

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica		DEPARTAMENTO: Potencia	
ASIGNATURA: Sobretensiones Transitorias				CÓDIGO: 2360	PAG.: 1 DE: 9
REQUISITOS: Sistemas de Potencia II					UNIDADES: 4
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3	1		2		

PROPÓSITO

Esta asignatura complementa la formación del estudiante en los sistemas de potencia de la opción potencia de la carrera de ingeniería eléctrica, cuyo propósito es proporcionar los fundamentos de los estudios básicos en sistemas eléctricos de potencia en régimen transitorio.

OBJETIVO GENERAL

Analizar del comportamiento de los sistemas de potencia en régimen transitorio.

OBJETIVOS TERMINALES

- 1- Aplicar las leyes fundamentales de campo eléctrico.
- 2- Estudiar el comportamiento de los mecanismos de ruptura de los materiales aislantes.
- 3- Analizar el régimen transitorio utilizando ondas viajeras.
- 4- Simular el comportamiento transitorio de las variables eléctricas en una línea de transmisión.
- 5- Conocer las causas que originan sobretensiones en una línea.
- 6- Establecer los criterios para la coordinación de aislamiento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1- Aplicar las leyes fundamentales de campo eléctrico.
 - 1.1- Estudiar las características del campo eléctrico en los sistemas de potencia.
 - 1.2- Discutir sobre las fallas del aislamiento eléctrico.
- 2- Estudiar el comportamiento de los mecanismos de ruptura de los materiales aislantes.
 - 2.1- Conocer el comportamiento de la ruptura de los materiales aislantes.
- 3- Analizar el régimen transitorio utilizando ondas viajeras.
 - 3.1- Analizar el régimen transitorio utilizando ondas viajeras.
 - 3.2- Entender la relación entre el régimen transitorio y las ondas viajeras en los sistemas de potencia.
 - 3.3- Determinar las ecuaciones de las ondas viajeras incidentes y reflejadas en los sistemas de potencia.
- 4- Simular el comportamiento transitorio de las variables eléctricas en una línea de transmisión
 - 4.1- Analizar el principio de funcionamiento del programa de simulación.

Fecha Emisión: Octubre 2005	Nro. Emisión: 3 ^{era.}	Período Vigente:	Ultimo Período:
Profesor: Nerio Ojeda	Jefe Dpto.: A. Cepeda Q.	Director: F. Brito	Aprob. Cons. Escuela: Aprob. Cons. Facul.:

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica		DEPARTAMENTO: Potencia	
ASIGNATURA: Sobretensiones Transitorias			CÓDIGO: 2360	PAG.: 2 DE: 9	
REQUISITOS: Sistemas de Potencia II				UNIDADES: 4	
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3	1		2		

4.2- Simular la respuesta en tiempo de circuitos eléctricos compuestos de elementos concentrados R, L y C, como ejemplo de aplicación.

4.3- Introducir las características de las líneas de transmisión las cuales serán simuladas.

5- Conocer las causas que originan sobretensiones en una línea.

5.1- Estudiar los diferentes casos de sobretensiones en los sistemas de potencia.

5.2- Analizar los niveles de sobretensión en al caso de fallas monofásicas y bifásicas.

6- Establecer los criterios para la coordinación de aislamiento.

6.1- Determinar los métodos asociados para realizar la coordinación de aislamiento.

6.2- Seleccionar los aisladores de unas líneas de transmisión.

6.3- Seleccionar los dispositivos de protección contra sobretensiones.

6.4- Analizar las ecuaciones utilizadas en la coordinación de aislamiento.

CONTENIDO

A- PROGRAMA SINÓPTICO

Teoría.

Importancia del estudio de la alta tensión y terminología empleada en alta tensión. Mecanismos de ruptura dieléctrica en materiales sólidos, líquidos y gaseosos. Sobretensiones en los sistemas de potencia: sobretensiones temporales, sobretensiones por descargas atmosféricas, sobretensiones de maniobra. Simulación de Transitorios Electromagnéticos.

