

Programa de Materiales Eléctricos

Código: E05



Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera:	Ingeniería Eléctrica		
Plan de Estudios:	2014	Carácter:	Obligatoria
Bloque/Campo::	Tecnologías Básicas	Área:	Mecánica y Materiales
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	5° [ETA]		
Carga Horaria:	96 hs./ 6 hs. semanales	Formato Curricular:	Asignatura
Escuela:	Ingeniería Eléctrica	Departamento:	Electrotecnia y Metrología
Docente Responsable:	Dr. Osvaldo Agustín Lambri		

Programa Sintético

Transcribir el Programa Sintético tal como aparece en el Plan de Estudios.

Tipos de materiales: cristalinos y amorfos, metálicos, cerámicos y refractarios, polímeros, celulósicos, otros. Propiedades eléctricas: Materiales conductores. Materiales semiconductores. Parámetros eléctricos más importantes. Materiales dieléctricos: aislantes sólidos, líquidos y gaseosos. Materiales magnéticos: blandos y duros, materiales ferromagnéticos. Pérdidas en los materiales magnéticos. Materiales especiales para aplicaciones eléctricas. Corrosión y degradación de materiales.

Actividades Curriculares Relacionadas

Previas Aprobadas: FB8- Cálculo III, FB11 – Química, FB14 – Física II, E2 – Mecánica Aplicada

Simultáneas Recomendadas:

Posteriores: E7 – Electrónica, E9 – Máquinas Eléctricas I

Vigencia desde: 2019

Firma Profesor

Fecha

Firma Aprob. Escuela

Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

Características Generales

Se realiza de manera sintética, a manera de introducción un comentario que, a grandes rasgos explique las razones que se consideran necesarias para justificar la presencia de la actividad curricular en el plan de estudios, como así también las estrategias de enseñanza y las modalidades de evaluación a implementarse, las que deben evidenciar coherencia y correspondencia con las especificaciones curriculares del plan de estudio.

Deben consignarse:

- La razón de ser de la actividad curricular en el plan de estudios de la carrera.*
- Los aportes concretos de la actividad curricular a los requerimientos del plan de estudios de la carrera.*
- El enfoque seleccionado para el desarrollo de la actividad curricular en función de las ventajas que presenta, en relación con el plan de estudios de la carrera.*

Se trata de una asignatura del 5° cuatrimestre de la carrera, que brinda los conocimientos básicos de los materiales eléctricos para ingenieros eléctricos. Esta asignatura se desarrolla mediante diferentes metodologías, que incluyen una introducción a los diferentes temas y explicación dialogada por el profesor. Información y comentarios sobre la bibliografía específica. Resolución de problemas utilizando los medios auxiliares necesarios: hojas de datos, tablas, curvas características, resultados de ensayos de laboratorio, etc. Análisis crítico de la resolución de problemas estableciendo las relaciones correspondientes con la teoría y la práctica. “Feedback” teoría-práctica y especial atención a las situaciones que requieren la aplicación combinada de conocimientos (ej. La concurrencia de esfuerzo mecánico, tensión eléctrica y efecto del medioambiente).

Objetivos

Señalar los objetivos expresados en términos de competencias a lograr por los alumnos y/o de actividades para las que capacita la formación impartida.

Generar ámbitos de aprendizaje y reflexión para que los alumnos logren competencia para:

Conocer las generalidades sobre ciencia y tecnología de materiales eléctricos.

Conocer las propiedades y los fundamentos de los métodos de ensayo y control de los diferentes tipos de materiales.

Tener capacidad para tomar decisiones en cuanto a ingeniería de diseño y de compras.

Tener capacidad para especificar los primeros análisis para un análisis de falla.

Introducirse en la caracterización de los distintos tipos de materiales: metales (ferrosos y no ferrosos), polímeros (termoplásticos, termoestables, elastómeros), cerámicos, etc., comprendiendo las posibilidades que cada uno brinda para el diseño y sus prestaciones ante las agresiones típicas en servicio de los componentes, siendo capaz de interpretar y utilizar hojas de datos, tablas, curvas características, difracción de rayos X, técnicas termoanalíticas, etc.

Contenido Temático:

Los contenidos temáticos constituyen los componentes disciplinares que la actividad curricular selecciona como medios para desarrollar los objetivos que se ha planteado.

