipo de turbina
3.9 Reguladores automáticos de turbinas
3.10 Regulador de turbinas Francis
3.11 Reguladores de las turbinas Pelton
3.12 Reguladores para turbina Kaplan
3.13 Reguladores eléctricos para turbinas
3.14 Cavitación

Tema 4: Generadores

4.1 Introducción
4.2 Tensión y Potencia del generador
4.3 Partes componentes de un Alternador
4.4 Factor de Potencia
4.5 Excitación de los generadores
4.6 Tipos de Excitación
4.7 Regulación de la tensión
4.7.1 Reguladores reostáticos con contactos rodantes
4.7.2 Regulación de la tensión por medio de transistores
4.7.3 Regulación de la tensión por transductores

Tema 5: Protecciones y acoplamiento de alternadores

5.1 Introducción
5.2 Protección contra sobretensiones
5.3 Protección de aislamientos
5.3.1 Protección diferencial
5.3.2 Protección por potencia inversa
5.3.3 Protección contra los defectos a tierra del Estator
5.3.4 Protección contra los cortocircuitos entre espiras
5.3.5 Protección contra defectos a tierra del rotor
5.4 Desexcitación rápida
5.5 Relés de última generación
5.6 Esquemas de conexiones de los aparatos de protección para generadores
5.7 Acoplamiento eléctrico de alternadores
5.8 Maniobra para el acoplamiento de alternadores

Tema 6: Instalaciones complementarias de una central

6.1 Instalaciones de medida y de control
6.2 Puente grúa y accesorios
6.3 Canalizaciones en el interior de las centrales
6.4 Alumbrado de auxilio
6.5 Baterías de acumuladores

Tema 7: Mantenimiento de plantas hidroeléctricas

7.1 Introducción
7.2 Sistema hidráulico
7.2.1 Indicadores del nivel de agua
7.2.2 Válvulas de cabecera
7.2.3 Tubería de Presión
7.3 Sistema mecánico
7.4 Sistema eléctrico
7.6 Sistema auxiliar o de servicios

Tema 8: Centrales termoeléctricas

8.1 Introducción
8.2 Centrales Termoeléctricas de Ciclo Combinado
8.3 Impacto Ambiental
8.4 Ventajas e inconvenientes
8.5 Generadores Diesel
8.5.1 Eficiencia del combustible
8.6 Fundamentos de funcionamiento del motor
8.7 Ventajas y Desventajas
8.8 Ciclo Diesel

Tema 9: Motores diesel

9.1 Partes componentes de un motor diesel
9.2 Sistema de Inyección de combustible
9.3 Volante
9.4 Balance térmico
9.4.1 Sobrealimentación y Turbocompresor
9.5 El Turbocompresor
9.6 Ciclos e Funcionamiento del Turbo
9.7 Constitución de un Turbocompresor
9.8 Regulación de la Presión turbo
9.9 Temperatura de funcionamiento
9.10 Intercooler
9.11 Engrase del turbo
9.12 Recomendaciones de mantenimiento y cuidado para los turbocompresores
9.13 Futuro del turbocompresor
9.14 Inyectores Verificación y control de motores diesel
9.15 Mediciones
9.16 Pruebas
9.16.1 Tarado de la presión
9.17 Grupo Electrógeno

9.18 Descripción general
9.19 Mantenimiento del motor
9.20 Motor diesel de dos tiempos

Tema 10: Centrales de vapor

10.1 Introducción
10.2 Generadores de Vapor
10.3 Partes principales de las calderas
10.4 Representación esquemática de una central térmica de vapor sin condensador
10.5 Representación esquemática de una central térmica de vapor
10.6 Ciclo termodinámico de las turbinas de vapor
10.7 Modificación al ciclo básico de las turbinas de vapor
10.7.1 Ciclo de recalentamiento
10.7.2 Ciclo regenerativo
10.8 Turbina de vapor
10.9 Clasificación
10.10 Principio de funcionamiento
10.11 Abastecimiento de vapor y condiciones de escape

Tema 11: Turbina de gas

11.1 Generalidades
11.2 Centrales termoeléctricas de ciclo convencional
11.3 Centrales termoeléctricas de ciclo combinado
11.4 Ciclo Termodinámico
11.5 Clasificación
11.6 Ventajas de una turbina de gas
11.7 Desventajas

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Chester L., D. (1977). **Tratado de electricidad de corriente alterna** (Cuarta Edición)
[2] Chow, Maidment, Mays (1994). **Hidrología Aplicada**. McGraw Hill.
[3] Comité Nacional de Despacho de Carga (2009). Página Web www.cndc.com
[4] De Souza, S.; Fuchs, R.D.; Henriques, A; Moreira, S. (1983). **Centrais Hidro y Termeletricas**. Sao Paulo – Brasil: Editora Edgard Blücher Ltda.
[5] Del Fresno, R. (1974). **Máquinas motrices**. Editorial Librería Mitre.
[6] (1977). **Enciclopedia de la ciencia y de la técnica** (Cuarta Edición). Ediciones Danae S. A.
[7] Ramírez, J.; Beltrán, L. (1995). **Enciclopedia CEAC de Electricidad Centrales Hidroeléctricas**. Edit. CEAC.
[8] Gualtieri, P. (2005). **Motores diesel, Nuevas Tecnologías**. Editorial Hasa.
[9] Gómez Navarro, J. L.; Aracil J. J. (1944). **Saltos de agua y presas de embalse**.
[10] Linsley, Kohler, Paulus (1977). **Hidrología para Ingenieros**. Editorial McGraw Hill
[11]Luca, C. (1974). **Plantas Eléctricas. Teoría y Proyecto** (Séptima Edición).
[12] Mataix, C. (1972). **Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas**. Harper & Row Publishers Inc.
[13] Nozaki Tsuguo (1981). **Guía para la elaboración de proyectos de pequeñas y medianas centrales hidroeléctricas destinadas a electrificación rural**. Jica.
[14] Nozaki Tsuguo (1981). **Datos para la elaboración de proyectos de pequeñas y medianas centrales hidroeléctricas**. Jica.
[15] Polo Encinas, M. (1975). **Turbomáquinas Hidráulicas**. México: Editorial Limusa.

[16] Quantz, L. (1962). **Motores Hidráulicos**. Editorial Gustavo Gili, S.A.
[17] Sabugal, S.; Gómez, F. (2006). **Centrales térmicas de ciclo combinado, teoría y proyecto.** Editorial Endesa.
[18] Saavedra, R. (1991). **Manual de mantenimiento de plantas**.
[19] Streeter, V. (1975). **Mecánica de fluidos**. MacGraw Hill.
[20] Superintendencia de Electricidad, **Anuario Estadístico, Memoria Anual 2007**
[21] Superintendencia de Electricidad, **Regulación del Sector Eléctrico, 10 Años 1996-2006**
[22] Viejo Zubicaray. **Energía Hidroeléctrica**. México: Editorial Limusa.
[23] Zoppetti Júdez, G. (1989). **Centrales Hidroeléctricas. Su Estudio, montaje, regulación y ensayo** (Tercera Edición). Editorial Gustavo Gili, S.A.

ELT 3620 - INSTALACIONES ELÉCTRICAS II

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**INSTALACIONES ELÉCTRICAS II**
SIGLA:	**ELT 3620**
DURACIÓN	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas: 6, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de analizar, plantear, resolver, calcular y diseñar Sistema Eléctricos en baja tensión Industriales. Debe ser capaz de calcular y diseñar planos eléctricos, análisis de parámetros eléctricos, materiales y equipos en instalaciones eléctricas industriales. Debe ser capaz también de elaborar proyectos de implementación y montaje de Sistemas Eléctricos en baja tensión Industriales.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23

- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas eléctricos en baja tensión Industriales que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Instalaciones eléctricas industriales.- Normas y diseño de planos.- Dimensionamiento de conductores eléctricos.- Iluminación industrial.- Análisis de cortocircuito (método óhmico).-Materiales y equipos.-Instalaciones de fuerza motriz.- Protecciones de sistemas industriales.-Selectividad de las protecciones.- Aterramiento.- Diseño de la subestación industrial-Transformadores de mando.- Banco de capacitores.- Costos.- Proyecto.- Laboratorio.

Contenido analítico:

Tema 1: Instalaciones Eléctricas Industriales

1.1. Introducción y generalidades.
1.2. Normas, Planos y Esquemas Eléctricos.
1.3. Análisis de Parámetros Eléctricos.
1.4. Conductores Eléctricos
1.5. Materiales y Equipos en Instalaciones Eléctricas Industriales.
1.6. Fuerza Motriz.
1.7. Protecciones Eléctricas.
1.8. Sistema de Tierra.
1.9. Subestación Eléctrica.
1.10. Banco de Capacitores.
1.11. Análisis de Costos.

Tema 2: Normas y diseño de Planos

2.1. Introducción.
2.2. Normas.
    2.2.1. Tipos de normas eléctricas.
2.3. Planos.
    2.3.1. Tipos de planos.
2.4. Esquemas eléctricos.
2.5. Esquemas eléctricos industriales.
    2.5.1. Sistema de mando.
    2.5.2. Sistema de fuerza.
2.6. Aplicaciones de esquemas eléctricos.
2.7. Aplicación de software.
2.8. Diseño de esquemas eléctricos.
2.9. Esquemas eléctricos.

Tema 3: Dimensionamiento de conductores eléctricos

3.1. Consideraciones Generales.
3.2. Definición de las alternativas.
3.3. Consideraciones para el dimensionamiento.
3.4. Conductores eléctricos.
3.5. Dimensionamiento de conductores.
3.6. Porcentaje de Caída de Tensión.

Tema 4: Iluminación Industrial

4.1. Consideraciones Generales.
4.2. Iluminación en las industrias.
4.3. Iluminación Industrial para interiores.
4.4. Tipos de Iluminación Industrial.
4.5. Diseño Sistema de Iluminación Nave Industrial.
4.6. Iluminación Industrial Eficiente.

Tema 5: Análisis de la corriente de cortocircuito

5.1. Introducción.
    5.1.1. Origen de los cortocircuitos
5.2. Tipos de cortocircuitos.
    5.2.1. Cortocircuitos trifásicos.
    5.2.2. Cortocircuitos entre dos fases.
    5.2.3. Cortocircuito monofásico (fase – neutro)
    5.2.4. Cortocircuito monofásico (fase – tierra)
5.3. Impedancias equivalentes de los elementos eléctricos.
    5.3.1 Impedancias de la red.
    5.3.2 Ecuaciones de la impedancia de la red.
    5.3.4 Impedancias transformador de potencia.
    5.3.5. Ecuaciones impedancia transformador de potencia.
    5.3.6. Impedancia cable eléctrico.
    5.3.7. Ecuaciones impedancia cable eléctrico.
5.4. Relación entre el diagrama unifilar y diagrama de impedancias.
5.5. Explicación caso real.
5.6. Elaboración de ejercicios.

Tema 6: Materiales y Equipos

6.1. Introducción.
6.2. Conduit.
6.3. Bandeja.
6.4. Tableros Eléctricos.
6.5. Contactor.
6.7. Arrancador Suave.
6.8. Motores Eléctricos.
6.9. Protecciones de Primer, Segundo y Tercer Nivel.
6.8. Ejercicio de dimensionamiento.

Tema 7: Instalación de Fuerza motriz
7.1. Introducción.
7.2. Instalación de Equipos de Rotación.

7.3. Aplicación caso real.

Tema 8: Protecciones sistemas industriales

8.1. Introducción.
8.2 Sobrecarga.
8.3 Corriente de sobrecarga.
8.4 Cortocircuito.
8.5 Corrientes de cortocircuito.
8.6 Efectos del cortocircuito.
8.7 Representación gráfica de protecciones.
8.8 Grafica de partes protecciones.
8.9. Tipos de protecciones.
    8.9.1. Fusibles.
    8.9.2. Interruptores magnéticos.
    8.9.3. Interruptores termomagnéticos.
8.3. Dimensionamiento de protecciones.

Tema 9: Selectividad de las Protecciones

9.1. Introducción.
9.2. Disposición de selectividad.
    6.2.1. Selectividad disyuntor – disyuntor.
    6.2.2. Selectividad disyuntor – fusible.
    6.2.3. Selectividad fusible – disyuntor.
9.3. Técnicas para la selectividad.
9.4. Curvas de selectividad.
9.5. Elaboración de ejercicios.

Tema 10: Aterramiento

10.1. Generalidades.
10.2. Definición de puesta tierra.
10.3. Sistema de puesta a tierra.
    10.3.1. Sistema TN.
    10.3.2. Sistema TT.
    10.3.3. Sistema IT.
10.4. Calculo de la Resistencia de puesta a tierra.
10.3. Partes que comprende la puesta tierra.
10.4. Tomas de tierra Independiente.
10.5. Electrodos, naturaleza, constitución, dimensiones y condiciones de instalación
10.6. Resistencia de tierra.
10.7. Medición con el óhmetro

Tema 11: Subestación industrial

11.1. Introducción.
11.2. Nave industrial con un solo centro de carga (caso nº 1).
11.3. Nave industrial con dos o más centros de carga (caso nº 2).
11.4. Centros de carga ejemplos.
11.5. Demanda máxima.

11.5.1. Demanda máxima de cada motor.
11.5.2. Demanda máxima total.
11.6. Dimensionamiento de Transformador de Potencia.
11.7. Dimensionamiento de Celda de Media Tensión.
11.9. Dimensionamiento de Trasformadores de Medida.
11.10. Dimensionamiento de Medidor Industrial.

Tema 12: Transformador de Mando

12.1. Introducción.
12.2. Calculo de potencias eléctricas equipos sistemas de mando.
12.3. Dimensionamiento de Transformados de Mando.
12.4. Ejercicio de dimensionamiento.

Tema 13: Banco de Capacitores

13.1. Generalidades.
13.2. Consumo y producción de potencia reactiva.
13.3. Compensación del Factor de Potencia.
13.4. Ventajas de la Compensación.
13.5. Medición de la Potencia reactiva y factor de Potencia.
13.6. Cálculo y diseño de Banco de Capacitores.
13.7. Instalación del Banco de Capacitores.
13.8. Banco de Capacitores con regulación automática.
13.9. Elaboración de ejercicios.

Tema14: Costos

14.1. Introducción.
14.2. Análisis de costos en instalaciones eléctricas industriales.
14.4. Presupuesto en Instalaciones Eléctricas Industriales.
14.5. Costos en Instalaciones Eléctricas Industriales.
14.6. Análisis de precios unitarios.
14.7. Planillas de Costos.

Tema 15: Proyecto

15.1. Parámetros de cálculo.
15.2. Cálculo de los centros de carga.
15.3. Representación del diagrama unifilar.
15.4. Cálculo demanda máxima.
15.5. Dimensionamiento de conductores.
15.6. Verificación del porcentaje de caída de tensión.
15.7. Cálculo de las corrientes de cortocircuito.
15.8. Dimensionamiento de protecciones.
15.8.1. Dimensionamiento de protecciones principales.
15.8.2. Dimensionamiento de protecciones de los motores.
15.9. Selectividad de las protecciones.
15.10. Dimensionamiento de materiales y equipos.
15.11. Esquema de funcionamiento manual.