Coordinación de aislamiento: tensiones resistentes, tensiones resistentes nominales, nivel de aislamiento; método convencional para la coordinación de aislamiento, método estadístico para la coordinación de aislamiento. Pararrayos: partes de un pararrayo, selección de la tensión nominal y la clase de un pararrayo, verificación de la coordinación del aislamiento con el empleo del pararrayo, influencia de las conexiones en los pararrayos.

Laboratorio.

Normas de seguridad para el uso del laboratorio. Funcionamiento del laboratorio. Técnicas de medición de altas tensiones. Pérdidas dieléctricas. Descargas parciales. Comportamiento de los pararrayos. Ondas viajeras. Simulación de Transitorios Electromagnéticos.

Fecha Emisión: Octubre 2005	Nro. Emisión: 3 ^{era.}	Período Vigente:	Ultimo Período:
Profesor: Nerio Ojeda	Jefe Dpto.: A. Cepeda Q.	Director: F. Brito	Aprob. Cons. Escuela: Aprob. Cons. Facul.:

FACULTAD: Ingeniería	ESCUELA: Ingeniería Eléctrica	DEPARTAMENTO: Potencia			
ASIGNATURA: Sobretensiones Transitorias		CÓDIGO: 2360	PAG.: 3	DE: 9	
REQUISITOS: Sistemas de Potencia II				UNIDADES: 4	
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3	1		2		

B- PROGRAMA DETALLADO

TEMA 1. Introducción a la ingeniería de la alta tensión y terminología empleada.

- Evolución de los sistemas Importancia del estudio de la alta tensión. Campo de la Ingeniería de la alta tensión. Simulación de Transitorios Electromagnéticos.
- Terminología: Tensión nominal de un sistema trifásico. Tensión máxima de un sistema trifásico. Tensión máxima de un equipo. Sobretensión. Sobretensiones fase a tierra en por unidad. Sobretensión fase a fase en por unidad. Aislamiento externo. Aislamiento interno. Aislamiento auto restaurable. Aislamiento no auto restaurable. Descarga disruptiva. Descarga parcial. Perforación. Flashover o contorno. Sparkover.

TEMA 2. Ruptura dieléctrica en sólidos, líquidos y gaseosos.

- Ruptura en gases: Ley de los gases ideales. Densidad de un gas. Teoría cinética de los gases. Velocidad de las partículas. El camino libre. El choque elástico entre partículas. El choque inelástico entre partículas. Proceso de ionización. Primer coeficiente de ionización de Townsend. El proceso catódico. Emisión termoiónica. Emisión por campo eléctrico. Emisión fotoeléctrica. El segundo coeficiente de ionización de Townsend. La condición de ruptura dieléctrica. La Ley de Paschen. Ruptura en campo no uniforme. Probabilidad de ruptura con tensiones de impulso.
- Ruptura en líquidos: Generalidades, influencia de la pureza de los líquidos en el de ruptura. Ruptura térmica. Ruptura eléctrica. Ruptura termofibrosa. Comparación de la rigidez dieléctrica en líquidos y gases Principio de operación.
- Ruptura dieléctrica en sólidos: Influencia del espesor en el mecanismo de ruptura. Comportamiento térmico. Perforación termoeléctrica. Técnicas de diagnóstico.

TEMA 3. Ondas viajeras en los sistemas de potencia.

- Relación entre el régimen transitorio y las ondas viajeras en los sistemas de potencia.
- Métodos de análisis en régimen transitorio utilizando ondas viajeras. Aplicaciones.

TEMA 4. Simulación del comportamiento transitorio de las variables eléctricas en una línea de transmisión

- Introducción a la simulación de transitorios electromagnéticos en los sistemas de potencia. Principio de funcionamiento del programa de simulación.
- Consideraciones de la respuesta en tiempo de circuitos eléctricos compuestos de elementos concentrados R, L y C, como ejemplo de aplicación

TEMA 5. Sobretensiones en los Sistemas de Potencia.