Los contenidos se estructuran en unidades temáticas que constituyen una de las formas de presentarlos, posiblemente la más difundida. Sin embargo no indica necesariamente una secuencia. La secuencia de los mismos se establece a través de las actividades académicas que prevé la actividad curricular, según las mejores condiciones posibles para optimizar el nivel de comprensión de los estudiantes, de manera que posibiliten el mayor logro de los objetivos previamente formulados.

Deben indicarse también, si existen para la actividad curricular que se está planificando, los otros dos tipos de contenidos:

- Procedimentales, cuando la función principal de los mismos se orienta a que los alumnos aprendan procedimientos habituales en el desempeño profesional de la carrera que cursa, especificados en el plan de estudios.
- Actitudinales, cuando la función principal de los mismos se orienta a la formación de los alumnos en los aspectos de la ética y las actitudes requeridas por el campo profesional, especificados en el plan de estudios.

Formato para completar:

Unidad 1. Enlaces atómicos, estructuras cristalinas y difracción de rayos X

- 1.1. Átomos y moléculas. Distintos tipos de enlaces. Energías involucradas.
- 1.2. Sólidos cristalinos. Redes cristalinas, redes de Bravais. Determinación de parámetros y orientación de estructuras cristalinas. Índices de Miller.
- 1.3. Difracción de rayos X.
- 1.4. Análisis por difracción de rayos X de las estructuras cristalinas.

Unidad 2. Defectos en sólidos y comportamiento mecánico

- 2.1. Defectos puntuales: vacancias, intersticiales, sustitucionales.
- 2.2. Mecanismos de difusión en sólidos.
- 2.3. Defectos lineales. Dislocaciones. Geometría, energía, movimiento. Reacciones. Planos y direcciones de deslizamiento.
- 2.4. Deformación plástica
- 2.5. Bordos de grano
- 2.5. Endurecimiento y envejecimiento por deformación

Unidad 3. Nucleación y crecimiento. Tratamientos térmicos

- 3.1. Cambio de fase. Cinética
- 3.2. Nucleación homogénea
- 3.3. Nucleación heterogénea
- 3.4. Crecimiento de la nueva fase y cinética del cambio
- 3.5. Cambio estructural
- 3.6. Solidificación
- 3.7. Recristalización
- 3.8. Endurecimiento por precipitación
- 3.9. Tratamiento térmico del acero. Diagrama T-T-T. Aplicaciones industriales.

Unidad 4. Diagramas de fases

- 4.1. Aleaciones y soluciones sólidas
- 4.2. Diagramas de fases. Curvas de enfriamiento
- 4.3. Obtención de diagramas de fase desde el análisis térmico
- 4.4. Constitución de las aleaciones
- 4.5. Regla de la palanca
- 4.6. Diagramas de fases sencillos
- 4.7. Aleaciones eutécticas

Unidad 5. Materiales Magnéticos

- 5.1. Magnetos Atómicos
- 5.2. Magnetización de la Materia. Campo Magnetizante
- 5.3. Variedades de Magnetismo. Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo, ferrimagnetismo, antiferromagnetismo. Métodos de detección.
- 5.4. Curvas de Magnetización y Permeabilidad. Tipos de Permeabilidad.
- 5.5. Aplicaciones de los Materiales Ferromagnéticos.
- 5.6. Anisotropía Magnética
- 5.7. Pérdidas magnéticas. Corrientes parásitas o Inductivas
- 5.8. Magnetostricción.

- 5.9. Magnetostricción en monocristales
- 5.10. Magnetostricción en policristales.
- 5.11. Origen Físico de la Magnetostricción.
- 5.12. Efecto de las tensiones mecánicas sobre la magnetización.
- 5.13. Factores que afectan la calidad magnética
- 5.14. Aleaciones de Fe-Si de grano orientado. La recristalización secundaria.
- 5.15. Aleaciones especiales de uso magnético.

Unidad 6. Materiales aislantes. Materiales poliméricos.