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] G. Enriquez Harper, **ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales**. México 2005.
[2] **Norma Boliviana NB 777**,2005.
[3] ABB, **Catalogo de Protecciones**. 2009
[4] Eaton, **Catalogo de Protecciones**. 2012
[5] Eaton, **Catalogo de Contactores**. 2012.
[6] J. Mamede,**Instalacoes Elétricas Industriais.** Segunda Edición, Rio de Janeiro Sao Pablo.
[7] L.Heinhold, **Cables y conductores para transporte de energía – Siemens**. Segunda Edición, Editorial Dossat S.A., Madrid- España.
[8] G. Seip, **Instalaciones Eléctricas – Siemens**, Tomo 1. Segunda edición – 1989.
[9] N. Moreno y R. Cano, **Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión**. Primera Edición, España 2009

ELT 3631 - LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELÉCTRICA**
ASIGNATURA: **LÍNEAS DE TRANSMISIÓN**
SIGLA: **ELT 3631**
DURACIÓN **Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES: **Teóricas= 4; Laboratorio=2; TOTAL= 6**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos

Son objetivos de la materia que el estudiante:

- Conozca metodologías de cálculo de la demanda de un sistema eléctrico
- Pueda plantear soluciones a los problemas de diseño de una línea de transmisión
- Conozca los componentes y las características constructivas de una línea de transmisión
- Que el estudiante pueda determinar los parámetros de una línea de transmisión y pueda modelar y analizar el comportamiento eléctrico
- Pueda realizar los cálculos mecánicos de una línea de transmisión
- Pueda estimar los costos de inversión de una línea de transmisión
- Tenga idea sobre las normas, procedimientos y reglamentos establecidos por la Autoridad de Electricidad en la construcción y operación de un Sistema transmisión eléctrica.

Unidades de competencia:

- ✔ CG1: Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma.

- ✔ CG4: Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional.
- ✔ CG7: Posee hábitos de formación a lo largo de la vida.
- ✔ CG8: Dirige y organiza equipos de trabajo con calidad, competitividad, responsabilidad, justicia y ética
- ✔ CG9: Toma decisiones y emprende iniciativas CG11: Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión
- ✔ CG12: Documenta la información de forma estructurada, ordenada y coherente.
- ✔ G16: Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límite.
- ✔ CE21: Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes. CE22: Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable
- ✔ CE25: Realiza un conjunto de acciones que permiten determinar el comportamiento de un sistema o proyecto de ingeniería para la toma de decisiones mediante juicios de valor, dimensionando las consecuencias de tipo social, ambiental y económico, y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, y coherentes.
- ✔ CE26: Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada.

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo

Características de la carga.- Criterios técnicos y económicos.- Descripción y características de materiales empleados en las líneas de transmisión.- Disposición de conductores y tipos de estructuras.- Parámetros eléctricos de líneas de transmisión.- Cálculo eléctrico.- Cálculo mecánico.- Aspectos constructivos y de costos.- Proyecto.- Simulación.- Taller.

Contenido analítico

Tema 1: Características generales de los sistemas de energía eléctrica

1.1 Descripción de un sistema de energía eléctrica
1.2 Características de las líneas de transmisión y redes de distribución
1.3 Las líneas de transmisión en Bolivia
1.4 El Sistema Interconectado Nacional
1.5 Datos estadísticos
1.6 Transmisión con corriente alterna
1.7 Transmisión con corriente continua.

Tema 2: Características de la carga

2.1 Características de la carga de un sistema
2.2 Curva de carga
2.3 Diagrama ordenado de cargas
2.4 Curva de pérdidas de transmisión

Tema 3: Criterios técnico y económicos de líneas de transmisión

3.1 Función técnico económica de líneas
3.2 Factores que determinan la economía de una línea
3.3 Sección de los conductores
3.4 Voltaje de una línea
3.5 Apoyo o soportes
3.6 Trazo y vano
3.7 Pérdidas de transmisión

Tema 4: Descripción y características de los materiales empleados en líneas de transmisión

4.1 Conductores
4.2 Tipos de conductores
4.3 Aisladores
4.4 Tipos de aisladores
4.5 Ferretería
4.6 Apoyos

Tema 5: Disposición de conductores y tipos de estructuras

5.1 Selección del tipo de conductor
5.2 Conductores simples y múltiples
5.3 Disposición de los conductores
5.4 Cadenas de aisladores
5.5 Clasificación de estructuras
5.6 Hilos de guardia
5.7 Distancias de seguridad

Tema 6: Parámetros eléctricos de la línea de transmisión

6.1 Resistencia Eléctrica en corriente alterna
6.2 Efecto superficial
6.3 Reactancia inductiva
6.4 Inductancia de una línea monofásica
6.5 Inductancia de una línea trifásica
6.6 Reactancia capacitiva
6.7 Capacitancia de un sistema monofásico
6.8 Capacitancia de un sistema trifásico
6.9 Efecto tierra sobre la capacitancia.

Tema 7: Cálculo eléctrico de las líneas de transmisión

7.1 Efecto corona
7.2 Tensión crítica disruptiva
7.3 Tensión crítica visual
7.4 Pérdidas por efecto corona

7.5 Circuito equivalente monofásico
7.6 Clasificación de las líneas de transmisión
7.7 Líneas de transmisión cortas
7.8 Líneas de transmisión medias
7.9 Líneas de transmisión largas
7.10 Caída de voltaje y regulación

Tema 8: Cálculo mecánico de las líneas de transmisión

8.1 Ecuación cartesiana de la catenaria
8.2 Fórmulas de la catenaria
8.3 Fórmulas para la parábola
8.4 Sobrecargas
8.5 Ecuación del cambio de condiciones
8.6 Hipótesis de cálculo
8.7 Tensión de cada día
8.8 Tablas y curvas de flechado
8.9 Vano ideal de regulación
8.10 Tabla de regulación del cable

Tema 9: Aspectos constructivos y de costos

9.1 Trazo
9.2 Tablas de estacado
9.3 Perfil longitudinal
9.4 Planos de estructuras
9.5 Procedimientos de flechado
9.6 Herramientas y equipos empleados durante la construcción
9.7 Actividades durante la construcción
9.8 Parámetros para la elaboración de un presupuesto
9.9 Costos unitarios
9.10 Presupuesto general
9.11 Aplicación de un software

Tema 10: Proyecto

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] **G. Zoppetti**, Redes eléctricas.
[2] **J. Viqueira Landa**, Redes eléctricas (T1)
[3] **J. Viqueira Landa,** Redes eléctricas (T2).
[4] **J.M. Checa**. Líneas de transporte de energía
[5] **G. Enriquez Harper**, Líneas de transmisión y redes de distribución de potencia eléctrica (T1)
[6] **G. Enriquez Harper**, Líneas de transmisión y redes de distribución de potencia eléctrica (T2)
[7] **G.A.Nava Bustillo**,Texto de materia
[8] Páginas de Internet

ELT 3712 - ELECTRÓNICA DE POTENCIA II

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA: **ELECTRÓNICA DE POTENCIA II**
SIGLA: **ELT 3712**
DURACIÓN: **Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS-SEMANALES: **Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIO: **2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de analizar, diseñar sistemas electrónicos de potencia y la aplicabilidad en circuitos de alimentación, control y telecomunicaciones.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de su campo de acuerdo a los parámetros de la profesión -CGB1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional.CGB2
- Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada encaminados a identificar procesos, productos o campos en los que hay la posibilidad de mejorar o innovar.-CGB5
- Aplica los métodos básicos de investigación de su profesión con habilidad-CGB6
- El ingeniero identifica, distingue y separa las partes de un dispositivo, equipo, sistema o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias .-CEB13
- El ingeniero plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales. –CEB14
- El ingeniero selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CEB16
- El ingeniero aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con los principios físicos y matemáticos.-CEB17
- El ingeniero resuelve el problema y verifica los resultados obtenidos con un método analítico o con el apoyo de una herramienta tecnológica. –CEB18
- El ingeniero electrónico identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes –CEB20
- El ingeniero electrónico instala y pone en funcionamiento sistemas electrónicos documentándolos mediante guías para la instalación del sistema, plan de capacitación para el uso del sistema, plan de mantenimiento y/o actualización del sistema, presentados en forma estructurada, ordenada y coherente.-CEB21

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Análisis de circuitos con interruptores estáticos ideales.- Convertidores CC/CC Buck.-Convertidores CC/CC-Boost.- Convertidores a acumulación.- Convertidores CC/CC aislados.- Interruptores estáticos.- Semiconductores de potencia.- Circuitos inversores básicos.- Regulación de la tensión en los inversores.- Introducción a la regulación de velocidad de máquinas de corriente alterna y continua.- Circuitos integrados aplicados a convertidores.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1. Análisis de circuitos con interruptores estáticos ideales.

1.1 Introducción
1.2 Circuitos de Primer Orden
1.3 Circuito RL con diodo de circulación
1.4 Circuito con diodo de circulación con recuperación
1.5 Carga de un capacitor a corriente constante
1.6 Circuitos de segundo orden

Tema 2. Convertidores CC/CC Buck.
2.1 Introducción
2.2 Conversor BUCK
2.3 Principio de funcionamiento
2.4 Conducción continua, discontinua y crítica
2.5 Ondulación de la corriente de carga
2.6 Modulación por valores extremos de corriente

Tema 3. Análisis. Convertidores CC/CC Boost,

3.1 Introducción
3.2 Estructura del Convertidor Boost
3.3 Ondulación de corriente
3.4 Ondulación relativa
3.5 Conducción Discontinua
3.6 Conducción Continua con Capacitor

Tema 4. Convertidores a acumulación.

4.1 Introducción
4.2 Conversor CC-CC a acumulación inductiva
4.3 Principio de funcionamiento
4.4 Características de carga
4.5 Conversor CC-CC a acumulación capacitiva
4.6 Características de carga.

Tema 5. Convertidores CC/CC aislados.

5.1 Introducción
5.2 Conversor flyback
5.3 Conversor sepic

5.4 Conversor Zeta
5.5 Aplicaciones

Tema 6. Interruptores estáticos.

6.1 Introducción
6.2 Clasificación
6.3 Interruptores CA monofásicos
6.4 Control por ciclos enteros
6.5 Interruptores con SCRs
6.6 Interruptores de CA trifásicos

Tema 7. Circuitos inversores

7.1 Introducción
7.2 Inversores Monofásicos de tensión
7.3 Inversor Push- Pull
7.4 Inversor trifásico de tensión
7.5 Inversores de corriente

Tema 8. Regulación de la tensión en los inversores.

8.1 Introducción
8.2 Control de la Tensión por Modulación o Desfase
8.2.1 Modulación por desfase
8.2.2 Modulación de un solo ancho de pulso
8.2.3 Modulación de múltiples pulsos
8.2.4 Modulación senoidal
8.2.5 Modulación senoidal modificada
8.3 Modulación PWM Bipolar
8.4 Modulación PWM Unipolar

Tema 9. Tópicos de regulación de velocidad de máquinas eléctricas.

9.1 Motores de CA
9.2 Regulación de la velocidad de motores asíncronos
9.3 Control de la tensión y la frecuencia del estator
9.4 Funcionamiento a V/f=cte
9.5 Cupla máxima para V/f=cte
9.6 Corriente de partida
9.7 Control de motores de C.C.
9.8 Topologías

Tema 10 Circuitos integrados aplicados a convertidores.

10.1 Introducción
10.2 TCA 780
10.3 UC 3524
10.4 UC 3525
10.5 IRF 2110
11.6 IRF 2111

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Rashid, Electrónica de potencia circuitos dispositivos y aplicaciones Prentice Hall, México, 2010.
[2] J.L. Antúnez de Almeida, Electrónica de Potencia. Érica, Brasil 1990.
[3] M. Torres Portero, Circuitos Integrados Lineales. Paraninfo, España, 1993.
[4] Ned Moham, Power Electronics. Addison Wesley, New York, 1995.
[5] Erikson, Fundamentals of Power Electronics, Boston, 2001.
[6] Williams, Power Electronics, Mewews, Oxford 2003.
[7] Dewan, Power Electronics. Wiley, New York, 2002.
[8] S. Choquechambi, Electrónica de Potencia II. Texto Guía, 2011

ELT 3741 - ENERGÍAS ALTERNATIVAS

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**ENERGÍAS ALTERNATIVAS**
SIGLA:	**ELT 3741**
DURACIÓN	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2012**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Con ésta asignatura, se pretende que los alumnos aprendan conocimientos teórico-prácticos sobre los conceptos, técnicas y metodologías aplicadas a las energías alternativas:

- Comprender la diferencia entre las energías alternativas y las fuentes no renovables.
- Comprender las técnicas de uso de las energías alternativas.
- Cómo se realiza el cálculo de la radiación solar.
- Cómo se realiza el cálculo de la energía eólica.
- Como se evalúa el potencial de la biomasa, biogás y del biodiesel.
- Comprender la conversión directa de energía.
- Como se evalúa la potencia de un sistema geotérmico.
- Comprender el uso de reactores nucleares.
- Comprender la energía en base al hidrógeno.

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de analizar, diseñar los diferentes tipos de energías alternativas y aplicaciones de los mismos.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1.
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional – CG2.

- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19.
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CE21.
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22.
- Realiza un conjunto de acciones que permiten determinar el comportamiento de un sistema o proyecto de ingeniería para la toma de decisiones mediante juicios de valor, dimensionando las consecuencias de tipo social, ambiental y económico, y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, y coherentes – CE25.
- Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada – CE26.
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Energía y conversión.- Energía eólica.- Energía solar.- Módulos fotovoltaicos.- Biomasa, biogas.-Biodigestores.- Energía geotérmica.- Energía nuclear.- Energía con base en el hidrógeno.- Biodiesel.- Conversión directa de energía.