Fecha Emisión: Octubre 2005	Nro. Emisión: 3 ^{era.}	Período Vigente:	Último Período:		
Profesor: Nerio Ojeda	Jefe Dpto.: A. Cepeda Q.	Director: F. Brito	Aprob. Cons. Escuela:	Aprob. Cons. Facul.:	

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica		DEPARTAMENTO: Potencia	
ASIGNATURA: Sobretensiones Transitorias				CÓDIGO: 2360	PAG.: 4 DE: 9
REQUISITOS: Sistemas de Potencia II					UNIDADES: 4
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3	1		2		

- Clasificación de las sobretensiones de acuerdo a la forma de la onda. Formas de ondas normalizadas para sobretensiones de maniobra y por impulso atmosférico.
- Sobretensiones temporales causadas por: Fallas a tierra. Ferroresonancia. Resonancia. Pérdida brusca de la carga. Líneas en vacío. Cargas capacitivas. Sobretensiones causadas por descargas atmosféricas. Influencia de las puestas a tierra en las sobretensiones atmosféricas. Sobretensiones de maniobras causadas al operar los interruptores de las líneas de transmisión. Ejemplos de sobretensiones en los sistemas con programa de simulación de transitorios electromagnéticos.

TEMA 6. Dimensionamiento de los Aislamientos.

- Distancia de fuga de los aislamientos en función de los niveles de contaminación.
- Tensión resistente de las cadenas de aisladores en relación al número de unidades.
- Tensión resistente entre partes activas y puestas a tierra en función de las separaciones, teniendo como medio dieléctrico el aire.
- Tensión resistente entre partes activas, en función de la separación, teniendo como dieléctrico el aire.

TEMA 7. Dispositivos de Protección contra Sobretensiones.

- El pararrayo, sus partes y funcionamiento. Selección de la tensión nominal de un pararrayo y su clase. Características de los pararrayos. Tensión de sparkover de un pararrayo a un frente de onda FOW. Nivel de protección para descargas atmosféricas. Nivel de protección para sobretensiones de maniobra. Corriente máxima de descarga del pararrayo.
- Ecuaciones para la coordinación del aislamiento sin tomar en cuenta el efecto de separación de los pararrayos. Determinación de las tensiones resistentes de los equipos empleando los criterios de coordinación y para diversos tipos de puesta a tierra.

TEMA 8. Coordinación de Aislamiento.

- Terminología. Tensión resistente de corta duración a frecuencia industrial. Tensión resistente estadística al impulso atmosférico. Tensión resistente estadística al impulso de maniobra. Tensión resistente convencional al impulso atmosférico. Tensión resistente convencional al impulso de maniobra. Sobretensión estadística por descarga atmosférica. Sobretensión estadística por maniobra. Sobretensión máxima convencional por maniobra. Tensión resistente nominal de corta duración a frecuencia industrial. Tensión resistente nominal al impulso atmosférico. Tensión resistente nominal de maniobra.
- Nivel de aislamiento nominal. Nivel básico de aislamiento BIL.

Fecha Emisión: Octubre 2005	Nro. Emisión: 3 ^{era.}	Período Vigente:	Ultimo Período:
Profesor: Nerio Ojeda	Jefe Dpto.: A. Cepeda Q.	Director: F. Brito	Aprob. Cons. Escuela: Aprob. Cons. Facul.:

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica		DEPARTAMENTO: Potencia	
ASIGNATURA: Sobretensiones Transitorias				CÓDIGO: 2360	PAG.: 5 DE: 9
REQUISITOS: Sistemas de Potencia II					UNIDADES: 4
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3	1		2		

- Factor de seguridad convencional. Factor de seguridad estadístico.
- Método convencional para coordinación de aislamiento. Niveles de aislamiento normalizados. Ecuaciones para la coordinación de aislamiento tomando en cuenta las sobretensiones. Temporales de maniobra y atmosférica. Factores de seguridad convencional para la coordinación del aislamiento.
- Método estadístico para la coordinación del aislamiento. Fundamento del método, el riesgo de falla. Factor de seguridad estadístico. Cálculo gráfico del riesgo de falla en función del factor de seguridad estadístico. Determinación de las tensiones resistentes en función del riesgo de falla.

C- PROGRAMA DE LABORATORIO

TEMA 1. Medición en Alta Tensión.