- 6.1. Introducción a los materiales aislantes
- 6.2. Materiales poliméricos
- 6.3. Polímeros termoplásticos y termoestables.
- 6.4. Polímeros genéricos. Grado de polimerización y peso molecular.
- 6.5. Elastómeros
- 6.6. Polímeros naturales
- 6.7 Unión de entrecruzamiento y ramificación
- 6.8. Isomerismo y estereoregularidad
- 6.9. Mezclas, injertos y copolímeros
- 6.10. Orientación y cristalinidad
- 6.11. Transición vítrea
- 6.12. Procesos de relajación en materiales poliméricos
- 6.13. Aislantes eléctricos poliméricos
- 6.14. Aplicaciones de la aislación sólida
- 6.15. Problemas del uso de la aislación sólida. Diseño de productos y componentes
- 6.16. Procesos de deterioro en las aislaciones eléctricas
- 6.17. Propiedades eléctricas que requieren atención. Distintos tipos de fallos en aisladores orgánicos.

Unidad 7. Materiales dieléctricos

- 7.1. Conceptos generales de electrostática
- 7.2. El campo electrostático en aisladores
- 7.3. Dieléctricos
- 7.4. Polarizabilidad. Campo local.
- 7.5. Respuesta en frecuencia de la polarización
- 7.6. Espectro de frecuencias
- 7.7. Tangente de pérdida. Factor de disipación
- 7.8. Mecanismos moleculares de polarización
- 7.9. Representación de un dieléctrico real
- 7.10. Índice de polarización
- 7.11. Rigidez dieléctrica

Unidad 8. Materiales aislantes gaseosos

- 8.1 Propiedades eléctricas de los gases. Aislantes gaseosos
- 8.2. Materiales aislantes gaseosos
- 8.3. Propiedades aislantes del aire, nitrógeno y vacío.

Unidad 9. Materiales aislantes líquidos

- 9.1. Propiedades eléctricas de los líquidos. Requerimiento de un buen aislante líquido.
- 9.2. Conductividad eléctrica
- 9.3. Rigidez dieléctrica
- 9.4. Propiedades físico-químicas de los materiales aislantes líquidos. Viscosidad, puntos de inflamación y de combustión, puntos de congelación y descongelación. Oxidación y polimerización. Contenido de ácidos.
- 9.5. Ruptura del aislador líquido
- 9.6. Materiales aislantes líquidos empleados en Electrotecnia. Aceite de transformador.
- 9.7. Envejecimiento de aceites minerales aislantes.
- 9.8. Extracción de muestras para ensayos. Ensayos típicos: Tensión interfacial, rigidez dieléctrica, factor de pérdida, número de neutralización, etc.
- 9.9. Contenido de agua en el aceite. Contenido de agua en el papel.
- 9.10. Gases disueltos.

Unidad 10. Materiales cerámicos empleados en electrotecnia

- 10.1. Definición y propiedades generales.
- 10.2 Clasificación de los materiales cerámicos

- 10.3. Materiales cerámicos de coeficiente de dilatación pequeño.
- 10.4. Vidrios. Cuarzo.
- 10.5. Materiales aislantes a base de mica
- 10.6. Conceptos generales sobre los materiales aislantes a base de mica.

Unidad 11. Materiales aislantes celulósicos y textiles

- 11.1. Conceptos generales
- 11.2. Madera
- 11.3. Fibra
- 11.4. Papel aislante. Papel impregnado con aceite. Cartón aislante.
- 11.5. Telas aislantes.
- 11.6. Cintas aislantes.
- 11.7. Estratificados a base de materiales celulósicos

Unidad 12. Reología y electroreología

- 12.1. Anelasticidad
- 12.2. Funciones de respuesta cuasi estática.
- 12.3. Funciones normalizadas de creep y relajación de tensiones
- 12.4. Modelos mecánicos reológicos. Construcción de modelos.
- 12.5. Maxwell. Voigt-Kelvin
- 12.6. Sólido anelástico standard.
- 12.7. Comportamiento de sólido anelástico standard
- 12.8. Espectroscopía mecánica
- 12.9. Fricción interna y su relación con la energía disipada
- 12.10. Fricción interna medida en función de la temperatura y de la frecuencia.
- 12.11. Espectro de la relajación múltiple. Espectro de relajación continuo.
- 12.12. Medición del amortiguamiento. Espectrómetro mecánico.
- 12.13. Electroreología. Ferreología.

