

## 1. PRESENTACIÓN DEL ESPACIO CURRICULAR

<b>Espacio curricular: Automática y Máquinas Eléctricas</b>		
<b>Código SIU-guaraní:</b>	<b>Horas Presenciales: 60</b>	<b>Ciclo lectivo: 2024</b>
<b>Carrera: Ingeniería Mecatrónica</b>		<b>Plan de Estudio: Res. 005/23-CD</b>
<b>Dirección a la que pertenece: Ingeniería Mecatrónica</b>		<b>Bloque/ Trayecto: Tecnologías Aplicadas</b>
<b>Ubicación curricular: 8° Semestre</b>	<b>Créditos: 6</b>	<b>Formato Curricular: Teoría / Práctica</b>
<b>EQUIPO DOCENTE</b>		
<b>Cargo:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Correo:</b>
<b>Titular</b>	<b>Ing. Gabriel Luis Julián</b>	<a href="mailto:gabriel.julian@ingenieria.uncuyo.edu.ar">gabriel.julian@ingenieria.uncuyo.edu.ar</a>

### Fundamentación

**Automática y Máquinas Eléctricas** es una asignatura multidisciplinaria que tiene por objeto el estudio de la teoría y práctica del *Control Automático* de sistemas dinámicos físicos, con aplicación específica a *Accionamientos Eléctricos* en sistemas mecatrónicos; incluyendo su modelado, análisis y diseño de controladores, fundamentalmente desde el enfoque del espacio de estado, en el dominio del tiempo.

### Aportes al perfil de egreso (En la Matriz de Tributación)

<i>CE-E</i> Competencias de Egreso Específicas	<i>CE-GT</i> Competencias Genéricas Tecnológicas	<i>CE-GSPA</i> Competencias Sociales – Político - Actitudinales
<p><b>Contribución Alta</b></p> <p>CE-E 1.1: Diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería mecatrónica. CE-E 1.2: Calcular sistemas mecatrónicos, sus subsistemas constituyentes y su funcionamiento integral. CE-E 2.3 : Identificar, seleccionar y utilizar las técnicas y herramientas disponibles más adecuadas para la construcción, operación y mantenimiento de sistemas mecatrónicos. CE-E 3.1: Interpretar la funcionalidad y aplicación de sistemas mecatrónicos. CE-E 6.1: Utilizar entornos de software para diseño, modelización, simulación, ensayo y supervisión de sistemas mecatrónicos.</p> <p><b>Contribución Media</b></p> <p>CE-E 1.3: Implementar tecnológicamente sistemas mecatrónicos. CE-E 2.1: Elaborar soluciones tecnológicas en la construcción de sistemas mecatrónicos. CE-E 3.2: Determinar el funcionamiento y condiciones de uso de dispositivos o sistemas mecatrónicos de acuerdo con especificaciones, normas o estándares de aplicación.</p>	<p><b>Contribución Alta</b></p> <p>CE-GT1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería mecatrónica en los distintos ámbitos de su desempeño profesional. CE-GT2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería mecatrónica. CE-GT4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería mecatrónica.</p> <p><b>Contribución Media</b></p> <p>CE-GT5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas en la ingeniería mecatrónica.</p>	<p><b>Contribución Alta</b></p> <p>CE-GSPA2: Comunicarse en forma oral y escrita con efectividad manejando el vocabulario técnico pertinente. CE-GSPA4: Aprender en forma continua y autónoma participando activamente en la elaboración de los propios trayectos de aprendizaje y reconociendo la necesidad de perfeccionarse permanentemente.</p> <p><b>Contribución Media</b></p> <p>CE-GSPA1: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinarios. CE-GSPA3: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.</p>

<p>CE-E 5.1: Proyectar, dirigir y controlar la aplicación e integración del diseño y manufactura asistida por computador en proyectos de ingeniería mecatrónica.</p> <p>CE-E 5.2: Proyectar, dirigir y controlar la aplicación e integración de la robótica.</p> <p>CE-E 7.1: Evaluar tecnologías consolidadas relacionadas con la mecatrónica, analizando su factibilidad técnica-económica en diversos escenarios.</p> <p>CE-E 7.2: Evaluar nuevas tecnologías relacionadas con la mecatrónica, analizando su factibilidad técnica-económica</p> <p>CE-E 8.1: Participar en proyectos de desarrollo tecnológico que involucren el uso de las tecnologías mecatrónicas en otros campos</p> <p>CE-E 9.1: Participar en la generación y concreción de emprendimientos de base tecnológica.</p>		
---	--	--

**Expectativas de logro** (En punto 8 del Plan de Estudios)

Al acreditar el espacio curricular, los estudiantes serán capaces de:

- Modelar sistemas dinámicos físicos multivariable, lineales y no lineales, en tiempo continuo y tiempo discreto, utilizando la representación en el espacio de estado. Analizar su comportamiento y propiedades.
- Diseñar controladores y observadores mediante métodos en el espacio de estado, y verificar su desempeño mediante simulación numérica.
- Aplicar conceptos y metodologías específicas de análisis y control de accionamientos eléctricos con máquinas de CC y CA y sus convertidores electrónicos, para aplicaciones mecatrónicas de control de movimientos y sistemas de conversión reversible de energía eléctrica - mecánica.