Contenido analítico:

Tema 1: Energía y conversión
1.1 Introducción
1.2 La energía
1.3 Tipos de energía
1.4 Transformación de la energía
1.5 Fuentes de energía

Tema 2: Generación eólica

2.1 Introducción
2.2 Origen del viento
2.3 Tipos de máquinas de viento
2.4 Gradiente vertical
2.5 Potencia teórica del viento
2.6 Potencia real del viento
2.7 Fuerza sobre el rotor eólico
2.8 Configuración de una estación eólica para generar E.E.
2.9 Dispositivos de almacenamiento

Tema 3: Energía solar

3.1 Introducción
3.2 Producción de energía solar
3.3 Física del sol
3.4 Ley de radiación
3.5 Trayectoria sol – tierra
3.6 Radiación solar
3.7 Cálculo de la radiación solar
3.8 Solarimetría
3.9 Colectores cilíndricos parabólicos
3.10 Plantas helioeléctricas de estanque solar
3.11 Plantas helioeléctricas de receptor central

Tema 4: Generadores fotovoltaicos

4.1 Introducción
4.2 Características de las células solares
4.3 Curvas características de una célula fotovoltaica
4.4 Circuito equivalente de una célula fotovoltaica
4.5 Ubicación y conexión de los módulos fotovoltaicos
4.6 Sistema fotovoltaico para generación de energía eléctrica
4.7 Diseño
4.8 Costos

Tema 5: Biomasa, biogás y biodigestores

5.1 Introducción
5.2 Fuentes de biomasa
5.3 Sistemas de conversión
5.4 Características del biogas
5.5 Composición del biogas
5.6 Combustión del biogas
5.7 Usos del biogas
5.8 Tipos de biodigestores

Tema 6: Generación geotérmica

6.1 Introducción
6.2 Característica de los campos geotérmicos
6.3 Elementos del campo geotérmico
6.4 Prospección de campos geotérmicos
6.5 Ciclos termodinámicos
6.6 Generación de energía eléctrica

Tema 7: Energía nuclear

7.1 Introducción
7.2 isótopos, isótonos e isóbaros
7.3 Unidad de masa atómica
7.4 Propiedades del núcleo
7.5 Transiciones radioactivas nucleares

7.6 Reactores nucleares

Tema 8: Energía en base al hidrógeno

8.1 Introducción
8.2 El hidrógeno
8.3 Celdas de combustible
8.4 Funcionamiento de las celdas de combustible
8.5 Aplicaciones

Tema 9: Biodiesel

9.1 Introducción
9.2 Orígenes del biodiesel
9.3 Proceso de producción del biodiesel
9.4 Materias primas
9.5 Usos del biodiesel

Tema 10: Conversión directa de energía

10.1 Introducción
10.2 Conversión directa
10.3 Creación de portadores de carga
10.4 Formación del campo eléctrico

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] R. Orellana, Sistemas Fotovoltaicos Para Electrificación Rural. PROPER-Bolivial, Cochabamba, 1996.
[2] J. Gil Quiroga, Sistemas Termosolares Para Aplicaciones Rurales. Proper Bolivia, Cochabamba, 1996.
[3] Antonio Creos Sole, Energías Renovables. Ediciones CEYSA, segunda edición, 2009.
[4] Superintendencia de Electricidad, Marco Legal del Sector Eléctrico Boliviano. Tercera Edición Abril de 2007.
[5] Ismael Montes de Oca, Recursos Naturales de Bolivia. Editorial Educacional. 1989.
[6] Texto de la Materia de Energías Alternativas. Victor Hugo Flores Arancibia.

www.energiabolivia.com/index.php?option=com_content...geotermia...
https://www.factorenergia.com/es/blog/.../energias-alternativas-biomasa-biogas/
https://www.lamjol.info/index.php/FAREM/article/download/2610/2360
www.administracion.usmp.edu.pe/institutoconsumo/wp.../Biocombustibles-IICA.pdf
ecolo.org/documents/documents_in_spanish/Panora-mundial-spa-07.pdf

ELT 3751 - SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA: **SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN**
SIGLA: **ELT 3751**
DURACIÓN: **Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES: **Teóricas: 6, Total: 6**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de describir, analizar, diseñar y determinar el presupuesto de un sistema eléctrico de distribución. Debe ser capaz de calcular las caídas de tensión, la sección de los conductores y ruteo del distribuidor y alimentador. Debe ser capaz también de hacer diseños de esquemas de protección, realizar la compensación reactiva y análisis de confiabilidad del sistema eléctrico de distribución.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada – CE26

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Redes eléctricas.- Cálculo eléctrico de sistemas eléctricos de distribución.- Puestos de transformación.- Regulación de tensión.- Bancos de capacitores.- Protección de redes eléctricas.- Confiabilidad de los sistemas eléctricos de distribución.- Redes subterráneas.- Planificación de sistemas de distribución.- Proyecto.- Análisis de redes por simulación.- Cálculo de precios unitarios.

Contenido analítico:

Tema 1: Redes eléctricas

1.1 Introducción
1.2 Sistema Eléctrico
1.2.1 Sistema Eléctrico de Corriente Alterna
1.2.2 Sistema Eléctrico de Corriente Continúa
1.3 Cualidades del Servicio Eléctrico
1.4 Índices Técnicos
1.5 Clasificación de los Sistemas de Distribución
1.6 Tipos de Redes de Distribución
1.7 Red Primaria de Distribución
1.8 Red Secundaria de Distribución
1.9 Puestos de Transformación
1.10 Carga Conectada
1.11 Presupuestos
1.11.1 Costos Unitarios

Tema 2: Cálculo eléctrico de sistemas eléctricos de distribución

2.1 Introducción
2.2 Coeficiente Unitario de Caída de Tensión, G
2.3 Cálculo de un Alimentador
2.4 Cálculo de un Distribuidor
2.4.1 Distribuidor con Ramificaciones
2.4.2 Distribuidor con Cargas Uniformemente Repartidas
2.4.3 Distribuidor con Carga Idealmente Uniforme
2.4.4 Distribuidor con Carga Distribuida Rectangular
2.4.5 Distribuidor con Carga Triangular
2.4.6 Interconexión de Sistemas Radiales con Distribución de Carga Rectangular
2.4.7 Interconexión de Sistemas Radiales con Distribución de Carga Triangular
2.4.8 Esquemas de Alimentadores
2.5 Distribuidores Alimentados desde Dos Extremos
2.6 Tres Distribuidores Convergentes en un Nodo
2.7 Reducción de la Configuración de la Red
2.8 Flujos de Potencia
2.8.1 Flujo de Carga en Líneas de Transmisión
2.8.2 Métodos de Flujo de Potencia Radial
2.8.3 Representación de la Carga
2.9 Efecto Térmico

Tema 3: Puestos de transformación

3.1 Introducción
3.2 Clasificación de los Puestos de Transformación
3.3 Operación del Transformador de Distribución
3.4 Tipos de Enfriamiento
3.5 Tipos de Conexión
3.6 Pruebas y Ensayo de un Transformador
3.7 Dimensionamiento y Elección de Transformadores
3.8 Sobrecarga de los Transformadores

Tema 4: Regulación de tensión

4.1 Introducción
4.2 Definiciones
4.3 Técnicas de Control de Tensión
4.4 Regulador de tensión

Tema 5: Bancos de capacitores

5.1 Introducción
5.2 Efectos de un Bajo Factor de Potencia
5.3 Corrección del Factor de Potencia
5.4 Compensación de Alimentadores y Distribuidores

Tema 6: Protección de redes eléctricas

6.1 Introducción
6.2 Simbología
6.3 Corrientes de Cortocircuito
6.4 Interruptor de Potencia
6.5 Relés
6.5.1 Relés de inducción
6.6 Reconectador
6.7 Seccionalizador
6.8 Fusible
6.9 Coordinación de la Protección de Sobrecorriente

Tema 7: Confiabilidad de sistemas eléctricos de distribución

7.1 Introducción
7.2 Conceptos Básicos
7.3 Concepto de Confiabilidad
7.4 Índices de Confiabilidad
7.5 Sistema Serie
7.6 Sistema Paralelo
7.7 Combinación Paralelo-Serie

Tema 8: Redes subterráneas

8.1 Introducción
8.2 Componentes de una red eléctrica subterránea
8.3 Cable de energía
8.3.1 Capacidad de conducción de corriente (Ampacidad)
8.3.2 Enterramiento de cables
8.3.3 Radio mínimo de curvatura
8.4 Equipos montados en poste
8.5 Terminales de cables y puntas
8.6 Puesta a tierra y Protección contra sobretensiones

Tema 9: Planificación de sistemas de distribución

9.1 Introducción

9.2 Objetivos de la Planificación del Sistema de Distribución
9.3 Factores que Afectan la Planificación
9.4 Predicción de la Demanda
9.5 Costos

Tema 10: Proyectos de electrificación rural

10.1 Introducción
10.2 Características de la electrificación rural
10.3 Estructura de los proyectos
10.4 Especificaciones de los proyectos

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] T. Gönen, **Electric Power Distribution System Engineering**. McGraw-Hill, New York, 1986.
[2] http://endrino.cnice.mecd.es/~jhem0027/lineas/sistemaelectrico.htm
[3] Decreto Supremo 26607, **Reglamento de Calidad de Suministro de Electricidad**. Gaceta Oficial, Año XLII, No. 2396, mayo, 2002.
[4] A. Pansini, **Electrical Distribution Engineering**. MCGraw-Hill, New York, 1988.
[5] E. Lakervi, E.J. Holmes, **Electricity Distribution Network Design**, IEE Power Engineering Series 9. Short Run Press Ltd., England, 1989.
[6] Marcelic, **Redes Eléctricas**.
[7] J.C. Arancibia, **Curso Sobre: Corrección del Factor de Potencia**. CEIE, FNI_UTO, Oruro.
[8] J.A. Yebra, **Compensación de Potencia Reactiva en Sistemas Eléctricos**. McGraw-Hill, México, 1987.
[9] J. Endrenyi, **Reliability Modeling in Electric Power Systems**. John Wiley Sons, Chichester, 1980.
[10] V. Sierra, A. Sansores, **Manual Técnico de Cables de Energía**. McGraw-Hill, México, 1983.
[11]E. Harper, **Líneas de Transmisión** Vol II. Limusa, México, 1980.
[12] J. Viqueira, **Redes Eléctricas**, Vol I.Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A., Mexico, 1973.

ELT 3752 - DISEÑO Y PROYECTOS DE CONTROL

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**DISEÑO Y PROYECTOS DE CONTROL**
SIGLA:	**ELT 3752**
DURACIÓN:	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

El diseño de sistemas de control, traducido en la elección de la estructura del controlador, así como en la elección de los parámetros del controlador, tanto en tiempo continuo, como en tiempo discreto, para cumplir con los requerimientos de funcionamiento, es la razón de ser de la asignatura. Los requerimientos cada vez más exigentes por parte de la industria, en el control de variables físicas, deben ser satisfechos por los controladores, ahí radica la importancia de realizar un adecuado diseño de los controladores, y es la contribución en la formación integra de los ingenieros de control.

El estudiante debe poder realizar el diseño de controladores, ya sean de tiempo continuo o de tiempo discreto, para todos los posibles procesos industriales que el medio le plantea, aplicando las herramientas que están a su alcance, y el manejo intuitivo de los conceptos.

El estudiante debe ser capaz de elegir la estructura adecuada del controlador para cada proceso industrial en particular, así como elegir sus parámetros, de modo que se cumplan de la mejor manera posible, con los requerimientos de diseño, sean estos en el dominio del tiempo o de la frecuencia. Debe poder realizar el diseño tanto en tiempo continuo como en tiempo discreto, de una manera metodológica y aplicando las herramientas de simulación y los recursos computacionales.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma - CG1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional - CG2
- Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional - CG3
- Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional - CG4
- Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada, aplicando métodos de investigación de su profesión con habilidad - CG5
- Aplica apropiadamente los métodos básicos de investigación de su profesión – CG6
- Posee hábitos de formación a lo largo de la vida - CG7
- Toma decisiones y emprende iniciativas - CG9
- Gestiona la información y el conocimiento de las organizaciones o grupos para su operación y desarrollo – CG10
- Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión - CG11
- Documenta la información de forma estructurada, ordenada y coherente – CG12
- Comprende y produce mensajes orales y escritos en la lengua extranjera de mayor uso en su campo profesional - CG13
- Trabaja en equipos uni y/o multidisciplinarios para la resolución de problemas de forma colaborativa y propositiva en el contexto nacional e internacional - CG14
- Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límites - CG16
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias - CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales - CE20

- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes - CE21
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable - CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos - CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica - CE24
- Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada - CE26
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes - CIB27
- Instala y pone en funcionamiento sistemas electrónicos, documentándolos mediante guías para la instalación del sistema, plan de capacitación para el uso del sistema, plan de mantenimiento y/o actualización del sistema, presentados en forma estructurada, ordenada y coherente - CIB28

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Controladores PID: en tiempo continuo y en tiempo discreto.- Sistemas con retardo y Predictor de Smith.- Aplicación del álgebra lineal a los sistemas de control continuos y discretos.- Soluciones de espacio de estado y realizaciones.- Estabilidad en el espacio de estado.- Controlabilidad y observabilidad.- Diseño de sistemas de control por realimentación de estados.- Estimadores de estado.- Diseño e implantación de un sistema de control.- Proyecto.- Laboratorio.-

Contenido analítico:

Tema 1: Diseño de controladores PID

1.1 Introducción
1.2 Clases de controladores PID
1.3 Acciones P, I y D
1.4 Reglas de Ziegler-Nichols
1.5 El relé de Astrom
1.6 Diseño mediante el lugar geométrico de la raíces
1.7 Discretización de controladores PID
1.8 Casos de estudio

Tema 2: Sistemas con retardo y Predictor de Smith

2.1 Introducción
2.2 Controladores PID para sistemas con retardo
2.3 Predictor de Smith
2.4 Compensadores de retardo en el tiempo para plantas estables e inestables
2.5 Compensadores de retardo en tiempo discreto

2.6 Técnicas avanzadas para el diseño de compensadores de retardo en el tiempo
2.7 Casos de estudio

Tema 3. Diseño de redes compensadoras

3.1 Introducción
3.2 Diseño con el compensador de adelanto de fase
3.3 Diseño con el compensador de atraso de fase
3.4 Diseño con el compensador de atraso-adelanto de fase
3.5 Diseño mediante la cancelación de polos y ceros
3.6 Controladores prealimentados y en la trayectoria directa
3.7 Control robusto
3.8 Casos de estudio

Tema 4. Análisis de sistemas de control en el espacio de estados (tiempo continuo y tiempo discreto)

4.1 Introducción
4.2 Repaso de los conceptos fundamentales del álgebra lineal
4.2 Modelos matemáticos de los sistemas en el espacio de estado
4.3 Transformación de modelos de sistemas
4.4. Solución de la ecuación de estado invariante con el tiempo
4.5 Controlabilidad
4.6 Observabilidad

Tema 5. Diseño de sistemas de control en el espacio de estados (tiempo continuo y tiempo discreto)

5.1 Introducción
5.2 Control mediante asignación de polos por realimentación de estados y de salida
5.3 Observadores (estimadores) de estado
5.4 Diseño de sistemas reguladores con observadores
5.5 Diseño de sistemas de control con observadores
5.6 Sistema regulador óptimo cuadrático
5.6 Sistemas de control robusto

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] K.J. Åström, T. Hägglund, **Control PID avanzado**. Pearson Educación, S.A., Madrid, 2009
[2] V.M. Alfaro, **Sistemas de control proporcional, integral y derivativo: Algoritmos, análisis y ajuste**, e-book, edición 2019
[3] S. Domínguez, P. Campoy; J.M. Sebastián; A. Jiménez, **Control en el espacio de estado**. Pearson Educación S.A., Madrid, 2006
[4] C.T. Chen, **Linear system theory and design**. Tercera edición, Oxford University Press, Inc., New York, 1999.
[5] B.C. Kuo, **Sistemas de control automático**. Séptima edición. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1996.
[6] K. Ogata, **Ingeniería de control moderna**. Quinta edición. Pearson Educación, S.A., Madrid, 2010.
[7] R.C. Dorf; R.H. Bishop, **Sistemas de control moderno**. Décima edición. Pearson Educación, S.A., Madrid, 2005.

