

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Bahía Blanca

1/6

DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROGRAMA DE:

Mantenimiento Predictivo y Diagnóstico de Fallas en Máquinas e Instalaciones Eléctricas

Materia

HORAS DE CLASE

PROFESOR RESPONSABLE

**TEÓRICAS
(anual)**

**PRÁCTICAS
(anual)**

Ing. Martín Di Pietro

Por semana

total

Por semana

total

1,5

48

1,5

48

ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES

PARA CURSAR

APROBADAS

CURSADAS

- Máquinas eléctricas I
- Instrumentos y mediciones eléctricas

- Máquinas eléctricas II
- Instalaciones eléctricas y Luminotecnia

APROBADAS PARA RENDIR

- Máquinas Eléctricas II
- Instalaciones eléctricas y Luminotecnia

DESCRIPCIÓN DEL EJE TEMÁTICO:

En el desarrollo formativo del alumno serán prioritarios: el conocimiento y aplicación de los métodos de diagnóstico y de mantenimiento en máquinas eléctricas e instalaciones eléctricas industriales y generales.

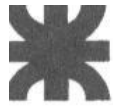
OBJETIVOS: El estudiante al finalizar el curso será capaz de:

1. Desarrollar los conocimientos suficientes para aplicar métodos de diagnóstico de fallas en máquinas eléctricas e instalaciones eléctricas.
2. Evaluar los resultados obtenidos para determinar el tipo de falla y aplicar el mantenimiento correspondiente.
3. Estar en condiciones de evaluar los resultados del mantenimiento

PROGRAMA SINTÉTICO:

1. Principios básicos del mantenimiento predictivo
2. Breve análisis de las máquinas eléctricas e instalaciones eléctricas.
3. Instrumentación y técnicas de medidas
4. Ensayos sobre el sistema aislante de la máquina eléctrica.
5. Análisis espectral de vibraciones
6. Análisis espectral de corriente.
7. Nuevos métodos de diagnóstico
8. Métodos de diagnóstico en instalaciones eléctricas
9. Seguridad en el Trabajo
10. Ejemplos

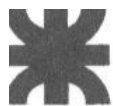
VIGENCIA AÑOS	2022	2023	2024	2025	2026	2027
------------------	------	------	------	------	------	------



DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROGRAMA DE:		<i>Mantenimiento Predictivo y Diagnóstico de Fallas en Máquinas e Instalaciones Eléctricas</i>	Materia
Unidad		Principios básicos del mantenimiento predictivo	Horas
Temática			desarrolladas
1		1.1. Clasificación 1.2. Tipos de averías 1.3. Evolución del mantenimiento predictivo 1.4. Organización de un proceso de mantenimiento predictivo	4
2		2. Breve análisis de las máquinas eléctricas. 2.1. Máquinas eléctricas rotativas 2.2. Principios de funcionamiento 2.3. Constitución física de las máquinas eléctricas 2.4. Curvas características 2.5. Características de las máquinas eléctricas relacionadas con el diagnóstico de fallas 2.6. El mantenimiento en las máquinas eléctricas.	8
3		3. Instrumentación y técnicas de medida 3.1. Análisis de señales – modulación – 3.2. Equipos de diagnóstico: 3.2.1. Megger 3.2.2. Generador de ondas de choque 3.2.3. Puente de Schering 3.2.4. Detector de descargas parciales 3.2.5. termografía 3.3. Análisis modal 3.4. métodos de análisis 3.4.1. Análisis espectral 3.4.2. Señales discretas (dominio tiempo y de frecuencia) 3.4.3. Transformada rápida de Fourier	6
4		4. Ensayos sobre el sistema aislante de la máquina eléctrica 4.1. Ensayos con tensión continua 4.2. Ensayos con sobretensión 4.3. Ensayos con onda de choque 4.4. Ensayos de tangente de delta 4.5. Ensayos de descargas parciales 4.6. Índice de polarización 4.7. Relación de absorción dieléctrica	12
5		5. Análisis espectral de vibraciones 5.1. Introducción temática 5.2. Diagnóstico mediante el análisis de vibraciones: 5.2.1. Desequilibrio 5.2.2. Desalineación 5.2.3. Fallos en cojinetes 5.2.4. Fallos en engranajes 5.3. Fallas incipientes en máquinas eléctricas de inducción	12
6		6. Análisis espectral de corriente 6.2. Análisis de asimetría rotórica 6.3. Análisis de fallas 6.4. Ventajas y Desventajas del método	9
7		7. Nuevos métodos de diagnóstico 7.1. Flujo axial – Análisis espectral 7.2. Potencia instantánea – Análisis espectral 7.3. Cupla instantánea – Análisis espectral - 7.4. Flujo externo	9

