



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2318	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 2316, 2317			
<b>HORAS/SEMANA:</b>	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 3	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 10mo

**PROPÓSITO**

Independientemente de la naturaleza de las fuentes de energía eléctrica, siempre ha persistido la necesidad de acondicionar las velocidades de rotación o los pares motrices nominales de las máquinas eléctricas a los requerimientos de los procesos mecánicos asociados; de ahí la necesidad de emplear sistemas adicionales conocidos como manejadores o controladores de máquinas que en conjunto con la carga mecánica impulsada, definen un sistema de accionamiento. También, la creciente necesidad de aumentar la productividad en los procesos industriales, aunado a las actuales y futuras políticas de ahorro y conservación de la energía, ha acelerado, en los últimos años, el desarrollo y empleo de sistemas de accionamientos que mejoran el rendimiento de las máquinas eléctricas empleadas en los procesos industriales. Esta parte terminal de la enseñanza, dentro del eje de formación en el área de máquinas eléctricas de la opción Industrial de la carrera de Ingeniería Eléctrica, está consagrada al análisis de las propiedades de los accionamientos en general, con particular atención en lo concerniente tanto a la caracterización e implementación teórico-práctica de sistemas de accionamientos comerciales y control de motores industriales, como al conocimiento de criterios de selección y campos de aplicación de los sistemas de control, electromecánico o digital, para el accionamiento de los motores eléctricos.

**OBJETIVO GENERAL**

- Caracterizar los elementos principales de un accionamiento, para su modelación y ajuste según el campo de aplicación y criterios de selección.
- Evaluar las características principales y campos de aplicación de los accionamientos empleados para el control de las máquinas eléctricas.
- Caracterizar las máquinas eléctricas rotativas bajo aplicaciones especiales.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE:                      HASTA:	HOJA /
---------------------------------	----------------------------------	--	-----------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA



<b>ASIGNATURA:</b> ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2318	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 2316, 2317			
<b>HORAS/SEMANA:</b>	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 3	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 10mo

### OBJETIVOS TERMINALES

- 1- Estudiar los elementos principales de un accionamiento.
- 2- Estudiar los sistemas de arranque de las máquinas eléctricas rotativas.
- 3- Estudiar el control de velocidad de las máquinas eléctricas rotativas.
- 4- Estudiar el comportamiento de la potencia real de máquinas eléctricas rotativas bajo condiciones de funcionamiento no nominales.
- 5- Estudiar criterios de selección y campos de aplicación industrial del control de velocidad de las máquinas eléctricas rotativas.
- 6- Estudiar las máquinas eléctricas rotativas en aplicaciones especiales.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

#### 1- Estudiar el funcionamiento del conjunto motor – carga mecánica

- 1.1- Determinar la característica mecánica de la máquina motriz.
- 1.2- Determinar la característica mecánica de la carga.
- 1.3- Determinar el momento de inercia del conjunto motor – carga.
- 1.4- Determinar el par de carga resultante referido al eje de la máquina motriz.
- 1.5- Caracterizar el punto de funcionamiento y estabilidad del sistema motor – carga.

#### 2- Estudiar los sistemas de arranque a tensión reducida de las máquinas eléctricas rotativas

- 2.1- Caracterizar el comportamiento de los motores durante el arranque.
- 2.2- Seleccionar el tipo o método de arranque de motores de inducción.

<b>APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:</b>	<b>APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:</b>	<b>VIGENCIA</b> DESDE:                      HASTA:	<b>HOJA</b> /
--	---	---	------------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2318	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 2316, 2317			
<b>HORAS/SEMANA:</b>	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 3	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 10mo

**3- Estudiar el control de velocidad de las máquinas eléctricas**

- 3.1- Identificar las variables a controlar en un motor eléctrico.
- 3.2- Determinar la ley de control de velocidad de un motor eléctrico.
- 3.3- Determinar la característica mecánica del motor bajo control de velocidad.
- 3.4- Determinar la característica eléctrica del motor bajo control de velocidad.
- 3.5- Seleccionar el tipo o método de control de velocidad de motores de inducción.

