

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA ACADÉMICA**  
**DIRECCIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ESCUELA: UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS</b><br><b>CARRERA: INGENIERÍA MECATRÓNICA</b><br><b>ESPECIALIDAD:</b><br><b>COORDINACIÓN: ACADEMIA DE MECATRÓNICA</b><br><b>DEPARTAMENTO:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>ASIGNATURA: CONTROL DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS.</b><br><b>CLAVE: IMCOME0863 SEMESTRE: OCTAVO</b><br><b>CREDITOS: 6 VIGENTE: ENERO 2000</b><br><b>TIPO DE ASIGNATURA: TEÓRICO/PRÁCTICA</b><br><b>MODALIDAD: ESCOLARIZADA</b> |                                                                                                      |
| <b>FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                      |
| <p>En procesos industriales existen muchas aplicaciones donde se requiere controlar ya sea la posición, la velocidad y/o el torque de un motor o un conjunto de motores, por ejemplo en el caso de bandas transportadoras, molinos, revolventadoras, máquinas - herramientas, etc, anteriormente los motores de corriente continua y corriente alterna eran controlados por elementos electromecánicos, sin embargo, con el desarrollo de nuevos dispositivos semiconductores que manejan grandes potencias tales como los SCRs, TRIACs, GTOs, IGTVOs, etc., se han desarrollado nuevas estrategias de control de motores. En la formación de Ingenieros Mecatrónicos es necesario el estudio de las diferentes estrategias en el control de máquinas eléctricas desde el punto de vista teórico y práctico con el fin de comprender, analizar, diseñar y operar, sistemas electromecánicos como elementos aislados y como integrantes de sistemas más complejos.</p> <p>Las asignaturas antecedentes son la Electrónica I y II, los Circuitos Lógicos, la Programación, Control I y II, los Sensores y Actuadores y las consecuentes son la Robótica y el Trabajo Terminal.</p> <p>La metodología de enseñanza de esta asignatura requiere de la comprobación de los conceptos teóricos a través de prácticas de laboratorio y trabajos prácticos realizados extra – clase.</p> |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                      |
| <b>OBJETIVO DE LA ASIGNATURA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• El alumno aplicará los fundamentos básicos de circuitos eléctricos y electrónicos y los esquemas de control de motores eléctricos para el diseño de sistemas electromecánicos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                      |
| <b>TIEMPOS TOTALES ASIGNADOS:</b><br><b>HRS/SEMESTRE: 60 HRS/SEMANA: 4</b><br><b>HRS/TEORÍA/SEMESTRE: 30</b><br><b>HRS/PRÁCTICA/SEMESTRE: 30</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>PROGRAMA ELABORADO O ACTUALIZADO POR:</b><br><b>ACADEMIA DE MECATRÓNICA</b><br><b>REVISADO POR: SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA</b><br><b>APROBADO POR: C.T.C.E./12 DE MARZO/99</b>                                              | <b>AUTORIZADO POR: LA COMISIÓN DE PLANES Y PROGRAMAS DE ESTUDIO DEL C. G. C. /24 DE MAYO DE 1999</b> |

**No. UNIDAD: I****NOMBRE: INTRODUCCIÓN****OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD**

- El alumno evaluará la importancia del control de máquinas eléctricas en la automatización y mecanización de procesos.
- El alumno analizará las diferentes estructuras de control de motores en un proceso.