VIGENCIA AÑOS	2022	2023	2024	2025	2026	2027
---------------	------	------	------	------	------	------



DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROGRAMA DE:	<i>Mantenimiento Predictivo y Diagnóstico de Fallas en Máquinas e Instalaciones Eléctricas</i>	Materia
8	Métodos de Diagnóstico en Instalaciones Eléctricas <ul style="list-style-type: none"> a. Instrumentación adecuada para diagnosticar fallas en instalaciones eléctricas. b. Ruido y perturbaciones de tensión. Evaluación y normas provinciales y nacionales. c. Armónicas de tensión. Evaluación y normas provinciales, nacionales e internacionales. d. Flickeo. Evaluación y normas existentes. e. Fallas de aislación en instalaciones. Determinación del punto de falla. f. Mantenimiento de baterías industriales g. Termografía h. Descarga parcial en cables i. Fallas en tableros j. Mantenimiento general de las instalaciones 	<u>12</u>
9	Seguridad en el Trabajo de Mantenimiento	12
10	Ejemplos	12

METODOLOGÍA UTILIZADA:

Exposición oral por parte del Profesor para introducir el tema, guiar o presentar conceptos básicos. Se utilizará un cañón para las exposiciones.

Realización de evaluaciones escritas, consistentes en:

- cuestionarios temáticos, sobre la base de los contenidos factuales, conceptuales,
- trabajos, informes, resolución de problemas, análisis de casos y proyectos realizados por el alumno, donde se evalúan principalmente contenidos procedimentales y actitudinales. No tienen frecuencia prefijada de realización, pero sí fecha de presentación.

Exposiciones orales de temas asignados, a modo de Monografías

Visitas a Industrias.

Los Estudiantes contarán con las notas de curso escritas y/o digitalizadas, a las cuales tendrán acceso al inicio de clases, lo que les evitará distracciones para la toma de apuntes.

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Las técnicas de evaluación se basarán en una nota conceptual que será función de la participación activa en los temas tratados y para la aprobación, regirá el Reglamento de estudios de Carreras de Grado-Ord. N°1549.

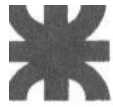
Se tomarán dos exámenes en el año que tendrán carácter de Examen /Coloquio, uno a mitad de año y otro a fin de año, con una instancia de Recuperatorio. Esta instancia de Recuperatorio no invalidará la Aprobación Directa.

La nota mínima para aprobación de cada uno de los Exámen/Coloquio y Recuperatorio será de 6 (seis).

En caso de obtener menos de 6 y más de 5 puntos en el Recuperatorio se considerará aprobada la cursada, y para aprobar la asignatura deberá rendirse examen final. En caso de sacar menos de 5 puntos en el Recuperatorio, se considerará desaprobada la cursada.

La condición de Aprobación Directa sólo se sostiene si se desaprueba un solo Examen/Coloquio. Desaprobados los dos, deberá obtener más de 5 puntos en los Recuperatorios para cursar la asignatura, pero no tendrá la Aprobación Directa.