**4- Estudiar la potencia real de máquinas eléctricas rotativas bajo condiciones de funcionamiento no nominales**

- 4.1- Identificar las variables que determinan la potencia real de un motor eléctrico.
- 4.2- Determinar la potencia real de un motor eléctrico.

**5- Estudiar aplicaciones especiales de los motores eléctricos**

- 5.1- Analizar los generadores asincrónicos.
- 5.2- Analizar los motores de paso (stepping-motor).

**CONTENIDO**

**PROGRAMA SINÓPTICO**

Características de motores eléctricos acoplados con la carga. Arranque y equipos de arranque de motores eléctricos. Control de velocidad de motores eléctricos. Potencia

<b>APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:</b>	<b>APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:</b>	<b>VIGENCIA</b> DESDE:                      HASTA:	<b>HOJA</b> /
--	---	---	------------------





**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2318	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 2316, 2317			
<b>HORAS/SEMANA:</b>	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 3	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 10mo

- Calentamiento de los motores durante el arranque.

**Control de velocidad de motores eléctricos.**

- Motores de corriente continua:
  - Regulación de la corriente de excitación de los polos.
  - Regulación de la corriente de armadura.
  - Análisis de las características par-velocidad en los cuatro cuadrantes.
- Motor asincrónico:
  - Relación entre par de carga y potencia del entrehierro.
  - Relaciones de potencia del entrehierro – potencia de deslizamiento - potencia mecánica - y velocidad.
  - Variación de velocidad por inserción de resistencia en el rotor.
  - Variación de velocidad con aprovechamiento de realimentación de la potencia de deslizamiento.
  - Variación de velocidad a través de una fuente de frecuencia y tensión variables
  - Análisis de las características par-velocidad en los cuatro cuadrantes.

**Potencia nominal versus Potencia Real de motores eléctricos.**

- Potencia real del motor con condiciones de enfriamiento nominales

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE:                      HASTA:	HOJA /
---------------------------------	----------------------------------	--	-----------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2318	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 2316, 2317			
<b>HORAS/SEMANA:</b>	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 3	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 10mo

- Potencia real del motor con condiciones de enfriamiento no nominales

**Motores eléctricos especiales.**

- Analizar los tipos de generadores asincrónicos, conforme al tipo de rotor y topologías de control. Campos de Aplicación y criterios de selección.
- Analizar las ecuaciones circuitales de la máquina asincrónica como generador.
- Definir el punto de operación de una máquina asincrónica, utilizando un modelo circuital en aplicaciones de generador
- Determinar la influencia de los cambios de la velocidad de rotación en las condiciones de operación del generador asincrónico.
- Analizar los tipos de motores de paso, conforme al tipo de rotor y topologías de control. Campos de Aplicación y criterios de selección.
- Analizar los esquemas de control tipo de los tipos de motores de paso bajo estudio.

**PROGRAMA DE LABORATORIO**

1.3 Caracterización de Máquinas Eléctricas.

Especificar y realizar las pruebas de funcionamiento de sistemas de accionamiento.

**Pre-laboratorio:**

- Análisis de los parámetros característicos de las máquinas eléctricas rotativas. Momento de Inercia y constante de tiempo.

**Laboratorio:**

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE:                      HASTA:	HOJA /
---------------------------------	----------------------------------	--	-----------





**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2318	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 2316, 2317			
<b>HORAS/SEMANA:</b>	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 3	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 10mo

- Montaje de un arrancador a tensión reducida a través de elementos electromecánicos y/o Controlador Lógico Programable (PLC).
- Registro de los valores de tiempo y corriente de arranque para las diferentes condiciones de operación y comparación con los valores determinados o estimados teóricamente.
- **(Arranque Electrónico):**
  - Ajuste de los parámetros de un arrancador suave industrial, con base a los datos nominales del motor asociado para diferentes condiciones de operación.
  - Registro de los valores de tiempo y corriente de arranque para diferentes condiciones de operación y comparación con los valores determinados o estimados teóricamente.

**Control de Velocidad de la Máquina AC.**

**Pre-laboratorio:**

- Diagrama de bloques del sistema de control de velocidad.
- Parámetros de ajuste de un variador de velocidad industrial.
- Estimación y especificación de los protocolos de ensayo para la determinación de la característica mecánica de un sistema de accionamiento.