Unidad 13. Materiales conductores

- 13.1. Teoría del electrón libre.
- 13.2. Velocidad de arrastre de electrones en un metal conductor.
- 13.3. Ley de Ohm. Conductividad.
- 13.4. Resistividad eléctrica de metales.
- 13.5. Modelo de bandas de energía para la conducción eléctrica.
- 13.4. Estudio de los principales materiales conductores, cobre, aluminio.
- 13.5. Cobre, aleaciones de cobre, aluminio.
- 13.6. Características generales para la selección del cable.
- 13.7. Tensión nominal del cable.
- 13.8. Cálculo de la capacidad de carga de un cable.
- 13.9. Ensayos sobre cables terminados.

Unidad 14. Semiconductores y superconductores

- 14.1. Modelo de bandas de energía para aislantes.
- 14.2. Semiconductores.
- 14.3. Semiconductores intrínsecos.
- 14.4. Semiconductores extrínsecos.
- 14.5. Elementos semiconductores mas comunes.
- 14.6. Unión pn.
- 14.7. Diodo de unión pn en equilibrio.
- 14.8. El diodo de unión pn polarizado inversamente.
- 14.9 El diodo de unión pn polarizado directamente.
- 14.10. Diodos rectificadores.
- 14.11. El transistor de unión bipolar.
- 14.12. Materiales superconductores.
- 14.13. Propiedades magnéticas de superconductores.
- 14.14. Clasificación de los superconductores de acuerdo a su comportamiento en un campo magnético.

Capítulo 15. Corrosión

- 15.1. Electroquímica.
- 15.2. Series electromotrices. Concentración y potencial de celda.
- 15.3. Reacción catódica, polarización y capas superficiales.
- 15.4. Series galvánicas. Corrosión acuosa.

15.5. Velocidad de corrosión, polarización y pasividad.
15.6. Control de corrosión.

Modalidades de enseñanza-aprendizaje:

Se dictan las clases con abundante soporte audiovisual y abundancia de ejemplos.

Actividades de Formación Práctica:

Nº	Título	Descripción
1	Difracción de rayos X	Determinación de estructuras cristalinas a partir de difracción de rayos X en policristales.
2	Fluorescencia de rayos X	Análisis composicional de materiales por fluorescencia de rayos X.
3	Diagramas de fases	Confección de un diagrama de fases a partir de mediciones de análisis térmico diferencial (plomo-estaño)
4	Índice de polarización	Medida del índice de polarización en un transformador de alta tensión. Meggado.
5	Rigidez dieléctrica	Estudio de la rigidez dieléctrica en líquidos. Efecto de ppm's de agua.

Evaluación:

Describir las formas de evaluación, requisitos de promoción y condiciones de aprobación de los alumnos (regulares y libres) fundamentando brevemente su elección.

Es importante expresar de manera clara y precisa lo siguiente:

- *Requisitos de aprobación: descripción de las condiciones exigidas por la actividad curricular dentro del marco reglamentario existente (Estatuto, Ordenanzas, Resoluciones, Plan de Estudios, etc.)*

- *Criterios de evaluación: representan aspectos de lo actuado por los estudiantes que se juzguen de interés considerar, por ejemplo originalidad, exactitud, suficiencia, adecuación, relevancia, etc. Los criterios de evaluación deben ser coherentes con los objetivos de la actividad curricular que se planifica.*

- *Instrumentos o técnicas de evaluación: a través de ellas el alumno acredita los saberes exigidos para promover parcial o integralmente la actividad curricular.*

1. Aprobar dos parciales teórico-prácticos.
2. Aprobar dos trabajos prácticos de laboratorio.
3. Aprobar un examen final teórico-práctico.

Distribución de la carga horaria:

Presenciales	Horas
Teóricas	32
Prácticas:	
Experimental de Laboratorio	19
Experimental de Campo	0
Resolución de Problemas y Ejercicios	31
Problemas Abiertos de Ingeniería	5
Actividades de Proyecto y Diseño	0
Práctica Profesional Supervisada	-

	Total	96
Evaluaciones		9

Dedicadas por el alumno fuera de clase:	Horas
Preparación Teórica	25
Preparación Práctica	10
Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	10
Total	45