VIGENCIA AÑOS	2022	2023	2024	2025	2026	2027
------------------	------	------	------	------	------	------



DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA

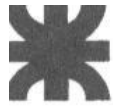
PROGRAMA DE:	<i>Mantenimiento Predictivo y Diagnóstico de Fallas en Máquinas e Instalaciones Eléctricas</i>	Materia
PRÁCTICAS EN GABINETE: Análisis de casos reales	PRÁCTICAS EN LABORATORIO Y/O CAMPO y/o TALLER: Aplicación de los métodos de diagnóstico con equipamiento adecuado	

VIAJES DE ESTUDIOS O VISITAS A REALIZAR COMO PARTE INTEGRANTE DE LA FORMACIÓN IMPARTIDA:
No están previstos

Bibliografía

1	Fernandez Cabanas, M., M. Garcia Melero, G.A. Orcajo, J.M. Cano Jodriguez y J.S. Sariego, "Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas", Ed. Marcombo-ABB Service (1998), ("Tecnicas for manintenance and rotative electric machines diagnosis " Ed.Marcombo-ABB Service-Edic.1998)	Libro
2	Peter Vas (<i>Electrical machines and drives – A space-Vector Theory Approach</i>) Oxford – 1992 – ISBN 0 19 859378 3	Libro
3	Ing. di Prátula, Horacio R. ("Recopilaciones") año 2004	Apunte
4	Luis Serrano Iribarnegaray ("Fundamentos de máquinas eléctricas rotativas")Ed. Marcombo – Universidad Politécnica de Valencia – Ed. 1989	Libro
5	Michael Liwschitz-Garik Clyde C Whipple (<i>Máquinas de Corriente Alterna – Tomo II</i>)Edit CECSA – Ed. 1978 –	Libro
6	José L. Pombo – Dr. Patricio A. Laura – Lidia E. Luisoni ("Mantenimiento predictivo mediante el análisis de vibraciones de máquinas" CIC- (Comisión de investigaciones científicas – Pcia. De Bs.As.)La Plata 1978)	Apunte
7	Ing. Anibal R. Arias – ("Seminario Técnico de mantenimiento predictivo de equipos rotativos mediante el análisis de vibraciones")- Bahía Blanca 8-12/10/90	Apunte
8	Nabil A. Al-Nuaim, Hamid A. Toliyat ("A Novel Method for Modeling Dynamic Air-Gap Eccentricity in Synchronous Machines Based on Modified Winding Function Theory")_IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 13, No. 2, June 1998, pp. 156-162	Paper
9	Ned Mohan, Tore M. Undeland and William P. Robbins (" <i>Power Electronics – converters, applications, and design</i> ") - Ed. John Wiley & Sons, Inc-second edition – 1995.	Libro
10	Dorrell, D.G., "Análisis of airgap flux, current, and vibration signals as a function of the combination of static and dynamic airgap eccentricity in 3-phase induction motors," <i>IEEE Transactions on Industry Applications</i> , 33:1 (1997).	Paper
11	D.G. Dorrell , THE Miller, CB Rassmussen (" <i>Inter-bar currents in induction Machines</i> ") 2001.	Paper
12	Bebouzid, M.E.H., H. Nejjari, R. Beguenane y M. Vieira, " <i>Induction motor asymmetrical faults detection using advanced signal processing techniques</i> ," <i>IEEE Transactions on Energy Conversion</i> , 14:2 (1999).	Paper
13	P. Caryn M. Riley, Brian K. Lin, Thomas G. Habetler and Gerald B. Kliman (" <i>Stator Current Harmonics and Their Causal Vibrations: A Preliminary Investigation of Sensorless Vibration Monitoring Applications</i> " <i>IEEE Transactions On Industry Applications</i> – Vol.35 –Nº1 – January/February 1999.	Paper
14	di Prátula, H.R., "New proposals for outside measuring and analyzing the failure in the induction machine," <i>International Electric Machines and Drives Conference, Madison, Wisconsin, USA (2003)</i> .	Paper
15	Subhasis Nandi – RajMohan Bharadwaj – Hamid A. Toliyat – Alexander G. Parlos -("Study of three phase induction motors with incipient rotor cage faults under different supply conditions") <i>IEEE.IAS 99</i>	Paper
16	P. Pillay and Z.Xu (" <i>Motor current signature analysis</i> " <i>Proceedings of the IEEE-IAS 31st Annual meeting october 6/96, San Diego (CA)</i>)	Paper
17	P. Caryn M. Riley, Brian K. Lin, Thomas G. Habetler and Randy R. Schoen (" <i>A method for sensorless on-line vibration monitoring of induction machines</i> " <i>Proceedings of the IEEE-IAS Annual meeting 1997</i>)	Paper
18	R.R. Schoen, B.K. Lin, T.G. Habetler, J.H. Schlag, and S. Farag (" <i>An unsupervised, on-line system for induction motor fault detection using stator current monitoring</i> " <i>IEEE -1/94</i>	Paper
19	M.Arkan & P.J. Unsworth (" <i>Stator Fault Diagnosis In Induction Motors Using Power Decomposition</i> " <i>IAS 99, Phoenix (AZ), October 99</i>	Paper