**Laboratorio:**

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE:                      HASTA:	HOJA /
---------------------------------	----------------------------------	--	-----------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2318	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 2316, 2317			
<b>HORAS/SEMANA:</b>	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 3	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 10mo

- Identificación de los bloques del sistema de control de velocidad de un sistema de velocidad industrial tipo.
- Ajuste de los parámetros de un variador de velocidad industrial, con base a los datos nominales del motor a controlar.
- Registro de las ondas de corriente y tensión para un punto de funcionamiento y determinación del espectro de armónicas (lado de la fuente y del motor).
- Determinación de la característica mecánica, y comparación con la calculada teóricamente.
- Compensación de la variación de velocidad para tres cargas distintas.

**Control de Velocidad de la Máquina DC**

**Pre-laboratorio:**

- Diagrama de bloques del sistema de control de velocidad.
- Parámetros de ajuste de un variador de velocidad industrial.
- Estimación y especificación de los protocolos de ensayo para la determinación de la característica mecánica de un sistema de accionamiento.

**Laboratorio:**

- Identificación de los bloques del sistema de control de velocidad de un sistema de velocidad industrial tipo.

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE:                      HASTA:	HOJA /
---------------------------------	----------------------------------	--	-----------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2318	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 2316, 2317			
<b>HORAS/SEMANA:</b>	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 3	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 10mo

- Ajuste de los parámetros de un variador de velocidad industrial, con base a los datos nominales del motor a controlar.
- Registro de las ondas de corriente y tensión del motor eléctrico para un punto de funcionamiento y determinación del espectro de armónicas (lado de la fuente y del motor), bajo control de velocidad por variación de la tensión de armadura, sin realimentación y con realimentación.
- Determinación de la característica mecánica (sin y con realimentación) y análisis comparativo con la estimación teórica.
- Determinación y análisis comparativo, con la estimación teórica, de la regulación de velocidad (sin y con realimentación) para tres condiciones de carga distinta.

**REQUISITOS**

Haber aprobado las asignaturas:

- Máquinas Eléctricas II (código 2316)
- Laboratorio de Máquinas Eléctricas (código 2317)
- Sistemas de Control I (código 2222)

**PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA**

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

TEORÍA		LABORATORIO	
TEMA	HORAS	TEMA	HORAS

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	VIGENCIA DESDE:                      HASTA:	HOJA /
---------------------------------	----------------------------------	--	-----------





**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



<b>ASIGNATURA:</b> ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS				<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b> Obligatoria			
<b>CODIGO:</b> 2318	<b>UNIDADES:</b> 5			<b>REQUISITOS:</b> 2316, 2317			
<b>HORAS/SEMANA:</b>	<b>TEORÍA:</b> 4	<b>PRÁCTICA:</b>	<b>LABORATORIO:</b> 3	<b>SEMINARIO:</b>	<b>TRABAJO SUPERVISADO:</b>	<b>HORAS TOTALES DE ESTUDIO:</b> 7	<b>SEMESTRE:</b> 10mo

**PLAN DE EVALUACIÓN**

La calificación del alumno se obtendrá de la aplicación de los siguiente instrumentos según el componente especificado:

**COMPONENTE TEORÍA.**

Instrumento	Contenido A Evaluar	Valor Porcentual
Asignación ó tarea (1 <sup>ro</sup> )	Tema 1	7,5%
Asignación ó tarea (2 <sup>do</sup> )	Tema 2	7,5%
Asignación ó tarea (3 <sup>ro</sup> )	Tema 4	7,5%
Asignación ó tarea (4 <sup>to</sup> )	Tema 5	7,5%
Seminario o Proyecto 30%	Tema 3	

**CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA TEORÍA: 60%**

**COMPONENTE LABORATORIO.**

Instrumento	Contenido A Evaluar	Valor Porcentual
Informe N° 1 10%	Tema 1	
Informe N° 2 10%	Tema 2	

<b>APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA:</b>	<b>APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:</b>	<b>VIGENCIA</b> DESDE:                      HASTA:	<b>HOJA</b> /
--	---	---	------------------