[8] N.S. Nise, **Sistemas de Control para Ingeniería**. Tercera edición. Compañía Editorial Continental, México, 2006.
[9] S.G. Castro, D.B. Solé, J.M. Alcalá, M.R. Moreno, **Teoría de control. Diseño electrónico**. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México, 1999.
[10] A. Barrientos, R. Sanz, F. Matía, E. Gambao, **Control de sistemas continuos. Problemas resueltos**. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A., Madrid, 1996.
[11] J.J. Distefano, A.R. Stubberud, I.J. Williams, **Retroalimentación y sistemas de control,** Colección Schaum. Segunda edición, McGraw-Hill, Santafé de Bogotá, 1992.
[12] K. Ogata, **Dinámica de sistemas**. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México, 1987.
[13] L.Ljung, T.Glad, **Modeling of dynamic systems**. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1994.
[14] K. Ogata, **Sistemas de Control en Tiempo Discreto**. Segunda edición, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México, 1996.
[15] B.C. Kuo, **Sistemas de Control Digital**. Segunda edición, Compañía Editorial Continental S.A., México, 1997.
[16] O. Reinoso G., J.M. Sebastián y Zuñiga, F.ernando Torres M., Rafael Aracil S., **Control de Sistemas Discretos**, Colección Schaum. McGraw-Hill, España, 2004.
[17] R. Fernández del Busto y Ezeta, **Análisis y diseño de sistemas de control digital**. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, 2013.
[18] K.J. Aström, B. Wittenmark, **Computer Controlled Systems, Theory and Design**. Third edition, Prentice Hall, U.S.A., 1997.
[19] G.F. Franklin, J.D. Powell, M. Workman, **Digital Control of Dynamic Systems**, Third edition, Addison-Wesley, U.S.A., 1997.
[20] C.L. Phillips, H.T. Nagle, **Digital control system analysis and design**. Fourth edition, Prentice-Hall, Inc., U.S.A., 2014.
[21] R. Isermann, **Digital Control Systems**, volúmenes I y II, Second revised edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1989.
[22] R.G. Jacquot, **Modern Digital Control Systems**. Second edition, Marcel Dekker, Inc., U.S.A., 1994.

ELT 3770 – ACCIONAMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**ACCIONAMIENTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS**
SIGLA:	**ELT 3770**
DURACIÓN:	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas; Prácticas; Laboratorio; Total 0 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de calcular y seleccionar un accionamiento eléctrico en base a sus características funcionales, comprender el funcionamiento de un

accionamiento existente para poder ajustarlo o modificarlo. Del mismo modo será capaz de diseñar y calcular un sistema de tracción determinado.

Unidades de competencia:

Habilidades y destrezas

1. Diseñar un accionamiento eléctrico
2. Seleccionar el tipo adecuado de control de motores
3. Realizar el cálculo de eléctrico para la selección de un accionamiento
4. Realizar el cálculo de un sistema de tracción
5. Diseñar un sistema de tracción

Conocimientos

1. Accionamientos eléctricos.
2. Aspectos generales de la máquinas eléctricas
3. Regímenes de funcionamiento de motores eléctricos
4. Regulación de velocidad en motores de C. C.
5. Accionamiento eléctrico de motores de C. A.
6. Convertidores electrónicos
7. Sistemas de tracción eléctrica
8. Mecánica de la tracción
9. Instalaciones viales y de suministro de energía
10. Sistemas eléctricos de fuerza y control

Actitudes

1. Responsabilidad
2. Creatividad
3. Trabajo en equipo

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO.

Contenido Mínimo:

Accionamiento, mando y control.- Regímenes de Funcionamiento de Máquinas Eléctricas.- Accionamientos Eléctricos, operación en los cuatro cuadrantes, dinámica de la combinación motor-carga.- Aspectos generales de las Máquinas Rotativas.- Accionamientos Eléctricos de Motores de C. continua.- Accionamientos Eléctricos de Motores Asíncronos.- Control de frecuencia de estator.- Control de tensión del estator.- PWM diversos métodos.- Accionamientos Eléctricos de Motores Síncronos.- Sistemas de Tracción Horizontal.- Sistemas de tracción vertical - Sistemas de Tracción Especial – Laboratorio.

Contenido analítico:

Tema 1: Accionamiento, mando y control

1.1 Introducción

1.2 Definiciones
1.3 Tipos de accionamiento
1.4 Accionamientos eléctricos en CC. y CA.
1.5 Operación en los cuatro cuadrantes
1.6 Mando y control

Tema 2: Características de las máquinas eléctricas rotativas

2.1 Aspectos generales de las máquinas eléctricas rotativas
2.2 Características mecánicas
2.3 Características de accionamiento
2.4 Características par motor – velocidad de carga mecánica
2.5 Aplicaciones.

Tema 3: Regímenes de funcionamiento de los motores eléctricos

3.1 Introducción
3.2 Regímenes de funcionamiento de los motores eléctricos
3.3 Característica par, velocidad
3.4 Motores de corriente continua
3.5 Motores asíncronos, motores síncronos
3.6 Dinámica de la combinación motor-carga
3.7 Regulación de velocidad, par y potencia

Tema 4: Accionamientos eléctricos de motores de c. continua

4.1 Regulación de velocidad.- Generalidades
4.2 Control eléctrico de motores de c. continua
4.3 Variación de tensión, de flujo magnético, conexión de resistencias
4.4 Regulación por medio de rectificadores controlados
4.5 Regulación por medio de troceadores

Tema 5: Accionamientos eléctricos de motores asíncronos
5.1 Regulación de velocidad.- Generalidades
5.2 Regulación por variación de número de polos
5.3 Regulación por variación del deslizamiento
5.4 Regulación por variación de frecuencia
5.5 Control de tensión del estator
5.6 Modulación por ancho de impulso PWM
5.7 Análisis de armónicos
5.8 Métodos de frenado

Tema 6: Accionamientos eléctricos de motores síncronos

6.1 Métodos de arranque
6.2 Control del factor de potencia
6.3 Regulación por control de frecuencia

6.4 Regulación de velocidad por lazo abierto
6.5 Regulación de velocidad por lazo cerrado
6.6 Motor asíncrono autopilotado

Tema 7: Sistemas de traccion.

7.1 Generalidades
7.2 Desarrollo de tracción eléctrica
7.3 Sistemas de tracción eléctrica.- Clasificación
7.4 Características de las instalaciones
7.5 La transmisión eléctrica

Tema 8: Sistemas de tracción horizontal

8.1 Mecánica de tracción
8.2 Resistencia.- peso adherente
8.3 Determinación de la potencia
8.4 Conceptos básicos y constructivos de unidades tractivas.
8.5 Locomotoras Diesel-eléctricas, Eléctricas, Trolebuses
8.6 Automóviles eléctricos

Tema 9: Instalación vial y de suministro

9.1 La vía ferroviaria.- Características eléctricas
9.2 Sistemas de alimentación
9.3 Subestaciones de C. continua y de C. Alterna.
9.4 Líneas de contacto.- Cálculo y determinación de la sección
9.5 Absorción de corriente y consumo de engría.

Tema 10: Sistemas de tracción vertical y especial

10.1 Generalidades
10.2 Sistema eléctrico de fuerza
10.3 Sistema de control
10.4 Ascensores.- Monta Cargas
10.5 Teleférico.- Andarivel
10.6 Funicular.- Guinche
10.7 Motor lineal.- Trenes de Levitación Magnética

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J. Roldan Victoria, **Motores Eléctricos. Automatismos de control.** T. Paraninfo, 2005
[2] S. Feito Javier, **Maquinas Eléctricas**. Pretince Hall, 2002
[3] Castelfranchi, **Instalaciones electricas.** G. Gilli. Barcelona, 1976.
[4] E. Nastri, **Mecánica de la Tracción**. Universidad de Buenos Aires Argentina, 1983
[5] J.C. Arancibia, **Curso Sobre: Corrección de Factor de Potencia**. CEIE, FNI, UTO, Oruro.
[6] V. Lladonosa Giró, **Arranque de Motores Eléctricos Mediante Contactores**. I, Marcombo, 1990

ELT 3771 – MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**MANTENIMIENTO ELÉCTRICO, SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**
SIGLA:	**ELT 3771**
DURACIÓN	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas: 4, Practicas: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de analizar, diseñar, construir y realizar el mantenimiento de subestaciones eléctricas.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Toma decisiones y emprende iniciativas – CG9
- Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límites – CG16
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27
- Desarrolla y ejecuta un plan de operación para el uso del sistema, un plan de mantenimiento metodológico – CIA29
- Utiliza las normas y reglamentos técnicos pertinentes, en el diseño, instalación, operación, y toda actividad inherente a su especialidad – CIA30

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Seguridad industrial - Riesgo eléctrico - Higiene industrial - Esquemas eléctricos - Montaje de circuitos de arranque de motores - Mantenimiento industrial - Mantenimiento de máquinas y equipos eléctricos.-Laboratorio

Contenido analítico:

Tema 1: Seguridad industrial

1.1 Definiciones.
1.2 Causas de los accidentes.
1.3 Reglas básicas.
1.4 Equipo de protección individual.
1.5 Señalización.
1.6 Frecuencia y gravedad de los accidentes.
1.7 Costos de los accidentes

Tema 2: Riesgos eléctricos

2.1 Definiciones.
2.2 Peligros de la electricidad.
2.3 La corriente eléctrica en cuerpo humano.
2.4 Efecto de la corriente eléctrica en el cuerpo humano.
2.5 Tipos de contactos eléctricos.
2.6 Tratamiento de urgencia en caso de accidentes eléctricos.
2.7 Trabajos sin tensión.
2.8 Trabajos en tensión

Tema 3: Higiene industrial

3.1 Definición.
3.2 Enfermedad profesional.
3.3 Clasificación
3.4 Agentes físicos
3.5 Agentes químicos
3.6 Agentes biológicos

Tema 4: Esquemas Eléctricos

4.1 Definición.
4.2 Tipos de planos.
4.3 Normas para la realización de esquemas.
4.4 Simbología

Tema 5: Montaje de circuitos de arranque de motores.-

5.1 Circuitos convencionales de arranque de motores.
5.2 Circuitos no convencionales de arranque de motores

Tema 6: Mantenimiento industrial

6.1 Definición.
6.2 Objetivos.
6.3 Evolución del mantenimiento.
6.4 Tipos de mantenimiento.

6.5 Nuevas Tendencias en el Mantenimiento.
6.6 Planificación del mantenimiento.
6.7 Gestión de mantenimiento

Tema 7: Mantenimiento de máquinas y equipos eléctricos

7.1 Periodos en la vida de un equipo.
7.2 Tipos de falla.
7.3 Mantenimiento de motores.
7.4 Mantenimiento de transformadores.
7.5 Mantenimiento de equipos de maniobra

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Theodor Schmelcher, Manual de baja tensión.
[2] Francisco Rey Sacristán, Manual de mantenimiento de máquinas y equipos eléctricos.
[3] Alejandro Porras, Riesgo eléctrico.

ELT 3831 – PROTECCIONES DE SISTEMAS DE POTENCIA

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**PROTECCIONES DE SISTEMAS DE POTENCIA**
SIGLA:	**ELT 3831**
DURACIÓN	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas: 6, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de explicar las perturbaciones que se presentan en un sistema eléctrico, analizar, diseñar el esquema de protección de cada uno de los elementos del sistema eléctrico de potencia. Debe ser capaz de describir el funcionamiento de los dispositivos de maniobra y relés de protección empleados en los esquemas de protección. Debe ser capaz también de hacer diseños que permitan la actuación coordinada de los esquemas de protección

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional – CG2
- Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional – CG3

- Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional – CG4
- Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada, aplicando métodos de investigación de su profesión con habilidad – CG5
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27
- Dirige, supervisa y realiza la instalación y la puesta en funcionamiento de sistemas eléctricos interpretando la documentación pertinente para la instalación de los mismos – CIA28
- Utiliza las normas y reglamentos técnicos pertinentes, en el diseño, instalación, operación, y toda actividad inherente a su especialidad – CIA30

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Filosofía de las protecciones.- Dispositivos de protección y de maniobra.- Relés de protección: Protección de generadores.- Protección de transformadores.- Protección de barras, redes y líneas de transmisión.- Protección de motores.- Coordinación de protecciones.- Puesta a tierra de equipos y máquinas.- Teleprotección.- Simulación.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1: Filosofía de las protecciones

1.1 Introducción
1.2 Elementos de un sistema eléctrico de potencia
1.3 Perturbaciones
1.3.1 Índice de fallas
1.3.2 La frecuencia de ocurrencia de una falla
1.3.3 Frecuencia con que se presentan distintos tipos de fallas en las líneas de transmisión
1.3.4 Localización de averías
1.4 Filosofía de los sistemas de protección
1.5 Cualidades de un Sistema de Protección
1.6 Zonas de Protección
1.7 Protección Primaria y de Respaldo

Tema 2: Dispositivos de protección y de maniobra

2.1 Introducción
2.2 Proceso de interrupción y desionización
2.3 Dispositivos de maniobra
2.4 Disyuntor
2.5 Interruptores
2.6 Reconectador
2.7 Seccionador
2.8 Fusible
2.9 Seccionador Fusible
2.10 Descargador

Tema 3: Relés de protección

3.1 Introducción al modelado de sistemas físicos
3.2 Esquema general de un relé de protección
3.3 Clasificación según la magnitud que controlan
3.4 Tipos de relés
3.4.1 Relé de sobrecorriente
3.4.2 Relé direccional
3.4.3 Relé diferencial
3.4.4 Relé de distancia
3.4.5 Relé de frecuencia
3.5 Relé Digitales
3.5.1 Muestreo de señal

Tema 4: Protección de generadores

4.1 Introducción
4.2 Esquema de protección de generadores
4.3 Protección diferencial del estator contra cortocircuito
4.4 Protección diferencial del estator contra cortocircuito
4.5 Protección diferencial del estator contra falla a tierra
4.6 Protección contra sobrecalentamiento del estator
4.7 Protección contra la elevación de tensión
4.8 Protección del rotor contra cortocircuitos en el campo
4.9 Protección contra calentamiento del rotor debido a la sobreexcitación
4.10 Protección contra retorno de potencia

Tema 5: Protección de transformadores

5.1 Introducción
5.2 Protección diferencial porcentual
5.3 Protección de sobrecorriente
5.4 Protección por medio de relé de presión y/o de gas
5.5 Protección contra sobrecarga
5.6 Protección contra falla a masa

Tema 6: Protección de barras, redes y líneas de transmisión

6.1 Introducción
6.2 Protección diferencial de barras
6.2.1 Empleo de acopladores lineales
6.2.2 Protección Diferencial Combinada
6.3 Protección de sobrecorriente
6.3.1 Protección de sobrecorriente direccional
6.4 Protección de distancia

Tema 7: Protección de motores

7.1 Introducción
7.2 Protección contra cortocircuitos en el arrollamiento del estator
7.3 Protección contra sobrecalentamiento del estator
7.4 Protección contra sobrecalentamiento del rotor

Tema 8: Coordinación de protecciones

8.1 Introducción
8.2 Criterios de coordinación
8.2.1 Coordinación Fusible – Fusible
8.2.2 Coordinación Fusible – Reconectador
8.2.3 Coordinación Reconectador – Fusible
8.2.4 Coordinación Interruptor termomagnético – Fusible
8.2.5 Coordinación Fusible - Interruptor termomagnético
8.2.6 Coordinación Interruptor - Interruptor termomagnético
8.3 Coordinación de la protección en redes de distribución

Tema 9: Teleprotección

9.1 Introducción
9.2 Soportes de transmisión de señales
9.2.1 Hilos piloto
9.2.2 Onda portadora – Carrier
9.2.3 Micro-ondas
9.2.4 Fibra óptica
9.3 Esquemas de teleprotecciones
9.3.1 Esquemas básicos
9.3.2 Esquemas de distancia con comunicación de órdenes

Tema 10: Puesta a tierra de equipos y máquinas

10.1 Introducción
10.2 Propiedades básicas del lugar geométrico de las raíces

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Colección CEAC, Estaciones de Transformación y Distribución.
[2] Van C. Warrington, Protective Relays. Chapman Hall, 1969.
[3] Westinghouse, Applied Protective Relaying.
[4] Caminha Amadeu, Introduçaô dos Sistemas Elétricos. Litec, 1977.