VIGENCIA AÑOS	2022	2023	2024	2025	2026	2027
---------------	------	------	------	------	------	------



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Bahía Blanca

5/6

DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROGRAMA DE:	<i>Mantenimiento Predictivo y Diagnóstico de Fallas en Máquinas e Instalaciones Eléctricas</i>	Materia
20	S.M.A. Cruz and A.J. Marques Cardoso (“Rotor Cage Fault Diagnosis in Three-Phase Induction Motors by the Total Instantaneous Power Spectral Analysis”) IEEE – IAS 99.	Paper
21	Andrzej M. Trzynadlowski and Majid Ghassemzadeh - Sanislaw F. Legoski (“Diagnostics of mechanical abnormalities in Induction Motors using instantaneous electric power”) IEEE 1997 – IGMDC 97	Paper
22	Andrzej M. Trzynadlowski and Ewen Ritchiei (“Comparative investigation of diagnostic media for induction motors: a case of rotor cage faults”) IEEE 1999 – IAS’ 99	Paper
23	Ikuro Morita (“Air Gap Flux Analysis for Cage Rotor Diagnosis”) Electrica Engineering in Japan, Vol.112. N° 3 1992 Translated from Kenki Gakkai Ronbunshi vol III-D n°7 July 1991, pp578-587.	Paper
24	Electrical power equipment maintenance and testing – second edition – Paul Gill – CRC Press - ISBN 978-1-57444-656-2 – 2008 -	
25	Maintenance Engineering Handbook - R. Keith Mobley (Editor in Chief) Lindley R. Higgins Darrin J. Wikoff – septima edicion – Mc Graw Hill – 2008 -	
26	Leyes y normas de seguridad vigentes a nivel nacional y provincial.	
27	Handbook of large turbo-generator operation and maintenance - Geoff Klempner - Isidor Kerszenbaum – IEEE Press – A John WILEY & SONS, INC., Publication – ISBN 978-0470-16767-0 -2008 -	

VIGENCIA DE ESTE PROGRAMA

AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)	AÑO	PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)
2022	Ing. Martín Di Pietro		

VISADO

SECRETARIO DE DEPARTAMENTO	DIRECTOR DE DEPARTAMENTO	SECRETARIO ACADÉMICO
FECHA:	FECHA:	FECHA:

VIGENCIA AÑOS	2022	2023	2024	2025	2026	2027
---------------	------	------	------	------	------	------

ANÁLISIS de SEGURIDAD en EXPERIENCIAS de LABORATORIO y/o CAMPO

6/6

TRABAJO PRÁCTICO N°	TEMA:	
EQUIPO DOCENTE Y TÉCNICO DE TRABAJO:	LABORATORIO:	
	HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA A UTILIZAR:	
DESCRIP. DE LOS PASOS DE LA TAREA A REALIZAR	RIESGOS ASOCIADOS A CADA PASO	MEDIDAS DE CONTROL ASOCIADAS A CADA RIESGO

VIGENCIA AÑOS	2022	2023	2024	2025	2026	2027
------------------	------	------	------	------	------	------