**Contenidos mínimos** (En punto 8 del Plan de Estudios)

Modelado y análisis en el espacio vectorial de estado (dominio del tiempo, DT) para sistemas dinámicos continuos multivariable (MIMO), lineales y no lineales (NL): eléctricos, mecánicos y térmicos (aplicación a accionamientos). Representación en tiempo continuo y tiempo discreto (efecto del periodo de muestreo). Linealización de sistemas NL (linealización jacobiana, linealización por retroalimentación NL). Sistemas lineales invariantes (LTI). Respuesta natural y forzada. Función de transferencia (dominio de frecuencia, DF) a partir de la representación en espacio de estado (DT). Formas o realizaciones canónicas. Propiedades. Estabilidad. Controlabilidad y observabilidad.

Control en el espacio vectorial de estado. Objetivos y especificaciones del control. Retroalimentación de estado. Estimación de estado, Observadores asintóticos. Diseño de sistemas de control en el espacio de estado, incorporación de referencia. Asignación de Autovalores o polos de lazo cerrado, criterios. Control integral. Control feed-forward.

Control de accionamientos de corriente continua, CC (excitación constante o variable con debilitamiento de campo). Estructura en cascada: control interno de corriente/torque y control de movimiento. Dimensionamiento y consideraciones de diseño.

Control de accionamientos de corriente alterna trifásica, CA, sincrónicos o de inducción. Control vectorial de corriente/torque con orientación de flujo; debilitamiento de campo. Control Directo de Torque. Control de movimiento. Evaluación de desempeño, dimensionamiento y consideraciones de diseño.

**Correlativas** (En planilla de Correlatividades)

**Previas:**

**Fuertes:** Electrotecnia y Máquinas Eléctricas - Sistemas de Automatización.

**Débiles:** Mecánica Estructural.

**Posteriores:**

Control y Sistemas - Autómatas y Control Discreto - Práctica Profesional Supervisada - Proyecto Final de Estudios.

## 2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al completar el estudio del espacio curricular, el estudiante:

1. Identifica los principios de operación, funciones básicas y componentes de accionamientos eléctricos modernos, tanto de CC como de CA, para integrarlos efectivamente en sistemas mecatrónicos, dependiendo de los requerimientos fundamentales de cada aplicación.
2. Aplica métodos en el espacio vectorial de estados para el modelado, análisis y diseño de controladores en accionamientos eléctricos de CC y CA.
3. Implementa modelos dinámicos aproximados eficientes a partir de principios físicos y datos técnicos de la aplicación, para simular numéricamente su evolución temporal y analizar matemáticamente su comportamiento y propiedades, utilizando herramientas informáticas de ingeniería.
4. Incorpora, calcula y verifica el desempeño de esquemas efectivos de control automático, para cumplir con los requisitos y especificaciones de diseño, utilizando teoría de control automático, métodos matemáticos eficaces y criterios de optimización adecuados.
5. Evalúa los resultados obtenidos y aproximaciones consideradas, a fin de detectar posibles dificultades de implementación y lograr soluciones robustas de diseño.
6. Sintetiza, documenta y presenta correctamente los resultados obtenidos, tanto en contenido como en formato, a fin de lograr una comunicación profesional efectiva de su trabajo.

## 3. CONTENIDOS / SABERES

### **Unidad 1: CONVERSIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA-MECÁNICA Y CONTROL AUTOMÁTICO**

**Objetivo:** Presentar el panorama general de aplicaciones, tecnologías y principios básicos involucrados en el control automático de accionamientos eléctricos.