[5] Gilberto Enríquez, Fundamentos de Protección de Sistemas Eléctricos por Relevadores, Limusa, 1987.
[6] Ravindranath, Protección de Sistemas de Potencia e Disyuntores, Limusa, 1980.
[7] Paulino Montané, Protecciones en las Instalaciones Eléctricas, Marcombo, 1988.
[8] Colombo Roberto, Disyuntores de Alta Tensaô, Nobel, 1986.
[9] Oscar Moya, 'Tendencias en la Protección Integrada de Sistemas Eléctricos'. Curso tutorial, UCV, Chile, 1991.

ELT 3841 - SISTEMAS DE POTENCIA II

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA: **SISTEMAS DE POTENCIA II**
SIGLA: **ELT 3841**
DURACIÓN: **Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES: **Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante conoce que en el estudio de la estabilidad de los sistemas eléctricos de potencia el generador sincrónico debe estar modelado en el sistema d-q, del mismo modo, en caso de cargas dinámicas, como es el caso del motor de inducción. Comprende los tipos de perturbaciones que afectan los sistemas de potencia, las formas de estudio siguiendo el modelo clásico y es capaz de estudiar las oscilación de los generadores en un sistema multimáquina en estado transitorio. También relaciona la estabilidad de los sistemas eléctricos con la estabilidad del voltaje.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma. CG1
- Identifica y comprende las variables que definen un problema y documenta la información obtenida. CE16
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE17
- Realiza un conjunto de acciones que permiten determinar el comportamiento de un sistema o proyecto de ingeniería para la toma de decisiones, considerando las consecuencias de tipo social, ambiental y económico. CEA19
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. CE22
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica.CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las

especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas. CI22

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Modelo de dos ejes de la máquina sincrónica.- Análisis transitorio de la máquina sincrónica.- Modelo de dos ejes de la máquina de inducción.- Transformaciones de Park.- Sistemas de excitación.- Control de potencia activa y reactiva.- Estimación de estado de un sistema de potencia.- El modelo clásico de estabilidad de los sistemas eléctricos: pequeña y gran perturbación.- Estabilidad transitoria de un sistema multimáquina.- Estabilidad de voltaje.

Contenido analítico:

Tema 1: La máquina sincrónica

1.1 Introducción
1.2 Descripción de la máquina sincrónica
1.3 Generación trifásica
1.4 Reactancia sincrónica y circuitos equivalentes

Tema 2: El modelo de dos ejes de la máquina sincrónica

2.1 Introducción
2.1 Ecuaciones de encadenamiento de flujo de máquina de polos salientes
2.3 Ecuaciones de voltaje de la máquina de polos salientes

Tema 3: Análisis transitorio de la máquina sincrónica

3.1 Introducción
3.2 Fenómeno transitorio
3.3 Efectos subtransitorios y transitorios
3.4 Corriente de cortocircuito

Tema 4: Modelado del motor de inducción

4.1 Introducción
4.2 Ecuaciones de la máquina de inducción
4.2.1 Ecuaciones básicas de la máquina de inducción
4.2.2 La transformación d-q
4.2.3 Ecuaciones básicas en el sistema de referencia d-q
4.3 Diferencias en la transformación de Park
4.4 Potencia eléctrica y par
4.5 Características de estado estable
4.5.1 Circuito equivalente
4.5.2 Características de par-deslizamiento
4.6 Representación en estudios de estabilidad

Tema 5: Sistemas de excitación

5.1 Introducción

5.2 Consideraciones del sistema de potencia
5.3 Elementos de un sistema de excitación
5.4 Tipos de sistemas de excitación
5.4.1 Sistemas de excitación de corriente continúa
5.4.2 Sistemas de excitación de corriente alterna
5.4.2.1 Sistemas de excitación estacionarios
5.4.2.2 Sistemas de excitación rotacional
5.4.3 Sistemas de excitación estáticos
5.4.3.1 Sistemas de rectificador controlado con fuente de potencial
5.4.3.2 Sistemas con rectificador de fuente compuesta
5.4.3.3 Sistema de excitación con rectificador controlado de fuente compuesta
5.5 Sistema de excitación completo

Tema 6: Control de potencias activa y reactiva

6.1 Introducción
6.2 Lugares geométricos
6.3 Diagrama de capacidad de carga

Tema 7: Estimación de estado de un sistema de potencia

7.1 Introducción
7.2 El método de los mínimos cuadrados
7.3 Estadísticas, errores y estimaciones
7.4 Prueba de datos erróneos
7.5 Estimación de estado de un sistema de potencia
7.6 Estructura y formación del Jacobiano

Tema 8: El modelo clásico de estabilidad de los sistemas eléctricos de potencia

8.1 Introducción
8.2 Definiciones
8.3 Dinámica del rotor y la ecuación de oscilación
8.4 Consideraciones adicionales de la ecuación de oscilación
8.5 Ecuación de oscilación equivalente
8.6 La ecuación potencia-ángulo
8.7 Estabilidad de pequeñas señales
8.8 Interpretación física de la potencia sincronizante
8.9 Estabilidad transitoria
8.9.1 Criterio de áreas iguales
8.9.2 Cálculo de ángulo crítico y el tiempo crítico de apertura

Tema 9: Estabilidad transitoria de un sistema multimáquina

9.1 Hipótesis
9.2 Representación de las cargas
9.3 Cálculo de las tensiones internas de las máquinas
9.4 Reducción del modelo del sistema
9.5 Ecuaciones de movimiento del sistema multimáquina
9.6 solución por partes de la curva de oscilación

Tema 10: Estabilidad de voltaje

10.1 Introducción
10.2 Análisis de estado estable del problema potencia reactiva-voltaje
10.2.1 Sistema de dos voltajes
10.2.2 Relación entre el flujo de potencia y la caída de voltaje
10.2.3 Relaciones aproximadas
10.2.4 Límite de potencia sin compensación de voltaje en la recepción
10.3 Efecto de las características de la carga
10.3.1 Carga de corriente constante
10.3.2 Carga de impedancia constante
10.3.3 Efecto de capacitores shunt en la recepción

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J.J: Grangier, W.D, Stevenson Jr., Power System Analysis. First edition, Singapore, Mc Gaw-Hill Ins.,1994.
[2] P. Kundur, Power System stability and Control. Primera edición, California, Mc Gaw-Hill-Ins.,1994.
[3] P.M. Anderson, A. A. Fouad, Power System and Stability. Second edition, EUA, John Wiley and Sons Inc., 2003.

ELT 3851 – TÉCNICAS DE ALTA TENSIÓN

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**TÉCNICAS DE ALTA TENSIÓN**
SIGLA:	**ELT 3851**
DURACIÓN	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas: 4, Practicas: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de analizar, diseñar, construir y realizar el mantenimiento de subestaciones eléctricas.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22

- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27
- Utiliza las normas y reglamentos técnicos pertinentes, en el diseño, instalación, operación, y toda actividad inherente a su especialidad – CIA30

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Comportamiento de los dieléctricos.- Ondas viajeras en líneas de transmisión.- Sobretensiones en los sistemas eléctricos.- Coordinación del aislamiento de líneas de transmisión.- Protección contra sobretensiones.- Generador de impulsos.- Transmisión en corriente continua.- Proyecto-Simulación.

Contenido analítico:

Tema 1: Comportamiento de los dieléctricos

1.1 Introducción.
1.2 Modelo de un dieléctrico.
1.3 Características eléctricas.
1.4 Clasificación.
1.5 Aislantes gaseosos.
1.6 Aislantes líquidos.
1.7 Aislantes sólidos

Tema 2: Ondas viajeras en líneas de transmisión

2.1 Introducción.
2.2 Ecuación de líneas de transmisión.
2.3 Línea semi-infinita.
2.4 Línea de longitud finita sin pérdidas.
2.5 Reflexiones sucesivas.
2.6 Línea terminada en bifurcación

Tema 3: Sobretensiones en los sistemas eléctricos

3.1 Definiciones.
3.2 Clasificación.
3.3 Descargas atmosféricas.
3.4 Sobretensiones temporales.
3.5 Sobretensiones por maniobra

Tema 4: Coordinación del Aislamiento

4.1 Definiciones.
4.2 Métodos de coordinación de aislamiento.
4.3 Distancias dieléctricas mínimas.
4.4 Efecto del medio ambiente.
4.5 Cadena de aisladores

Tema 5: Protección contra sobretensiones

5.1 Introducción.
5.2 Protección contra sobretensiones internas.
5.3 Protección contra descargas directas

Tema 6: Generador de Impulsos

6.1 Introducción.
6.2 Ondas de impulso de tensión para simular rayos.
6.3 Generadores de ondas de tensión de impulso de una etapa.
6.4 Generadores de ondas de tensión de impulso de etapas múltiples

Tema 7: Transmisión en corriente continúa

7.1 Introducción.
7.2 Corriente continúa vs. Corriente alterna.
7.3 Esquemas de transmisión.
7.4 Componentes de un sistema HVDC

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Harper, Técnica de las Altas Tensiones. Vol. I.
[2] Harper, Técnica de las Altas Tensiones. Vol. II.
[3] L. Siegert, Alta Tensión y Líneas de Transmisión
www.cndc.bo/

ELT 3861 - OPERACIÓN ECONÓMICA Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**OPERACIÓN ECONÓMICA Y PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**
SIGLA:	**ELT 3861**
DURACIÓN:	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas: 6, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz plantear, resolver y aplicar un modelo de optimización. Debe ser capaz de resolver el problema del despacho económico y predespacho de carga y coordinación hidrotérmica. Debe ser capaz también diseñar la expansión del sistema eléctrico de potencia.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Optimización.- Estructura del mercado de la energía eléctrica.- Modelación de centrales eléctricas.- Despacho económico de sistemas térmicos.- Predespacho de carga.- Coordinación hidrotérmica.- Flujo óptimo de potencia.- Planificación y expansión de sistemas eléctricos de potencia.- Valoración de los servicios auxiliares.- Simulación.

Contenido analítico:

Tema 1: Modelo de optimización

1.1 Introducción
1.2 Fases de la optimización
1.3 Programación lineal
1.4 Programación no lineal
1.5 Programación dinámica
1.6 Técnicas heurísticas

Tema 2: Desregulación del sector de la energía eléctrica

2.1 Introducción

2.2 Microeconomía
2.3 Desregulación del sector eléctrico
2.4 Ley de electricidad
2.5 Comité nacional de despacho de carga, CNDC

Tema 3: Modelación de centrales eléctricas

3.1 Introducción
3.2 Operación de sistemas eléctricos de potencia
3.3 Características de centrales térmicas
3.3.1 Características de entrada – salida de plantas térmicas
3.3.1.1 Costo incremental
3.3.1.2 Costo marginal
3.4 Características de las centrales hidráulicas
3.4.1 Gasto marginal de agua

Tema 4: Despacho económico de sistemas térmicos

4.1 Introducción
4.2 Costos de generación
4.3 Modelación del sistema
4.4 Despacho económico sin considerar pérdidas de transmisión
4.5 Despacho económico considerando las pérdidas de transmisión
4.6 Métodos de solución
4.6.1 Método Iterativo Lambda
4.6.2 Método del gradiente de 1er Orden
4.6.3 Método del gradiente de 2o orden
4.6.4 Factores de participación
4.7 Pérdidas de transmisión
4.7.1 Matriz B de la fórmula de pérdidas
4.7.2 Factores de penalización
4.8 Despacho económico de sistemas térmicos empleando programación dinámica

Tema 5: Predespacho de carga

5.1 Introducción
5.2 Restricciones de operación en el predespacho
5.2.1 Reserva en giro
5.2.2 Restricciones de las unidades térmicas
5.2.3 Restricciones hidráulicas
5.2.4 Potencia reactiva
5.2.5 Restricción de combustible
5.2.6 Flujo de potencia activa
5.3 Restricciones de red
5.4 Métodos de solución del problema del predespacho
5.4.1 Método de las combinaciones secuenciales
5.4.2 Método de la lista de prioridad
5.4.3 Programación dinámica
5.5 Formulación alternativa del predespacho

Tema 6: Coordinación hidrotérmica

6.1 Introducción
6.2 Despacho de energía con límites
6.3 Coordinación hidrotérmica a corto plazo
6.3.1 Plantas acopladas hidráulicamente (plantas en serie)
6.4 Coordinación hidrotérmica multimáquinas
6.5 Coordinación hidrotérmica a largo plazo
6.5.1 Modelo de optimización

Tema 7: Flujo óptimo de potencia
7.1 Introducción
7.2 Flujo de potencia en variables de estado
7.2.1 Algoritmo de Newton-Raphson
7.3 Formulación conceptual del flujo óptimo de potencia
7.3.1 Flujo óptimo de potencia activa
7.3.2 Flujo óptimo de potencia reactiva
7.4 Formulación matemática

Tema 8: Planificación y expansión de sistemas eléctricos de potencia

8.1 Introducción
8.2 Componentes de un sistema de potencia
8.3 Criterios de planificación y restricciones
8.3.1 Criterios de confiabilidad
8.3.2 Criterios económicos
8.3.3 Restricciones ambientales
8.3.4 Impactos sociales
8.4 Planteamiento del problema de la planificación de la expansión de SEP
8.4.1 Planificación de la expansión de la red de transporte
8.4.1.1 Función objetivo
8.4.1.2 Restricciones
8.4.1.3 Proceso clásico de planificación
8.5 Expansión del sistema de transporte: modelo de transbordo
8.5.1 Planificación de la expansión del sistema de transmisión: modelo de flujo DC
8.5.2 Planificación de la expansión de la generación

Tema 9: Valoración de los servicios auxiliares

9.1 Introducción
9.2 Propiedades de los servicios complementarios
9.3 Algunos servicios complementarios
9.4 Algunos mercados que utilizan servicios auxiliares
9.5 Regulación de frecuencia
9.6 Reserva en giro

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[13] A. Blanco, **Control de Emergencias y Desprendimiento Óptimo de Carga**. Tesis de Magíster, PUCCh, Santiago de Chile, 1992.
[14] A. J. Wood, B.F. Wollenberg, **Power Generation Operation & Control**. John Wiley & Sons, New York, 1983.