Bibliografía básica

<i>Título</i>	<i>Autor(es)</i>	<i>Editorial</i>	<i>Año de edición</i>	<i>Ejemplares disponibles</i>
Properties of materials for electrical engineers	Pascoe, K.J.	John Wiley & Sons	1973	1
Electrical engineering materials	Dekker, A J	Prentice-Hall	1959	1
Fundamentos de la ciencia e ingeniería de los materiales	Smith, William	Mc Graw Hill	1998	7
Materiales electrotécnicos	Ramirez Vasquez, José	CEAC, Barcelona	1986	1
Introduction to magnetic materials	Cullity, B.D.	Addison - Wesley	1972	1
Ferromagnetism	Bozorth, R. M.	D. Van Nostrand Co	1951	1
Engineering Materials 1: An Introduction to their Properties & Applications	Ashby, M. F., Jones, D. R. H.	Butterworth-Heinemann	1996	1
Engineering Materials 2: An Introduction to Microstructures, Processing & Design	Ashby, M. F., Jones, D. R. H.	Butterworth-Heinemann	1996	1
Mechanical properties of solid polymers	Ward, I.M.	John Wiley & Sons Ltd.	1983	1
Propiedades mecánicas	Hayden, W., Moffat, W.C., Wulff, J.	Limusa-Wiley	1968	1
Propiedades termodinámicas	Brophy, J., Rose, R., Wulff, J.	Limusa-Wiley	1968	1
Metalurgia física	Cottrell, A. H.	Reverté	1962	1
Elements of materials science	Van Vlack, L. H.	Addison - Wesley	1964	1
Propiedades viscoelásticas y eléctricas de sólidos y líquidos	Lambri, O. A., Matteo, C. L., Mocellini, R. R., Sorichetti, P. A., Zelada, G. I.	UNR Editora	2007	10

Bibliografía complementaria

<i>Título</i>	<i>Autor(es)</i>	<i>Editorial</i>	<i>Año de edición</i>	<i>Ejemplares disponibles</i>
Encyclopedia of Materials Science and Engineering	W. W. Pendleton, (Chapter Editor), M.B. Bever (Editor)	Pergamon Press: Oxford	1986	1
Polymers, Electrical and Electronic Properties	Polymers, Electrical and Electronic Properties", J. Ulanski and M. Kryszewski, Encyclopedia of Applied Physics	Ed. Trigg G. VCH Pub., Inc	1996	1
Caracterización de Materiales Aislantes Poliméricos para Uso Eléctrico	Ed. Lambri, O. A.	UNR	2013	10

Recursos web y otros recursos

1. Apuntes de teoría elaborados por la Cátedra.
2. Guía de problemas tipos resueltos por la Cátedra.
3. Guía de problemas elaborados por la Cátedra.
4. Guía de trabajos prácticos de laboratorio con su teoría desarrollada, elaborada por la Cátedra.
5. Compilado de estudios de casos de ingeniería elaborado por la Cátedra.
6. Matter, Materials Science on CD-Rom, Univ. de Liverpool, UK, 1999.
7. Carine V.3. Soft. Crystallography, 2001.

Cronograma de actividades

SEMANA	UNIDAD	TEMA	ACTIVIDAD
01	1	1.1. Átomos y moléculas. Distintos tipos de enlaces. Energías involucradas. 1.2. Sólidos cristalinos. Redes cristalinas, redes de Bravais. Determinación de parámetros y orientación de estructuras cristalinas. Índices e Miller. 1.3. Difracción de rayos X. 1.4. Análisis por difracción de rayos X de las estructuras cristalinas.	Teoría y práctica
02	2	2.1. Defectos puntuales: vacancias, intersticiales, sustitucionales. 2.2. Mecanismos de difusión en sólidos. 2.3. Defectos lineales. Dislocaciones. Geometría, energía, movimiento. Reacciones. Planos y direcciones de deslizamiento. 2.4. Deformación plástica 2.5. Bordes de grano 2.5. Endurecimiento y envejecimiento por deformación	Teoría y práctica
03	3 y 4	3.1. Cambio de fase. Cinética 3.2. Nucleación homogénea 3.3. Nucleación heterogénea 3.4. Crecimiento de la nueva fase y cinética del cambio 3.5. Cambio estructural 3.6. Solidificación 3.7. Recristalización 3.8. Endurecimiento por precipitación 3.9. Tratamiento térmico del acero. Diagrama T-T-T. Aplicaciones	Teoría y práctica