- Normas de seguridad del laboratorio. Funcionamiento de los equipos y dispositivos de seguridad del laboratorio. Métodos para medir alta tensión: el espinterómetro, voltímetro electrostático, divisores de tensión, transformadores de tensión, método de Fortescue. Comparación de los métodos de Fortescue, divisor de tensión capacitivo y el espinterómetro y elaboración de curvas de errores.
- Aplicación de los factores de corrección para tomar en cuenta la variación de la densidad relativa del aire para el espinterómetro.

TEMA 2. Medición de las Pérdidas Dieléctricas de un Equipo Eléctrico.

- Pérdidas dieléctricas, tipos de pérdidas dieléctricas. Método para medir las pérdidas por conducción. Método para medir las pérdidas por polarización. Medición del aislamiento.

TEMA 3. Medición de $\tan \delta$.

- El puente Schering, ecuaciones de balanceo del puente, uso de la fuente de potencia de guarda. El factor del ángulo de pérdida $\tan \delta$, el factor de potencia del aislamiento con los modelos serie y paralelo utilizados para representar las pérdidas dieléctricas Medición del factor del ángulo de pérdida $\tan \delta$.

TEMA 4. Medición de descargas parciales.

- Que son las descargas parciales, como se producen, tipos de descargas parciales.
- Como se miden las descargas parciales, funcionamiento del circuito de medición.
- Procedimiento de calibración de las descargas parciales obtención del factor de calibración. Medición de descargas parciales. Determinación de la carga aparente y de la tensión de iniciación de las descargas parciales de los objetos ensayados.
- Medición de las descargas parciales internas y superficiales que se producen en un equipo eléctrico. Interpretación de los pulsos vistos a través del osciloscopio.

TEMA 5. Medición de las características de los pararrayos

Fecha Emisión: Octubre 2005	Nro. Emisión: 3 ^{era.}	Período Vigente:	Ultimo Período:
Profesor: Nerio Ojeda	Jefe Dpto.: A. Cepeda Q.	Director: F. Brito	Aprob. Cons. Escuela: Aprob. Cons. Facul.:

FACULTAD: Ingeniería	ESCUELA: Ingeniería Eléctrica	DEPARTAMENTO: Potencia			
ASIGNATURA: Sobretensiones Transitorias		CÓDIGO: 2360	PAG.: 6	DE: 9	
REQUISITOS: Sistemas de Potencia II				UNIDADES: 4	
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3	1		2		

- El pararrayo, sus partes y funcionamiento. Selección de la tensión nominal de un pararrayo y su clase. Medición de las características de los pararrayos. Tensión de sparkover de un pararrayo a un frente de onda FOW. Tensión de residual.

TEMA 6. Representación de Fuentes y Elementos R, L y C en el Programa de Simulación.

- Representación de elementos R, L y C. Representación de elementos acoplados R, L y C. Representación de fuentes. Circuitos serie como ejemplo de aplicación.

TEMA 7. Representación de líneas e interruptores en el programa de simulación.

- Representación de líneas de transmisión e interruptores. Circuito tipo PI nominal.

TEMA 8. Representación de líneas e interruptores en el programa de simulación.

- Representación de líneas de transmisión e interruptores. Circuito de parámetros distribuidos.

TEMA 9. Representación de líneas e interruptores en el programa de simulación.

- Independientes de la frecuencia. Circuito de parámetros distribuidos dependientes de la frecuencia. Representación de interruptores.

TEMA 10. Representación de Transformadores con característica lineal.

- Representación de transformadores y reactores de potencia.

TEMA 11. Representación de Transformadores con características no lineal.

- Representación de transformadores y reactores de potencia.

TEMA 12. Elementos no Lineales en el Programa de Simulación.

- Representación de elementos no lineales.

D- REQUISITOS

Formales

Para el ingreso a la asignatura se debe haber aprobado la asignatura Sistemas de Potencia II.

Sobretensiones Transitorias no es requisito formal para las asignaturas siguientes en la carrera.

Académicos

Conocer la teoría básica de electromagnetismo.

Conocer sobre probabilidad y estadística.

Conocer la teoría sobre ondas viajeras que se aplica en líneas de transmisión.