[15] Ch. A. Gross, **Power System Analysis**. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1986.
[16] A. H. Noyola, et al., 'An Optimized Procedure for Determining Incremental Heat Rate Characteristics'. IEEE **Trans. PS**, Vol. 5, No. 2, May 1990, pp. 376 – 383.
[17] R. Aduviri, **Operación Económica de Sistemas Eléctricos de Potencia**. Proyecto de Grado, UTO, Oruro, 1988.
[18] H. Rudnick, **Aspectos Técnico Económicos de la Desregulación del Sector Eléctrico**. La Paz, Febrero, 1995.
[19] J. I. Pérez, **Valoración Económica en Sistemas de Energía Eléctrica: Servicios de Red y Tránsitos de Potencias**. PUCCh, Santiago de Chile, 1990.
[20] P. S. R. Murty, **Power System Operation and Control**. Mc Graw-Hill, New Delhi, 1984.
[21] H. Rudnick, 'Operación Económica de Sistemas Eléctricos**'**. **Apuntes de Curso,** PUCCh, Santiago de Chile, 1990.
[22] J. Valenzuela, A. E. Smith, 'A Seeded Memetic Algorithm for Large Unit Commitment Problems'. **Journal of Heuristics**, 1999.
[23] P. Almendras, **Modelo de Coordinación Hidrotérmica en Sistemas Eléctricos de Potencia**. Proyecto de Grado, UTO, Oruro, 1996.
[24] A. Halim, et al., 'An Efficient Method for Optimal Scheduling of Fixed Head Hydro and Thermal Plants'. **IEEE Trans. PS**, Vol. 6, No. 2, May 1991, pp. 632-636.
[25] D. Camac, **Programación Dinámica Dual Determinística en el Despacho Hidrotérmico**. Tesis de Magíster, PUCCh, Santiago de Chile, 1994.
[26] S. Tupa, **Flujo Óptimo de Potencia**. Proyecto de Grado, UTO, Oruro, 1995.
[27] H. Congreso Nacional, **Ley de Electricidad**. Ley Nº 1604 de 21 de diciembre de 1994, Gaceta Oficial de Bolivia.
[28] L. A. Machado, et al., **Introdução ao Planejamento da Expansão e Operação de Sistemas de Produção de Energia Eléctrica**. Eletrobras, EDUFF, Editora Universitária, 1990.
[29] A. Blanco, **Aplicación de Técnicas de Optimización en Sistemas Eléctricos**. Curso de Actualización, FNI, noviembre 1997.
[30] J. Contreras, **A Cooperative Game Theory Approach to Transmission Planning in Power Systems**. Thesis Ph. D. University of California, Berkeley, 1997.
[31] Eloisa Teixera, et al., 'Generation Expansion Planning: An Iterative Genetic Algorithm Approach'. **IEEE Trans. PS**, Vol. 17, No.3, august 2002, pp. 901-906.
[32] F.S. Hillier, G. J. Lieberman, **Una Introducción a la Investigación de Operaciones**. Mc Graw-Hill, 3ª Edición, México, 1991.
[33] H. A. Taha, **Investigación de Operaciones, Una Introducción**. Alfaomega S.A. de C.V., 2da edición, México. 1991.
[34] I. Castillo, **Un Criterio Óptimo Para Coordinar Estabilizadores en Sistemas Eléctricos de Potencia**. Tesis de Doctorado, IPN, Guadalajara, 2002.
[35] A. Blanco, 'Optimización Vía Algoritmos Genéticos'. **Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica**, UTO, diciembre, 2002.

ELT 3880 – INSTRUMENTACIÓN

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**INSTRUMENTACIÓN**
SIGLA:	**ELT 3880**
DURACIÓN**:**	**Un semestre académico (20 semanas)**

HORAS SEMANALES: **Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al concluir ésta asignatura, los estudiantes adquieren conocimientos y competencias teórico-prácticos sobre los conceptos, técnicas y metodologías aplicadas a los sistemas de instrumentación industrial que se enuncian a continuación:

1. Comprender la clasificación, el montaje y la identificación funcional de los diferentes tipos de instrumentos presentes en un diagrama P&ID e instalados en un proceso industrial.
2. Comprender las normas ISA para realizar diagramas P&ID y las señales estándar que se utilizan en los sistemas de instrumentación industrial.
3. Elaborar planos y diagramas de instrumentación industriales P&ID de diferentes procesos.
4. Estudiar el principio de funcionamiento de los diferentes tipos de sensores de temperatura, presión, nivel y caudal en el laboratorio.
5. Comprender el funcionamiento y la selección de los diferentes sensores y transmisores de temperatura, presión, nivel, caudal y otros.
6. Comprender el funcionamiento y la selección de los diferentes actuadores eléctricos, electrónicos, neumáticos y electroneumáticos que se aplican en los procesos industriales.
7. Realizar un proyecto de instrumentación en el que se contempla la automatización, la aplicación de los instrumentos sensores, transmisores, controladores y actuadores.
8. Programar diferentes tipos de controladores digitales universales.
9. Comprobar el funcionamiento real de los sensores de temperatura, presión, nivel y caudal en el laboratorio.
10. Comprobar el funcionamiento de los actuadores en los sistemas de control y automatización en el laboratorio.
11. Comprender el funcionamiento de los diferentes equipos e instrumentos neumáticos.
12. Realizar instrumentación virtual.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23

- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Introducción a la instrumentación y P&ID.- Medición de temperatura.- Medición de presión.- Medición de nivel.- Medición de caudal.- Instrumentación virtual.- Actuadores eléctricos y electrónicos.- Actuadores electroneumáticos.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1: Introducción a la Instrumentación y P&ID

1.1 Introducción.
1.2 Clases de instrumentos
1.2.1 En función del instrumento
1.2.2 En función de la variable de proceso
1.3 Montaje de los instrumentos
1.4 Normas de diagramas P&ID
1.5 Letras de identificación
1.6 Símbolos de los instrumentos
1.7 Instrumentación en sistemas de control
1.8 Analogía con el cuerpo humano
1.9 Señales discretas y analógicas
1.10 Instrumentos discretos
1.10.1 Sensores discretos
1.10.2 Actuadores discretos
1.11 Instrumentos analógicos
1.11.1 Sensores y actuadores analógicos

Tema 2: Medición de temperatura

2.1 Introducción.
2.2 Termómetros de resistencia (RTD)
2.2.1 Transductores de temperatura en base a Pt 100
2.2.2 Configuraciones de medición
2.3 Termistores
2.4 Termopares
2.4.1 Tipos de termocuplas
2.5 Pirómetros de radiación
2.5.1 Pirómetros ópticos de radiación parcial
2.5.2 Pirómetros de radiación total
2.6 Termómetros de vidrio
2.7 Termómetro bimetálico
2.8 Termómetros de bulbo y capilar

2.9 Termostatos
2.10 Transmisores de temperatura

Tema 3: Medición de presión

3.1 Introducción
3.2 Instrumentos de presión mecánicos
3.2.1 Tubo Bourdon
3.2.2 Elemento en espiral y helicoidal
3.2.3 Diafragman
3.2.4 Fuelle
3.2.5 Medidores de presión absoluta
3.2.6 Cápsula
3.3 Medición de presión con elementos electromecánicos
3.3.1 Transmisores electrónicos de equilibrio de fuerzas
3.3.2 Transductores resistivos
3.3.3 Transductores magnéticos
3.3.4 Transductores capacitivos
3.3.5 Galgas estensiómetricas
3.4 Transductores piezoeléctricos
3.5 Elementos electrónicos de vacío
3.6 Conversores de medida
3.7 Configuraciones del cableado
3.8 Presostátos
3.9 Transmisores de presión

Tema 4: Medición de nivel

4.1 Introducción
4.2 Medidores de nivel de líquidos
4.3 Instrumentos de medición directa de nivel
4.4 Instrumentos basados en la presión hidrostática
4.5 Instrumentos basados en características eléctricas del líquido
4.6 Medidores de nivel de sólidos
4.7 Medidores de nivel de punto fijo
4.8 Medidores de nivel de sólidos del tipo continuo
4.9 Configuraciones de medición

Tema 5: Medición de caudal

5.1 Introducción.
5.2 Medidores volumétricos
5.3 Instrumentos de presión diferencial
5.3.1 La placa orificio o diafragma
5.3.2 La tobera
5.3.3 El tubo Venturi
5.3.4 El tubo Pitot
5.3.5 El tubo amnubar
5.4 Conversores de medida eléctricos para presión diferencial y caudal
5.5 Rotámetros
5.6 Flujómetros ultrasónicos

5.7 Medición de otras variables.

Tema 6: Instrumentación virtual

6.1 Introducción.
6.2 Instrumentación tradicional Vs. Instrumentación virtual
6.3 Componentes de un sistema basado en instrumentación virtual
6.3.1 Transductores
6.3.2 Bloques terminales
6.3.3 Hardware de Acondicionamiento de señal.
6.3.4 Hardware de Adquisición de datos.
6.3.5 Cables de conexión.
6.3.6 Computador
6.3.7 Software.
6.4 LabView.
6.4.1 Creación de VI
6.4.2 Librerias de Lab View.
6.4.3 Pasos de programación

Tema 7: Actuadores eléctricos y electrónicos

7.1 Introducción.
7.2 Válvulas de control
7.3 Tipos de válvulas
7.4 Válvulas solenoide
7.5 Tipos de Válvulas solenoide
7.6 Servomotores
7.7 Servomotores eléctricos de corriente alterna
7.8 Motores paso a paso
7.9 Servomotores neumáticos

Tema 8: Actuadores electroneumáticos

8.1 Introducción.
8.2 Normas de sistemas neumáticos.
8.3 Electroválvulas de varias vías.
8.4 Cilindros neumáticos.
8.5 Temporizadores neumáticos.
8.6 Reguladores neumáticos.
8.7 Dispositivos neumáticos.
8.8 Sistemas neumáticos.

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Antonio Creus INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL, séptima edición, Marcombo Alfaomega 2005
[2] Xelier Tapia TEXTO ELT 3880 INSTRUMENTACION, 2011, editorial particular.
[3] THE TEMPERATURE HANDBOOK, Colección 28, Omega, 2003
[4] User's Manual PC – LABCARD PCL – 812 PG Enhanced Multi – Lab Card. Advantech. 1998
[5] UDC2000 Mini-Pro UNIVERSAL DIGITAL CONTROLLER Product Manual 51-52-25-14ª
[6] HONEYWELL

[7] CONTROLADOR DE TEMPERATURA, E5CK, MANUAL DE OPERACIÓN, OMRON
[8] THE PRESSURE HANDBOOK, Colección 28, Omega, 2003
[9] www.smc.com
[10] www.arian.com
[11] www.coel.com.br
[12] www.ni.com

ELT 3890 – AUTOMÁTICA I

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA: **AUTOMÁTICA I**
SIGLA: **ELT 3890**
DURACIÓN: **Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES: **Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Los sistemas de producción actuales deben ser competitivos y flexibles por lo que es necesaria su automatización. Para realizar la automatización se debe conocer las metodologías que permiten hacer esto. Esa es la razón por la que reviste importancia el saber realizar la automatización de cualquier sistema productivo. El profesional ingeniero debe saber planificar, diseñar e implementar los sistemas automatizados en las industrias de procesos o manufactura.

Lograr que los estudiantes sepan aplicar las metodologías de automatización que se enseñan, en sistemas de producción que así lo requieran, es el objetivo de la signatura. Lograr la implementación de un sistema automatizado y su monitoreo mediante un interface hombre máquina, en un proceso lo más cercano a la realidad, es la forma en que se logra este objetivo.

El estudiante debe ser capaz de planificar, diseñar e implementar un sistema automatizado, comenzando desde las simples especificaciones funcionales del proceso productivo. Debe ser capaz de realizar proyectos factibles y de acuerdo con la realidad de la región y el país.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional – CG2
- Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional – CG3
- Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional – CG4
- Posee hábitos de formación a lo largo de la vida – CG7
- Dirige y organiza equipos de trabajo con calidad, competitividad, responsabilidad, justicia y ética – CG8

- Toma decisiones y emprende iniciativas – CG9
- Gestiona la información y el conocimiento de las organizaciones o grupos para su operación y desarrollo – CG10
- Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión – CG11
- Documenta la información de forma estructurada, ordenada y coherente – CG12
- Comprende y produce mensajes orales y escritos en la lengua extranjera de mayor uso en su campo profesional – CG13
- Trabaja en equipos uni y/o multidisciplinarios para la resolución de problemas de forma colaborativa y propositiva en el contexto nacional e internacional – CG14
- Interactúa con la sociedad, evaluando de forma crítica y objetiva las situaciones, problemas, argumentos y propuestas con una actitud comprensiva, respetuosa y tolerante hacia las culturas e ideas de los demás – CG15
- Trabaja bajo presión y responde adecuadamente en situaciones límites – CG16
- Aplica las normas de seguridad industrial y riesgos laborales – CG17
- Aplica las leyes vigentes del ámbito laboral y de la especialidad – CG18
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Resolución de problemas de ingeniería, mediante la aplicación de las ciencias básicas, utilizando un lenguaje lógico y simbólico:
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Planeación, diseño, evaluación del impacto (social, económico, tecnológico y ambiental) y gestión de sistemas o proyectos de ingeniería:
- Realiza un conjunto de acciones que permiten determinar el comportamiento de un sistema o proyecto de ingeniería para la toma de decisiones mediante juicios de valor, dimensionando las consecuencias de tipo social, ambiental y económico, y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, y coherentes – CE25
- Realiza análisis de costos y prepara un presupuesto razonable a la solución técnica planteada – CE26
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27
- Instala y pone en funcionamiento sistemas electrónicos, documentándolos mediante guías para la instalación del sistema, plan de capacitación para el uso del sistema, plan de mantenimiento y/o actualización del sistema, presentados en forma estructurada, ordenada y coherente – CIB28
- Desarrolla y ejecuta un plan de operación para el uso del sistema, un plan de mantenimiento metodológico – CIB29
- Utiliza las normas y reglamentos técnicos pertinentes, en el diseño, instalación, operación, y toda actividad inherente a su especialidad – CIB30