		<p>industriales.</p> <p>4.1. Aleaciones y soluciones sólidas 4.2. Diagramas de fases. Curvas de enfriamiento 4.3. Obtención de diagramas de fase desde el análisis térmico 4.4. Constitución de las aleaciones 4.5. Regla de la palanca 4.6. Diagramas de fases sencillos 4.7. Aleaciones eutécticas</p>	
04	5	<p>5.1. Magnetos Atómicos 5.2. Magnetización de la Materia. Campo Magnetizante 5.3. Variedades de Magnetismo. Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo, ferrimagnetismo, antiferromagnetismo. Métodos de detección. 5.4. Curvas de Magnetización y Permeabilidad. Tipos de Permeabilidad. 5.5. Aplicaciones de los Materiales Ferromagnéticos. 5.6. Anisotropía Magnética 5.7. Pérdidas magnéticas. Corrientes parásitas o Inductivas 5.8. Magnetostricción. 5.9. Magnetostricción en monocristales 5.10. Magnetostricción en policristales. 5.11. Origen Físico de la Magnetostricción. 5.12. Efecto de las tensiones mecánicas sobre la magnetización. 5.13. Factores que afectan la calidad magnética 5.14. Aleaciones de Fe-Si de grano orientado. La recristalización secundaria. 5.15. Aleaciones especiales de uso magnético.</p>	Teoría y práctica
05	6	<p>6.1. Introducción a los materiales aislantes 6.2. Materiales poliméricos 6.3. Polímeros termoplásticos y termoestables. 6.4. Polímeros genéricos. Grado de polimerización y peso molecular. 6.5. Elastómeros 6.6. Polímeros naturales 6.7 Unión de entrecruzamiento y ramificación 6.8. Isomerismo y estereoregularidad 6.9. Mezclas, injertos y copolímeros 6.10. Orientación y cristalinidad 6.11. Transición vítrea 6.12. Procesos de relajación en materiales poliméricos 6.13. Aislantes eléctricos poliméricos 6.14. Aplicaciones de la aislación</p>	Teoría y práctica

		<p>sólida</p> <p>6.15. Problemas del uso de la aislación sólida. Diseño de productos y componentes</p> <p>6.16. Procesos de deterioro en las aislaciones eléctricas</p> <p>6.17. Propiedades eléctricas que requieren atención. Distintos tipos de fallos en aisladores orgánicos.</p>	
06	7	<p>7.1. Conceptos generales de electrostática</p> <p>7.2. El campo electrostático en aisladores</p> <p>7.3. Dieléctricos</p> <p>7.4. Polarizabilidad. Campo local.</p> <p>7.5. Respuesta en frecuencia de la polarización</p> <p>7.6. Espectro de frecuencias</p> <p>7.7. Tangente de pérdida. Factor de disipación</p> <p>7.8. Mecanismos moleculares de polarización</p> <p>7.9. Representación de un dieléctrico real</p> <p>7.10. Índice de polarización</p> <p>7.11. Rigidez dieléctrica</p>	Teoría y práctica
07	8 y 9	<p>8.1 Propiedades eléctricas de los gases. Aislantes gaseosos</p> <p>8.2. Materiales aislantes gaseosos</p> <p>8.3. Propiedades aislantes del aire, nitrógeno y vacío.</p> <p>9.1. Propiedades eléctricas de los líquidos. Requerimiento de un buen aislante líquido.</p> <p>9.2. Conductividad eléctrica</p> <p>9.3. Rigidez dieléctrica</p> <p>9.4. Propiedades físico-químicas de los materiales aislantes líquidos. Viscosidad, puntos de inflamación y de combustión, puntos de congelación y descongelación. Oxidación y polimerización. Contenido de ácidos.</p> <p>9.5. Ruptura del aislador líquido</p> <p>9.6. Materiales aislantes líquidos empleados en Electrotecnia. Aceite de transformador.</p> <p>9.7. Envejecimiento de aceites minerales aislantes.</p> <p>9.8. Extracción de muestras para ensayos. Ensayos típicos: Tensión interfacial, rigidez dieléctrica, factor de pérdida, número de neutralización, etc.</p> <p>9.9. Contenido de agua en el aceite. Contenido de agua en el papel.</p> <p>9.10. Gases disueltos.</p>	Teoría y Práctica Unidad 8 y 9 1er. Parcial Unidades 1 a 7