| # DE TEMA | TEMAS                                            | INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA                                                                                   | H/T | H/P | E.C. | CLAVE      |
|-----------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|------------|
| 1.1       | <b>Introducción.</b>                             | Exposición del profesor con ayuda de acetatos, fotos, filminas y equipo de video para motivación del curso. | 0.5 | 0   | 0.5  | 1B, 2B, 3B |
| 1.2       | <b>Clasificación de los motores.</b>             |                                                                                                             | 0.5 |     | 0.5  |            |
| 1.3       | <b>Aplicaciones industriales de los motores.</b> | Utilización de pizarrón y computadora personal.                                                             | 0.5 |     | 0.5  |            |
| 1.4       | <b>Controles electromecánicos.</b>               |                                                                                                             | 0.5 |     | 0.5  |            |
| 1.5       | <b>Controles electrónicos.</b>                   | Tarea de investigación para el alumno.                                                                      | 0.5 |     | 0.5  |            |
| 1.6       | <b>Controles digitales.</b>                      |                                                                                                             | 0.5 |     | 0.5  |            |
|           |                                                  | SUBTOTAL                                                                                                    | 3   | 0   | 3    |            |

No. UNIDAD: II

NOMBRE: ELECTRÓNICA DE POTENCIA

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno analizará y aplicará las principales componentes de la electrónica de potencia.
- El alumno analizará las principales aplicaciones de diodos, transistores de potencia y tiristores.

| # DE TEMA | TEMAS                                                                                                                                                                | INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA                                                                                   | H/T | H/P | E.C. | CLAVE              |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|--------------------|
| 2.1       | <b>Introducción.</b>                                                                                                                                                 | Exposición del profesor con ayuda de acetatos, fotos, filminas y equipo de video para motivación del curso. | 0.5 |     | 0.5  | 1B, 2B, 4C, 5C, 6C |
| 2.2       | <b>Diodos semiconductores de potencia.</b><br>2.2.1 Tipos de diodos de potencia.<br>2.2.2 Aplicaciones.                                                              | Utilización de pizarrón y computadora personal                                                              | 1.5 | 2   | 1.5  |                    |
| 2.3       | <b>Transistores de potencia.</b><br>2.3.1 El transistor como interruptor.<br>2.3.2 Transistores de potencia.<br>2.3.3 Aplicaciones.                                  | Diseño y construcción de circuitos de tarea para el alumno.<br><br>Realización de prácticas de laboratorio. | 3   | 2   | 3    |                    |
| 2.4       | <b>Tiristores.</b><br>2.4.1 Tipos de tiristores.<br>2.4.2 Operación en serie.<br>2.4.3 Operación en paralelo.<br>2.4.4 Pruebas de tiristores.<br>2.4.5 Aplicaciones. |                                                                                                             | 4   | 4   | 4    |                    |
|           |                                                                                                                                                                      | SUBTOTAL                                                                                                    | 9   | 8   | 9    |                    |

No. UNIDAD: III

NOMBRE: CONTROL ELECTRÓNICO DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno analizará y utilizará las principales estructuras de control de motores de corriente continua.
- El alumno diferenciará las técnicas para el diseño de controladores para motores de corriente continua.

| # DE TEMA | TEMAS                                                                                                                                                                                                                                      | INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA                                                                                  | H/T | H/P | E.C. | CLAVE              |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|--------------------|
| 3.1       | <b>Introducción.</b><br>3.1.1 Modo de operación.<br>3.1.2 Características básicas.                                                                                                                                                         | Exposición del profesor con ayuda de pizarrón así como de computadora personal.                            | 1   |     | 1    | 1B, 3B, 4C, 5C, 6C |
| 3.2       | <b>Modelado y análisis de motores de corrientes continua.</b><br>3.2.1 Modelado matemático.<br>3.2.2 Análisis de transistores.<br>3.2.3 Control de la armadura.<br>3.2.4 Control de campo.<br>3.2.5 Control combinado de armadura y campo. | Desarrollo de ejercicios extra clase por parte del alumno.<br><br>Realización de prácticas de laboratorio. | 3   | 4   | 3    |                    |
| 3.3       | <b>Tipos de controladores.</b><br>3.3.1 Para posición.<br>3.3.2 Para velocidad.<br>3.3.3 Para torque.                                                                                                                                      |                                                                                                            | 2   | 4   | 2    |                    |
| 3.4       | <b>Estructuras de los controladores.</b><br>3.4.1 Monofásicos.<br>3.4.2 Trifásicos.<br>3.4.3 Choppers.                                                                                                                                     |                                                                                                            | 2   | 2   | 2    |                    |
|           |                                                                                                                                                                                                                                            | SUBTOTAL                                                                                                   | 8   | 10  | 8    |                    |