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Automatización de sistemas de eventos discretos (SED).- Controladores de Lógica Programada (PLC's).- Programación.- Automatización con lógica secuencial asíncrona.- El Grafcet.- Guía GEMMA.- Redes de Petri.- Interfaces humano máquina (HMI).- Sistemas SCADA.- Integración PLC-HMI.- Proyecto.- Laboratorio.-

Contenido analítico:

Tema 1. Introducción a la automatización de sistemas de eventos discretos (SED)
1.1 Los sistemas automatizados
1.2 Partes de un sistema automatizado
1.3 Tecnologías de mando cableadas y programadas
1.4 Componentes de automatización
1.5 Útiles de descripción de los sistemas automatizados

Tema 2. Controladores de Lógica Programada (PLC's)
2.1 Introducción
2.2 Clasificación de los PLC's
2.3 Hardware de los PLC's
2.3 Formas de programación: norma IEC-1131-3
2.4 Aplicaciones a sistemas reales

Tema 3. Automatización con lógica secuencial asíncrona
3.1 Introducción
3.2 Sistemas combinacionales
3.3 Procedimiento de análisis
3.4 Procedimiento de diseño
3.5 Reducción de tablas de estado y de flujo
3.6 Asignación de estados libres de carrera
3.7 Aplicaciones

Tema 4. El GRAFCET
4.1 Introducción
4.2 Dominio de aplicación del Grafcet
4.3 Definición del Grafcet: etapas, transiciones y semántica
4.4 Implementación del Grafcet
4.5 Conversión a logigrama
4.6 Aplicaciones

Tema 5. La guía GEMMA
5.1 Introducción
5.2 Aspectos básicos de la guía GEMMA
5.3 Diseño estructurado con la guía GEMMA
5.4 Aplicaciones
5.5 Límites y posibles extensiones de la guía GEMMA

Tema 6. Redes de Petri
6.1 Introducción
6.2 Elementos que componen: lugar, transición, ficha

6.3 Semántica de las Redes de Petri
6.4 Análisis de las Redes de Petri
6.5 Propiedades de las Redes de Petri
6.6 Aplicaciones

Tema 7. Interfaces humano-máquina
7.1 Introducción
7.2 Elementos gráficos
7.3 Elaboración de pantallas
7.4 Software In-Touch de Wonderware
7.6 Otros HMI
7.7 Aplicación a sistemas reales

Tema 8. Integración PLC-HMI
8.1 Introducción
8.2 Buses de campo
8.3 Conexión mediante DDE
8.4 Conexión mediante protocolo de comunicaciones
8.5 Aplicaciones

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] R. Piedrafita, **Ingeniería de la Automatización Industrial**. Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V., Segunda edición, México, D.F., 2004.
[2] E. García, **Automatización de procesos industriales**. Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V., México, D.F., 2001.
[3] J. Balcells, J.L. Romeral**, Autómatas Programables**, Marcombo S.A., España, 2000.
[4] E. Mandado, J.M. Acevedo, S.A. Pérez, **Controladores lógicos y autómatas programables**, Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V., Segunda edición, México, D.F., 1999.
[5] M. Álvarez P., **Controladores lógicos**, Marcombo S.A., España, 2007.
[6] L. A. Bryan, E. A. Bryan, **Programmable Controllers. Theory and Implementation**, Industrial Text Company, Segunda edición, U.S.A., 1997
[7] A. Creus Solé, **Neumática e Hidráulica**, Marcombo S.A., España, 2007.
[8] W.Bolton, **Programmable Logic Controllers**, Newnes, Sixth edition, U.S.A., 2015.
[9] F. Petruzella, **Programmable Logic Controllers**, McGraw-Hill Education, Fifth edition, 2017.
[10] J.P. Romera, J.A. Lorite, S. Montoro, **Automatización. Problemas resueltos con autómatas programables**, Editorial Paraninfo S.A., España, 1994.
[11]D. Bouteille et al., **Los automatismos programables**, Ediciones CITEF, Francia, 1991.
[12] J.R. Florenza, J.C. Bossy**, EL GRAFCET. Práctica y aplicaciones**, Ediciones UPC, Barcelona, 1998.
[13] R. David, H. Alla, **Petri Nets and Grafcet. Tools for modelling discrete event systems**, Prentice Hall International, Great Britain, 1992.
[14] R. David, 'Grafcet: A Powerful Tool for Specification of Logic Controllers', **IEEE Transactions on Control Systems Technology**, Vol. 3, No. 3, September 1995, pp. 253-268.
[15] J.E. Hopcroft, R. Motwani, J.D. Ullman, **Introducción a la teoría de autómatas lenguajes y computación**, Pearson educación S.A., Tercera edición, España, 2009.
[16] C.G. Cassandras, S. Lafortune, **Introduction to Discrete Event Systems**, Second edition, Springer Science + Business Media, LLC, New York, U.S.A., 2008

[17] F. Charbonnier, H. Alla, R. David, 'The Supervised Control of Discrete Event Dynamic Systems', **IEEE Transactions on Control Systems Technology**, Vol. 7, No. 2, March 1997, pp. 175-187.
[18] M. Morris Mano, **Diseño Digital**, Pearson educación, Tercera edición, México, 2003.
[19] R.J. Tocci, N.S. Widmer, G.L. Moss, **Sistemas digitales. Principios y aplicaciones**, Pearson Educación, Décima edición, México, 2007.
[20] W. Barden Jr., **Matemáticas para programadores. Sistemas de numeración y aritmética binaria**, Ediciones Anaya Multimedia, S.A., Madrid, 1986.

ELT 3910 - PLANIFICACIÓN DE PROYECTO DE GRADO

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA: **PLANIFICACIÓN DE PROYECTO DE GRADO**
SIGLA: **ELT 3910**
DURACIÓN: **Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES: **Teóricas: 2, TOTAL: 2**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de aplicar la metodología de investigación científica en problemas de investigación tecnológica. Debe ser capaz de estructurar una tesis y proyecto de grado. Debe ser capaz también preparar una planificación de proyecto de grado.

Unidades de competencia:

- Busca, evalúa, selecciona y utiliza la información actualizada y pertinente para su campo profesional – CG2
- Utiliza tecnologías de información y comunicación genéricas y especializadas en su campo como soporte de su ejercicio profesional – CG3
- Analiza problemas, situaciones y contextos aplicando los métodos y técnicas básicas e integra soluciones y propuestas pertinentes en su campo profesional – CG4
- Colabora en proyectos de investigación básica y aplicada, aplicando métodos de investigación de su profesión con habilidad – CG5
- Comunica de manera escrita, oral y gráfica, las ideas y/o resultados de los proyectos en el ámbito de su profesión – CG11
- Documenta la información de forma estructurada, ordenada y coherente – CG12
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20

- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Metodología de la investigación científica.- Estructura de un proyecto de grado.- Estructura de una tesis.- Elección de tema.- Elaboración de la planificación de proyecto de grado.- Fuentes bibliográficas: sistema Harvard.- En esta asignatura el estudiante deberá realizar la aprobación de su tema de proyecto de grado y la presentación de su perfil de proyecto de grado para su respectiva aprobación por parte de un tribunal conformado por la dirección de la carrera.

Contenido analítico:

Tema 1: Metodología de la investigación científica

1.1 Introducción
1.2 Investigación científica aplicada a ingeniería
1.3 Planteamiento del problema de investigación
1.4 Marco teórico
1.5 Tipo de investigación
1.6 Formulación de hipótesis
1.7 Variables
1.8 Diseño metodológico
1.9 Manejo y análisis de datos
1.10 Comunicación de los resultados de la investigación

Tema 2: Estructura de una tesis

2.1 Introducción
2.2 Planteamiento del problema
2.3 Objetivos
2.4 Marco Teórico, marco conceptual, marco referencial, marco práctico
2.5 Hipótesis
2.6 Índice tentativo

Tema 3: Estructura de un proyecto de grado

3.1 Introducción
3.2 Planteamiento del problema
3.3 Objetivos
3.4 Revisión Bibliográfica
3.5 Ingeniería del Proyecto
3.6 Índice tentativo

Tema 4: Elección de tema

4.1 Introducción
4.2 Banco de temas de proyecto de grado
4.3 Nombre del Proyecto
4.4 Búsqueda de bibliografía

Tema 5: Elaboración de la planificación de proyecto de grado

5.1 Introducción
5.2 Aprobación de temas e índices tentativos de cada alumno

Tema 6: Fuentes bibliográficas

6.1 Introducción
6.2 Artículos de revistas
6.3 Libros
6.4 Sistema Harvard para citas bibliográficas

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Humberto Eco, **Como se hace una tesis. Técnicas y procedimientos se estudió, investigación e escritura**.
[2] Roberto Hernández Sampieri, et al., **Metodología de la Investigación**. 4ta. Edición, McGraw-Hill, México, 2006.
[3] Heinz Dieterich, **Nueva Guía para la Investigación Científica**. Editorial Planeta Mexicana, S.A. de C.V., 1996
[4] Armengol Blanco. **Manual para la Redacción del Trabajo de Titulación**. 2003.

ELT 3920 - PRÁCTICAS EN LA INDUSTRIA

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA: **PRÁCTICAS EN LA INDUSTRIA**
SIGLA: **ELT 3920**
DURACIÓN: **Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES: **Teóricas: 0, TOTAL: 2**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Realización de tareas prácticas por el lapso equivalente a 320 horas académicas (240 horas reloj o 6 semanas a tiempo completo) en una o varias empresas o instituciones donde se desarrollen trabajos de diseño, instalación, control, operación, mantenimiento, etc. de sistemas eléctricos y/o electrónicos, en permanente coordinación con la carrera. Elaboración y presentación de un informe técnico de acuerdo a formato, adjuntando certificación de trabajo.

ELT 3961 - SISTEMAS DE POTENCIA III

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA: **SISTEMAS DE POTENCIA III**
SIGLA: **ELT 3961**
DURACIÓN: **Un Semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES: **Teóricas: 6, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTRIBUCIÓN DEL PERFIL

Objetivos:

En la presente asignatura analiza el comportamiento de los sistemas eléctricos de potencia, ante pequeñas señales de perturbación, con lo que se pretende llegar a mejorar la calidad de servicio. Para conseguir este objetivo fundamental, es necesario realizar la modelación matemática del Sistema Eléctrico de Potencia y culminar este estudio con la simulación del mismo. La calidad de la energía es una tendencia mundial, lo que conlleva el mejoramiento del servicio, teniendo en cuenta que son técnicas que ya se están aplicando en Bolivia.

UNIDADES DE COMPETENCIA:

- Aplica conocimientos básicos de ciencias y de la teoría de control para el análisis (CG1)
- Identifica las partes constituyentes del sistema eléctrico de potencia y las leyes físicas que lo gobiernan, de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias. (CE19)
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan a los sistemas, fenómenos o procesos de acuerdo a las hipótesis y que tienen solución por métodos analíticos o computacionales. (CE20)
- Selecciona una metodología para resolver los problemas de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable. (CE22)
- Aplica los conceptos físico – matemático en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con estos conceptos. (CE23)
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico y por simulación computacional. (CE24)
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra sistema de potencia, destinados a la generación, y distribución de la energía con calidad. (CIA27)

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO:

CONTENIDO MÍNIMO:

Calidad de la energía eléctrica y la potencia.- Perturbaciones en los SEP.- Modelación matemática de las turbinas.- Reguladores de velocidad en los SEP.

CONTENIDO ANALÍTICO:

TEMA 1: CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE POTENCIA

1.1 Introducción
1.2 Energía eléctrica y su impacto en la Sociedad.
    1.2.1 Sistemas Hidráulicos
    1.2.2 Sistemas térmicos
    1.2.3 Sistemas alternativos de energía
1.3 La estructura e y la economía de la industria de la energía eléctrica.
1.4 La importancia del uso de los controladores para mejorar la calidad de la energía.
1.5 Representación global de un SEP, con todos los controladores, en forma general.

TEMA 2: PERTURBACIONES EN LOS SEP.

2.1 Introducción
2.2 Definición de los tipos de perturbaciones en un SEP
    2.2.1 Caso grandes perturbaciones.
    2.2.2 Caso pequeñas perturbaciones.
2.3 Modelo matemático de la carga en un SEP.
2.4 Modelo matemático de un generador aislado
2.5 Modelo matemático, caso multimaquinas.

TEMA 3: MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LAS TURBINAS.

3.1 Introducción
3.2 Modelo matemático de una turbina térmica
    3.2.1 Representación por diagramas de bloques
3.3 Modelo matemático de una turbina hidráulica
    3.3.1 Representación por diagramas de bloques
3.4 Modelación matemática de sistemas especiales.
3.5 Simulación de las turbinas térmicas
3.6 Simulación de las turbinas hidráulicas.
3.7 Conclusiones técnicas

TEMA 4: REGULADORES DE VELOCIDAD.