08	10 y 11	<p>10.1. Definición y propiedades generales.</p> <p>10.2 Clasificación de los materiales cerámicos</p> <p>10.3. Materiales cerámicos de coeficiente de dilatación pequeño.</p> <p>10.4. Vidrios. Cuarzo.</p> <p>10.5. Materiales aislantes a base de mica</p> <p>10.6. Conceptos generales sobre los materiales aislantes a base de mica.</p> <p>11.1. Conceptos generales</p> <p>11.2. Madera</p> <p>11.3. Fibra</p> <p>11.4. Papel aislante. Papel impregnado con aceite. Cartón aislante.</p> <p>11.5. Telas aislantes.</p> <p>11.6. Cintas aislantes.</p> <p>11.7. Estratificados a base de materiales celulósicos</p>	Teoría y práctica
09	12	<p>12.1. Anelasticidad</p> <p>12.2. Funciones de respuesta cuasi estática.</p> <p>12.3. Funciones normalizadas de creep y relajación de tensiones</p> <p>12.4. Modelos mecánicos reológicos. Construcción de modelos.</p> <p>12.5. Maxwell. Voigt-Kelvin</p> <p>12.6. Sólido anelástico standard.</p> <p>12.7. Comportamiento de sólido anelástico standard</p> <p>12.8. Espectroscopía mecánica</p> <p>12.9. Fricción interna y su relación con la energía disipada</p> <p>12.10. Fricción interna medida en función de la temperatura y de la frecuencia.</p> <p>12.11. Espectro de la relajación múltiple. Espectro de relajación continuo.</p> <p>12.12. Medición del amortiguamiento. Espectrómetro mecánico.</p> <p>12.13. Electroeología. Ferroeología.</p>	Teoría y práctica
10	13	<p>13.1. Teoría del electrón libre.</p> <p>13.2. Velocidad de arrastre de electrones en un metal conductor.</p> <p>13.3. Ley de Ohm. Conductividad.</p> <p>13.4. Resistividad eléctrica de metales.</p> <p>13.5. Modelo de bandas de energía para la conducción eléctrica.</p> <p>13.4. Estudio de los principales materiales conductores, cobre, aluminio.</p> <p>13.5. Cobre, aleaciones de cobre, aluminio.</p> <p>13.6. Características generales para la selección del cable.</p> <p>13.7. Tensión nominal del cable.</p>	Teoría, Práctica

		13.8. Cálculo de la capacidad de carga de un cable. 13.9. Ensayos sobre cables terminados.	
11	14	14.1. Modelo de bandas de energía para aislantes. 14.2. Semiconductores. 14.3. Semiconductores intrínsecos. 14.4. Semiconductores extrínsecos. 14.5. Elementos semiconductores mas comunes. 14.6. Unión pn. 14.7. Diodo de unión pn en equilibrio. 14.8. El diodo de unión pn polarizado inversamente. 14.9 El diodo de unión pn polarizado directamente. 14.10. Diodos rectificadores. 14.11. El transistor de unión bipolar. 14.12. Materiales superconductores. 14.13. Propiedades magnéticas de superconductores. 14.14. Clasificación de los superconductores de acuerdo a su comportamiento en un campo magnético.	Teoría y Práctica 2do. Parcial unidades 8 a 13.
12	15	15.1. Electroquímica. 15.2. Series electromotrices. Concentración y potencial de celda. 15.3. Reacción catódica, polarización y capas superficiales. 15.4. Series galvánicas. Corrosión acuosa. 15.5. Velocidad de corrosión, polarización y pasividad. 15.6. Control de corrosión.	Teoría y Práctica
13	1-15	Recuperatorio parciales 1ro. o 2do.	Recuperatorio parciales 1ro. o 2do.
14	1 a 5 3 a 5	Difracción de rayos X o Fluorescencia de rayos X o Diagramas de fases	Trabajo práctico de Laboratorio
15	6 a 11	Índice de polarización o Rigidez dieléctrica	Trabajo práctico de Laboratorio
16	1 a15	Evaluación y discusión trabajos prácticos de laboratorio	Evaluación final Unidades 1 a 15.