Conocer los modelos sobre transformadores régimen permanente.

Conocer los modelos de las líneas de transmisión.

Conocer sobre el cálculo de fallas y su modelación en los sistemas de potencia.

Fecha Emisión: Octubre 2005	Nro. Emisión: 3 ^{era.}	Período Vigente:	Ultimo Período:		
Profesor: Nerio Ojeda	Jefe Dpto.: A. Cepeda Q.	Director: F. Brito	Aprob. Cons. Escuela:	Aprob. Cons. Facul.:	

FACULTAD: Ingeniería	ESCUELA: Ingeniería Eléctrica	DEPARTAMENTO: Potencia			
ASIGNATURA: Sobretensiones Transitorias		CÓDIGO: 2360	PAG.: 7	DE: 9	
REQUISITOS: Sistemas de Potencia II				UNIDADES: 4	
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3	1		2		

E- PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA

El tiempo total destinado a esta asignatura se distribuirá de la siguiente manera:

TEORÍA		LABORATORIO		PRÁCTICA	
TEMA	HORAS	TEMA	HORAS	TEMA	HORAS
1	02	01	2	2	3
2	10	02	2	3	3
3	07	03	2	4	1
4	04	04	2	5	2
5	06	05	2	6	2
6	05	06	2	7	2
7	05	07	2	8	3
8	09	08	2		
		09	2		
		10	2		
		11	2		
		12	2		
TOTALES	42		24		16

F- HORAS DE CONTACTO

La asignatura comprende:

42 horas de teoría.

16 horas de práctica.

24 horas de actividad en laboratorio.

04 horas de actividad informativa para el laboratorio.

02 horas para la prueba de conocimiento del laboratorio

06 horas de evaluación teórica.

02 horas de evaluación teórica en la semana de finales.

Lo que permite una distribución semanal de: 3 horas de teoría, 1 hora de práctica, y 2 horas de laboratorio.

G- PLAN DE EVALUACIÓN

Teoría

Fecha Emisión: Octubre 2005	Nro. Emisión: 3 ^{era.}	Período Vigente:	Ultimo Período:
Profesor: Nerio Ojeda	Jefe Dpto.: A. Cepeda Q.	Director: F. Brito	Aprob. Cons. Escuela: Aprob. Cons. Facul.:

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica		DEPARTAMENTO: Potencia	
ASIGNATURA: Sobretensiones Transitorias				CÓDIGO: 2360	PAG.: 8 DE: 9
REQUISITOS: Sistemas de Potencia II					UNIDADES: 4
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3	1		2		

Se evalúa aplicando algunos de los siguientes instrumentos: exámenes parciales escritos, seminarios, evaluaciones cortas o tareas escritas. En el caso de asignar seminarios, en la nota de los mismos el informe escrito tendrá un peso máximo del 75 % de la nota, en consecuencia la presentación oral del seminario tendrá un peso mínimo del 25%, la duración de la exposición será de veinte (20) minutos. Durante el semestre se pueden realizar un máximo de dos seminarios. Cada prueba corta tendrá una duración de veinte (20) minutos, y será considerada como una evaluación rápida del tema en tratamiento. En el caso de implementar tareas escritas, se podrán asignar como máximo dos tareas por tema.

Cada evaluación se califica en la escala de cero a veinte puntos.

Laboratorio

Las actividades a desarrollar en esta parte o componente estarán enmarcadas en: ensayos de laboratorio (del Tema 1 al Tema 5) y simulaciones (del Tema 6 al Tema 12). Este componente se evaluará tomando en cuenta: las notas obtenidas (preparación previa y actividad en el laboratorio) en cada sesión realizada y una prueba de conocimiento. La prueba de conocimiento contempla los tópicos desarrollados del Tema 1 al Tema 12. Para la nota final, asociada a las sesiones, se tomará el promedio aritmético de las sesiones realizadas. En la evaluación de cada sesión del componente laboratorio se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

- La preparación previa tendrá un peso máximo del 75 % de la nota de la sesión. Esta parte se evaluará tomando en cuenta uno o varios de los siguientes instrumentos: pruebas cortas, preinforme e interrogatorios.
- Actividad en el laboratorio o Práctica. Esta parte se evaluará con el informe y tendrá un peso mínimo del 25% de la nota de la sesión.