4.1. Introducción
4.2 Partes constitutivas de un regulador de velocidad
4.3 Modelación del Regulador Isocrono
    4.3.1 Representación en diagramas de bloque
    4.3.2 Estabilidad del regulador isocrono
4.4 Modelación del Regulador con caída de velocidad
    4.4.1 Representación en diagramas de bloque
    4.4.2 Estabilidad del regulador con caída de velocidad
4.5 Reguladores Electrónicos
    4.5.1 Regulador Taco – acelerómetro

4.4.2 Regulador con realimentación derivativa
4.4.3 Regulador con Servoposicionador
4.6 Calibración de los Reguladores
4.6.1 Por el método de Bode
4.6.2 Por formulas aproximadas
4.6.3 Por Ziegler Nichols
4.7 Análisis de la regulación secundaria
4.8 Sistemas interconectados
4.9 Simulación

D.: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

[1] Olle Elgerd, “Introducción a la teoría de sistemas de Energía eléctrica”, Mc Grawn – Hill, 1978.
[2] Xisto Viera Filho, “Operación de sistemas de potencia con control automático de Generacion”, Editora Campus Electrobras, 2004.
[3] Anderson and Fouad, “Power System Control and Stability”, Iowa State University Press, 1977
[4] E. Harper, “Calidad de la Energía”, Prentice Hall, 2004
[5] D. Ismael, “Texto de clases”,1984

ELT 3971 - SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**SUBESTACIONES ELÉCTRICAS**
SIGLA:	**ELT 3971**
DURACIÓN	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas: 4, Prácticas: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:
Al finalizar el curso, el alumno deberá ser capaz de analizar, diseñar, construir y realizar el mantenimiento de subestaciones eléctricas.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Toma decisiones y emprende iniciativas – CG9
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19

- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas de generación, subestaciones, líneas de transmisión, redes de distribución y subtransmisión, de instalaciones industriales y domiciliarias, sistemas automatizados, que cumplan con las especificaciones técnicas, documentado a través de cálculos de manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas, coherentes, y óptimas – CIA27
- Dirige, supervisa y realiza la instalación y la puesta en funcionamiento de sistemas eléctricos interpretando la documentación pertinente para la instalación de los mismos – CIA28
- Desarrolla y ejecuta un plan de operación para el uso del sistema, un plan de mantenimiento metodológico – CIA29
- Utiliza las normas y reglamentos técnicos pertinentes, en el diseño, instalación, operación, y toda actividad inherente a su especialidad – CIA30

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Clasificación.- Elementos constitutivos de una subestación.- Esquemas eléctricos en subestaciones.- Coordinación de aislamiento.- Sistemas auxiliares en subestaciones.- Subestaciones encapsuladas.- Ensayos y puesta en servicio de subestaciones.- Mantenimiento de subestaciones.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1: Fundamentos de subestaciones

1.1 Definición.
1.2 Clasificación.
1.3 Tensiones nominales en el SIN.
1.4 Sistema eléctrico Boliviano.
1.5 Subestaciones del SIN

Tema 2: Elementos Constitutivos

2.1 Definiciones.
2.2 Transformador de potencia.
2.3 Interruptor de potencia.
2.4 Seccionador.
2.5 Pararrayos.
2.6 Transformadores de corriente.
2.7 Transformadores de potencial.
2.8 Trampa de onda.
2.9 Banco de capacitares.
2.10 Reactores

Tema 3: Esquemas Eléctricos

3.1 Definiciones.
3.2 Tipos de representación.
3.3 Símbolos empleados en la realización de diagramas eléctricos.
3.4 Designación de dispositivos eléctricos.
3.5 Condiciones para la selección de la configuración.
3.6 Tipos de esquemas.
3.7 Disposición física en subestaciones

Tema 4: Coordinación de aislamiento

4.1 Definiciones.
4.2 Coordinación de aislamiento.
4.3 Distancias dieléctricas mínimas.
4.4 Efecto del medio ambiente.
4.5 Protección contra sobretensiones.
4.6 Sistema de puesta a tierra

Tema 5: Sistemas auxiliares

5.1 Sistemas de control.
5.2 Sistemas de protección.
5.3 Medición.
5.4 Comunicación.
5.5 Sistemas de suministro de energía

Tema 6: Subestaciones encapsuladas

6.1 Introducción.
6.2 Hexafluoruro de azufre.
6.3 Clasificación.
6.4 Características constructivas.
6.5 Subestaciones GIS en Bolivia

Tema 7: Ensayos y puesta en servicio

7.1 Definición.
7.2 Clasificación.
7.3 Pruebas comunes.
7.4 Pruebas específicas.
7.5 Pruebas en equipos.
Procedimiento de puesta en marcha de subestaciones

Tema 8: Mantenimiento

8.1 Definición.
8.2 Objetivos.
8.3 Tipos de mantenimiento.
8.4 Planificación del mantenimiento.
8.5 Actividades de mantenimiento en equipos de una subestación

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Harper, E. **Elementos de diseño de subestaciones eléctricas** (2da. Edición).
[2] Martin, R. **Diseño de subestaciones eléctricas**.
[3] CEAC, **Estaciones de transformación y distribución, Protección de sistemas eléctricos**.
[4] Zoppeti, **Estaciones transformadoras y de distribución**.
[5] Ras, E. **Transformadores de potencia, de medida y de protección**.
[6] Harper, E. **Técnica de altas sobretensiones** (Volumen II).
[7] McDonald, J. D. **Electric Power Substations Engineering**.
[8] www.cndc.bo/

ELT 3981 - TARIFACIÓN Y REGULACIÓN SECTORIAL ELÉCTRICA

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA: **TARIFACIÓN Y REGULACIÓN SECTORIAL ELÉCTRICA**
SIGLA: **ELT 3981**
DURACIÓN: **Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES: **Teóricas: 4, TOTAL: 4**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de analizar el sistema de regulación de los mercados eléctricos. Debe ser capaz de analizar, la determinación de las tarifas eléctricas en los diferentes mercados eléctricos. Debe ser capaz interpretar y consecuentemente aplicar el Marco Legal y su reglamentación.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica los diferente tipos de mercados eléctricos, hasta llegar a entender el funcionamiento de cada uno de ellos y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos económicos-regulatorios en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra modelos tarifarios que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean

estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:

Introducción a la economía.- Desregulación del sector eléctrico en el mundo y Bolivia.- Ley de electricidad en Bolivia.- Costos marginales de corto plazo.- Tarifación en sistemas de transmisión.- Tarifación en sistemas de distribución.- Tarifación en sistemas aislados.

Contenido analítico:

Tema 1: Introducción a la economía

1.1 Introducción
1.2 Definición de Economía.
1.3 Definición de Microeconomía.
1.4 Definición de Costos.
1.5 Curvas de Demanda.
1.6 Curvas de Oferta.
1.7 Estructuras de Mercado.
1.8 Monopolio.
1.9 Oligopolio.
1.10 Competencia.

Tema 2: Regulación del sector eléctrico en Bolivia

2.1 Introducción.
2.2 Qué es regulación de Servicios?
2.3 Por qué la regulación de Servicios?
2.4 El rol que desempeña el Estado
2.5 El rol que desempeña el Regulador.
2.6 Estructura Organizacional del Sector Eléctrico Boliviano

Tema 3: Marco legal en Bolivia

3.1 Introducción.
3.2 Ley del Sistema de Regulación Sectorial.
3.3 Ley de Electricidad.
3.3.1 Reglamento de Precios y Tarifas.
3.3.2 Reglamento de Operación del Mercado Eléctrico.
3.3.3 Reglamento de Calidad de Distribución.
3.3.4 Reglamento de Calidad de Transmisión.
3.3.5 Reglamento de Servicio Público de Suministro de Electricidad.
3.3.6 Reglamento de Electrificación Rural.
3.3.7 Reglamento de Comercialización e Interconexión Internacional de Electricidad.
3.3.8 Reglamento de Concesiones, Licencias, y Licencias Provisionales.
3.3.9 Reglamento de Uso de Bienes de Dominio Público y Constitución de Servidumbres.
3.3.10 Reglamento de Infracciones y Sanciones.
3.4 La Ley de Procedimiento Administrativo.

3.4.1 Reglamento de la Ley de Procedimiento Administrativo para el Sistema de Regulación Sectorial.

Tema 4: Determinación del precio de la energía

4.1 Introducción.
4.2 Mercado de Contratos.
4.3 Mercado Spot.
4.4 Conceptos de Despacho Económico de Carga.
4.5 Concepto de Costo Marginal de Energía.
4.6 Curva de carga de un SEP.
4.7 Determinación del Precio de la Energía
4.7.1 Cálculo del Precio de la Energía en la barra de Referencia.
4.7.2 Cálculo del Precio de la Energía en todos los nodos del SEP.

Tema 5: Determinación del precio de la potencia

5.1 Introducción
5.2 Mercado de Contratos.
5.3 Mercado Spot.
5.4 Costo Marginal de Potencia.
5.5 Determinación de Precio de la Potencia.
5.5.1 Ubicación de la Unidad Generadora.
5.5.2 Cálculo del Precio de la Potencia en la barra de Referencia.
5.5.3 Cálculo del Precio de la Energía en todos los nodos del SEP.

Tema 6: Remuneración por el uso de la transmisión

6.1 Introducción
6.2 Sistema de Transmisión Económicamente Adaptado (STEA)
6.3 Conceptos Generales
6.4 Restricciones a la Propiedad
6.5 Requisitos Legales.
6.6 Expansión.
6.7 Cargo por el uso del Sistema de Transmisión.
6.8 Metodologías para la determinación del Peaje.
6.9 Pago al Sistema de Transmisión.
6.10 Ejercicios Resueltos.

Tema 7: Remuneración de la actividad de distribución

7.1 Introducción.
7.2 Conceptos básicos.
7.3 Tipos de Metodologías.
7.4 Costos de Distribución.
7.5 Valor Agregado de Distribución.
7.6 Tipos de Carga del Sistema Distribución.
7.7 Curvas de Carga.

Tema 8: Pronóstico de la demanda

8.1 Introducción
8.2 Conceptos básicos de Econometría.
8.3 Modelos Econométricos.
8.4 Pronósticos de Carga.

Tema 9: Caracterización de la carga

9.1 Introducción
9.2 Factores
9.3 Mediciones.
9.4 Clasificación de la carga.
9.5 Responsabilidad del tipo de carga en el sistema de distribución.

Tema 10: Determinación de cargos tarifarios

10.1 Introducción
10.2 Diseño de Estructuras Tarifarias.
10.2.1 Estructura Tarifaria - Categoría Domiciliario.
10.2.2 Estructura Tarifaria - Categoría General.
10.2.3 Estructura Tarifaria - Categoría Industrial.

D. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Ley de Electricidad Nº 1604.
[2] Reglamentos de la Ley de Electricidad.
[3] Ley de Procedimiento Administrativo.
[4] Reglamento de la Ley de Procedimiento Administrativo.

ELT 3990 – GRADUACIÓN

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA: **INGENIERÍA ELÉCTRICA E INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA: **GRADUACIÓN**
SIGLA: **ELT 3990**
DURACIÓN: **Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES: **Teóricas: 0, TOTAL: 2**
PLAN DE ESTUDIOS: **2011**

B. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:
Esta asignatura se asignará a los estudiantes que hayan vencido todas las asignaturas hasta el noveno semestre. Consiste en el desarrollo del proyecto fin de carrera o proyecto de grado con la supervisión y apoyo de un docente tutor, conforme a reglamento. El alumno deberá tener aprobado el tema de proyecto de grado y su planificación. Presentación del borrador del proyecto de grado, defender en forma oral el borrador de proyecto de grado. Presentación del trabajo en limpio de proyecto de grado. Defensa pública oral del proyecto de grado. Todos los pasos deben ser desarrollados en el transcurso del semestre.

ELT 3992 - AUTOMÁTICA II

A. IDENTIFICACIÓN

CARRERA:	**INGENIERÍA ELÉCTRICA, INGENIERÍA ELECTRÓNICA**
ASIGNATURA:	**AUTOMÁTICA II**
SIGLA:	**ELT 3992**
DURACIÓN	**Un semestre académico (20 semanas)**
HORAS SEMANALES:	**Teóricas: 4, Laboratorio: 2, TOTAL: 6**
PLAN DE ESTUDIOS:	**2011**

B. CONTRIBUCIÓN AL PERFIL

Objetivos:

Al terminar la asignatura, el estudiante debe ser capaz de diseñar sistemas de control automáticos usando entradas y salidas analógicas, bajo diferentes buses de campo y con diferentes software, además de diseñar planos inteligentes P&ID, tendrá las herramientas necesarias para diseñar una casa inteligente con hardware y software. Propios.

Unidades de competencia:

- Aplica los conocimientos básicos de la profesión en la explicación y solución de problemas de la misma – CG1
- Identifica las partes de un dispositivo, equipo, sistema, fenómeno o proceso, hasta llegar a conocer los elementos que lo conforman, las relaciones que guardan entre sí y documenta la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes, generando conclusiones propias – CE19
- Plantea hipótesis y genera alternativas de modelos en lenguaje matemático que representan un sistema, fenómeno o proceso de acuerdo a la hipótesis y que tiene solución por métodos analíticos o computacionales – CE20
- Selecciona una metodología para resolver el problema de tal forma que permita que la solución tecnológica sea pertinente y viable – CE22
- Aplica los conceptos físico-matemáticos en la resolución de problemas de tal manera que la solución cumpla con éstos conceptos – CE23
- Verifica y evalúa los resultados obtenidos con un método analítico, o con el apoyo de una herramienta tecnológica – CE24
- Identifica, define, plantea, diseña, desarrolla e integra procesos y sistemas electrónicos que cumplan con especificaciones deseadas, demostrando su funcionamiento mediante simulaciones y documentando la información obtenida de tal manera que las ideas presentadas sean estructuradas, ordenadas y coherentes – CIB27

C. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

Contenido mínimo:
Programación de entradas y salidas analógicas.- Buses de Campo.- Redes Industriales.- Sistemas de control Distribuido (DCS).- Internet en los sistemas de automatización industrial.-

Integración instrumentación.- Estudio de casos de integración, instrumentación, control y automatización.- Domótica.- Proyecto.

Contenido analítico:

Tema 1: **Programación de entradas y salidas analógicas**
1.1 Instrucciones análogas
1.2 Escalamiento de Señales analógicas
1.3 Módulos de termocuplas
1.4 Módulos de entrada de corriente y voltaje
1.5 Módulos de pesaje

Tema 2: Buses de campo
2.1 Tópicos de buses de campo
2.2 Configuración del gestor de bus
2.3 Profibus-DP
2.4 Profibus – FMS
2.5 Profibus – PA
2.6 Dispositivos de Campo
2.7 Bus Interbus
2.8 Características de los Buses de Campo.

Tema 3: Redes industriales
3.1 Configuración
3.2 Tipos de cables
3.3 Protocolo RS-232 y RS 485
3.4 Protocolo DH485, DH485+
3.5 Ethernet
3.6 Device Net
3.7 Control Net
3.8 Hart

Tema 4: Sistemas de control distribuido (DCS)
4.1 Fundamentos de DCS
4.2 Plant Pax
4.3 Sistema Delta
4.4 Protocolos de comunicación
4.5 Paneles de Supervisión
4.6 Sistemas implementados

Tema 5: Internet en sistemas de automatización industrial
5.1 Internet en Automatización Industrial
5.2 Ethernet Industrial
5.3 Autómatas servidores web
5.4 Configuración de redes Ethernet
5.5 Bus de Campo Ethernet
5.6 Buses de Campo Clásicos
5.7 Sistemas SCADA servidores de Ethernet

Tema 6: Integración en instrumentación
6.1 Norma ANSI

6.2 Circuitos eléctricos en Norma ANSI
6.3 Diagramas Eléctricos
6.4 Diagramas neumáticos
6.5 Diagramas hidráulicos
6.6 Tipos de enlaces
6.7 Diseño e interpretación de planos P&ID.

Tema 7: Estudio de casos de integración, instrumentación, control y automatización
7.1 Control de Nivel de líquidos
7.2 Sistemas automáticos para llenado y envasado
7.3 Sistemas de refrigeración
7.4 Sistemas de Calefacción
7.5 Normas para la selección de equipos.

Tema 8: Domótica e inmótica
8.1 Fundamentos de domótica
8.2 Sensor de movimiento
8.3 Sensor de gas
8.4 Sensor de humo
8.5 Sensor inductivo
8.6 Cerraduras eléctricas
8.7 Diseño de sistemas de control
8.8 Control por PC
8.9 Control con microcontroladores
8.10 Control de luces mediante horario
8.11 Control de alimento de mascotas
8.12 Control de hidrantes
8.13 Control de mallas electrificadas
8.14 Enlace vía telefónica
8.16 Enlace vía web
8.17 Tipos de alarmas
8.18 Diseño de casas inteligentes.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Ingeniería de la Automatización Industrial – Ramon Piedrafrita – Ed. Alfa Omega
[2] Autómatas Programables - Josep Balcells- Ed. Marcombo
[3] Autómatas Programables- Enrique Mandado – Ed. Thomson