No. UNIDAD: IV

NOMBRE: CONTROL ELECTRÓNICO DE MÁQUINAS DE CORRIENTES ALTERNAS

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno analizará y utilizará las principales estructuras de control de motores de corriente alterna.
- El alumno aplicará las técnicas para el diseño de controladores en motores de corriente alterna.

| # DE TEMA | TEMAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA                                                                       | H/T | H/P | E.C. | CLAVE                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|------------------------|
| 4.1       | <b>Introducción.</b><br>4.1.1 Modos de operación.<br>4.1.2 Características básicas.                                                                                                                                                                                                                                                            | Exposición del profesor con ayuda de pizarrón así como de computadora personal.                 | 1   |     | 1    | 1B, 2B, 3B, 4C, 5C, 6C |
| 4.2       | <b>Controladores para motores de inducción.</b><br>4.2.1 Modelado matemático.<br>4.2.2 Análisis de transitorios.<br>4.2.3 Control del estator.<br>4.2.4 Control del rotor.<br>4.2.5 Control de frecuencia.<br>4.2.6 Control de voltaje frecuencia.<br>4.2.7 Control de corriente.<br>4.2.8 Control de voltaje, corriente.<br>4.2.9 Frecuencia. | Realización de ejercicios por parte del alumno.<br><br>Realización de prácticas de laboratorio. | 3   | 4   | 3    |                        |
| 4.3       | <b>Control de motores síncronos.</b><br>4.3.1 Modelo matemático.<br>4.3.2 Análisis de transitorios.<br>4.3.3 Control escalar.<br>4.3.4 Control vectorial.                                                                                                                                                                                      |                                                                                                 | 3   | 4   | 3    |                        |
|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | SUBTOTAL                                                                                        | 7   | 8   | 7    |                        |

No. UNIDAD: V

NOMBRE: CONTROL DIGITAL DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

## OBJETIVOS PARTICULARES DE LA UNIDAD

- El alumno analizará y utilizará las principales estructuras de control digital de motores de corriente continua y corriente alterna.

| # DE TEMA | TEMAS                                                                                 | INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA                                                                       | H/T | H/P | E.C. | CLAVE          |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|----------------|
| 5.1       | <b>Introducción.</b>                                                                  | Exposición del profesor con ayuda de pizarrón y computadora personal.                           | 0.5 |     | 0.5  | 1B, 3B, 4C, 7C |
| 5.2       | <b>Control digital de motores de corriente continua.</b>                              |                                                                                                 | 1.5 | 2   | 1.5  |                |
|           | 5.2.1 Control de posición.<br>5.2.2 Control de velocidad.<br>5.2.3 Control de torque. | Realización de ejercicios por parte del alumno.<br><br>Realización de prácticas de laboratorio. |     |     |      |                |
| 5.3       | <b>Control digital de corriente alterna.</b>                                          |                                                                                                 | 1   | 2   | 1    |                |
|           | 5.3.1 Motores de inducción.<br>5.3.2 Motores síncronos.                               |                                                                                                 |     |     |      |                |
|           |                                                                                       | SUBTOTAL                                                                                        | 3   | 4   | 3    |                |