Dos inasistencias implican la pérdida automática del laboratorio y no tiene derecho al examen de reparación de la asignatura

TEORÍA

Instrumento	Contenido A Evaluar	Valor Porcentual
Instrumentos 1	Temas: 1, 2 y 3	20%
Instrumentos 2	Temas: 4, 5 y 6	20%
Instrumentos 3	Temas: 7 y 8	20%
	SUBTOTAL DE TEORÍA (NT):	60%

LABORATORIO

SUBTOTAL DE LABORATORIO (NL) = Nota final de las sesiones 24% + Nota de la prueba de conocimiento 16%

Fecha Emisión: Octubre 2005	Nro. Emisión: 3 ^{era.}	Período Vigente:	Ultimo Período:
Profesor: Nerio Ojeda	Jefe Dpto.: A. Cepeda Q.	Director: F. Brito	Aprob. Cons. Escuela: Aprob. Cons. Facul.:

FACULTAD: Ingeniería		ESCUELA: Ingeniería Eléctrica		DEPARTAMENTO: Potencia	
ASIGNATURA: Sobretensiones Transitorias				CÓDIGO: 2360	PAG.: 9 DE: 9
REQUISITOS: Sistemas de Potencia II					UNIDADES: 4
HORAS					
TEORÍA	PRÁCTICA	TRAB. SUPERV.	LABORATORIO	SEMINARIO	TOTALES DE ESTUDIO
3	1		2		

NOTA DEFINITIVA EN FINAL (NDF): Una vez que se hayan evaluado separadamente los aspectos teóricos (NT) y de laboratorio (NL), conforme a lo descrito en los puntos anteriores, la calificación definitiva en final, con fines de promoción, será con base a lo indicado a continuación:

- SI $NL \geq 10$ y $NT \geq 10$, entonces $NDF = 60\% \times NT + 40\% \times NL$. El inscrito está aprobado.
- SI $NL \geq 10$ y $NT < 10$, entonces $NDF = NT$. El inscrito tendrá la opción de presentar el correspondiente examen de reparación.
- SI $NL < 10$, entonces $NDF = NL$. El inscrito está reprobado. Sin derecho a reparación.

H- BIBLIOGRAFÍA

- E. KUFFEL, W.S. ZAENGL, “*High Voltage Engineering Fundamentals*”, Pergamon Press L.T.D., 1984.
- GILBERTO ENRIQUEZ HARPER, “*Técnicas Computacionales en Ingeniería de Alta Tensión*”, Noriega Editores, 1987.
- “*Electrical Transmission And Distribution Reference Book*”, Central Station Engineers Of The Westinghouse Electric Corporation, 1964.
- “*Transmission Line Reference Book 345 kV and Above*”, Electric Power Research Institute, 1975.
- “*Ehv Transmission Line Reference Book*”, Edison Electric Institute, 1968.
- PUBLICACION IEC 71, INSULATION COORDINATION.
- GREENWOOD, ALLAN, “*Electrical Transients in Power Systems*”, Willey Interscience, 1970.
- REINHOLD RÜDENBERG, “*Electrical Shock Waves In Power Systems*”, Harvard University Press, 1968.
- WALTER WALLACE LEWIS, “*The Protection of Transmission Systems against Lightning*”, John Wiley & Sons, 1950.
- SIEGERT LUIS, “*Alta Tensión y Sistemas de Transmisión*”, Noriega Editores, 1988.
- PUBLICACION ANSI C92.1 – 1982 American National Standard for Power Systems Insulation Coordination.
- PUBLICACION ANSI C 62.1 – 1981 Guide for The Application of valve type surge arresters for Altering – Current Systems.

Fecha Emisión: Octubre 2005		Nro. Emisión: 3 ^{era} .		Período Vigente:		Ultimo Período:			
Profesor: Nerio Ojeda		Jefe Dpto.: A. Cepeda Q.		Director: F. Brito		Aprob. Cons. Escuela:		Aprob. Cons. Facul.:	