| # PRAC. | NOMBRE DE LA PRÁCTICA                                     | RELACIONES DE U. TEMÁTICAS | HORAS PRAC. | LUGAR DE REALIZACIÓN                                         |
|---------|-----------------------------------------------------------|----------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|
| 1       | Rectificadores trifásicos de media onda y onda completa.  | II                         | 2           | LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE POTENCIA Y MÁQUINAS ELÉCTRICAS |
| 2       | Circuitos convertidores de CA a CC.                       | II                         | 2           |                                                              |
| 3       | Circuitos convertidores de CC a CA.                       | II                         | 2           |                                                              |
| 4       | Circuitos convertidores de CA a CA.                       | II                         | 2           |                                                              |
| 5       | Control de un motor de CC por campo.                      | III                        | 2           |                                                              |
| 65      | Control de un motor de CC por armadura.                   | III                        | 2           |                                                              |
| 7       | Control de posición de un motor de CC.                    | III                        | 2           |                                                              |
| 8       | Control de velocidad y torque de un motor de CC.          | III                        | 2           |                                                              |
| 9       | Drivers de posición, velocidad para motores de CC.        | III                        | 2           |                                                              |
| 10      | Control de posición y velocidad de un motor de inducción. | IV                         | 4           |                                                              |
| 11      | Control de velocidad de un motor síncrono.                | IV                         | 4           |                                                              |
| 12      | Control digital de un motor de CC.                        | V                          | 2           |                                                              |
| 13      | Control digital de un motor de CA.                        | V                          | 2           |                                                              |

| PERIODO | UNIDADES TEMÁTICAS |   | PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN                                                                                                                         |
|---------|--------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1°      | I, II              |   | 70% examen teórico + 30% evaluación de prácticas.                                                                                                    |
| 2°      | III, IV            |   | 70% examen teórico + 30% evaluación de prácticas.                                                                                                    |
| 3°      | IV, V              |   | 70% examen teórico + 30% evaluación de prácticas.                                                                                                    |
| CLAVE   | B                  | C | BIBLIOGRAFÍA                                                                                                                                         |
| 1       | X                  |   | MUHAMMAD. H. RASHID, <u>POWER ELECTRONICS, CIRCUITS, DEVICES AND APLICATIONS</u> , 2° EDICIÓN, ED. PRENTICE-HALL, PAG. 702, EUA, 1993                |
| 2       | X                  |   | B. K. BOSE, <u>POWER ELECTRONICS AND AC DRIVERS</u> , 1° EDICIÓN, ED. PRENTICE-HALL, PAG. 402, EUA, 1986                                             |
| 3       | X                  |   | SIED A. NASAR Y ION BOLDEA, <u>MAQUINAS ELÉCTRICAS, DINÁMICAS Y CONTROL</u> , 1° EDICIÓN, ED. SECSA, PAG. 233, MÉXICO, 1995                          |
| 4       |                    | X | COLIN D. SIMPSON, <u>INDUSTRIAL ELECTRONICS</u> , 1° EDICIÓN, ED. PRENTICE-HALL, PAG. 689, EUA, 1996                                                 |
| 5       |                    | X | TIMOTHY J. MALONEY, <u>ELECTRÓNICA INDUSTRIAL, DISPOSITIVOS Y SISTEMAS</u> , 1° EDICIÓN, ED. PRENTICE- HALL HISPANOAMERICANA, PAG. 567, MÉXICO, 1983 |
| 6       |                    | X | R. K. SUGANDHI Y K. K. SUGANDHI, <u>TIRISTORES, CONCEPTOS Y APLICACIONES</u> , 1° EDICIÓN, ED. LIMUSA NORIEGA, PAG. 310, MÉXICO, 1990                |
| 7       |                    | X | C. CAMBELL, <u>SOLID STATE AC MOTORS CONTROL</u> , 1° EDICIÓN, ED. MARCELL DEKKER INC, PAG. 350, EUA, 1993                                           |
|         |                    |   |                                                                                                                                                      |
|         |                    |   |                                                                                                                                                      |
|         |                    |   |                                                                                                                                                      |
|         |                    |   |                                                                                                                                                      |
|         |                    |   |                                                                                                                                                      |
|         |                    |   |                                                                                                                                                      |
|         |                    |   |                                                                                                                                                      |
|         |                    |   |                                                                                                                                                      |