- A. **Introducción** y motivación. Control automático electrónico de máquinas eléctricas: concepto y esquema general, componentes. **Aplicaciones** mecatrónicas: control de movimientos y eficiencia energética (robótica y máquinas-herramienta, manipulación y movimiento de materiales, transporte y vehículos eléctricos, generación de energía, bombas y ventiladores, fabricación industrial, productos de consumo masivo, etc.).
- B. **Fundamentos** y revisión de conceptos básicos. **Accionamientos eléctricos:** tipos de cargas mecánicas; máquinas eléctricas y convertidores electrónicos de potencia: tipos, principios, dispositivos. **Control Automático:** lazo abierto o cerrado, analógico o digital; objetivos de control y especificación de requisitos: estabilidad, desempeño –seguimiento de comandos, rechazo de perturbaciones, robustez-; acciones

básicas de control). **Control de Accionamientos eléctricos** de CC y CA (velocidad, posición, torque, potencia).

C. Proceso de **Conversión de Energía**: eléctrica-eléctrica (convertidores electrónicos) y eléctrica-mecánica (máquinas eléctricas). Circuitos magnéticos y eléctricos acoplados.

## **Unidad 2: MODELADO Y ANÁLISIS EN EL ESPACIO DE ESTADO DE SISTEMAS DINÁMICOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS**

**Objetivo:** Plantear modelos dinámicos lineales o no lineales de sistemas eléctricos y mecánicos, y analizar su comportamiento y propiedades, desde el enfoque del espacio de estado.

A. **Sistemas dinámicos** físicos: concepto de estado interno, orden del sistema; entradas (manipuladas y de perturbación), salidas: sistemas SISO vs. MIMO o multivariable (MV). Modelado y representación mediante **Variables de Estado**: ecuación de estado; diagrama de bloques de estado. Espacio vectorial de estado, trayectorias. Modelos Lineales vs. No Lineales. Linealización Jacobiana en Puntos de Operación. Espacio de Operación. Modelos lineales con parámetros variables (LPV). Linealización por Retroalimentación No Lineal.

B. **Modelos lineales invariantes (LTI)**: propiedades. Solución de la ecuación de estado. Autovalores, polos y ceros. Función de transferencia a partir del modelo de estado. Modelos para sistemas interconectados en serie, paralelo y retroalimentados. Modelos de 1°, 2°, 3° orden, orden superior: ejemplos y **aplicaciones** a subsistemas eléctricos y mecánicos en accionamientos.

C. Modelos LTI en Tiempo Continuo vs. Tiempo Discreto. Efectos de retardos. **Discretización** de modelos continuos. Sistemas de datos muestreados. Efectos del cambio del periodo de muestreo.

D. **Respuesta Dinámica** natural y forzada, resonancia. Simulación numérica. Análisis en el espacio de estado. **Estabilidad** de sistemas desde el enfoque del espacio de estado. Conceptos, criterios.

E. Selección de estados y transformación de estado (cambio de base), realizaciones, propiedades. **Formas o realizaciones canónicas**: diagonal, controlable, observable.

F. **Controlabilidad** y **Observabilidad**. Conceptos, criterios: Gilbert, Kalman. Subsistemas Controlable y Observable.

## **Unidad 3: CONTROL EN EL ESPACIO DE ESTADO DE SISTEMAS DINÁMICOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS**

**Objetivo:** Especificar, analizar y diseñar controladores lineales retroalimentados para sistemas eléctricos y mecánicos, desde el enfoque del espacio de estado.

A. **Objetivos de Control y Especificaciones** de desempeño: estabilidad, seguimiento de consignas, rechazo de perturbaciones, robustez. Acciones básicas de control. Control en el Espacio de Estado.

B. **Retroalimentación de Estado**. Conceptos básicos. Método de ubicación o asignación de polos de lazo cerrado; selección de polos: criterios y esfuerzo de control asociado. Mejoras: control integral, control por acción en avance (Feedforward). Control 2 DoF.

C. **Estimación de Estado**. Observadores asintóticos, de estado completo vs. orden reducido. Conceptos. Diseño. Observadores aumentados. Compensación de Perturbaciones.

D. **Diseño** de sistemas de control en el espacio de Estado. Control óptimo cuadrático. Control Digital: conceptos de diseño continuo y emulación discreta vs. diseño digital directo. Implementación y simulación.

E. **Aplicaciones** al control y regulación de subsistemas eléctricos y mecánicos en accionamientos.

#### **Unidad 4: CONTROL DE ACCIONAMIENTOS DE CORRIENTE CONTINUA (CC)**

**Objetivo:** Estudiar los componentes, la dinámica y esquemas de control utilizados en accionamientos eléctricos de CC, para distintas aplicaciones.

- A. **Máquinas** de corriente continua (con escobillas): excitación separada o con imanes permanentes (IP) vs. excitación serie o paralelo; principio de operación (conmutador mecánico). **Modelado** en régimen permanente estacionario y modelado dinámico en el espacio de estado; medición/estimación de parámetros.
- B. **Accionamientos de CC** de velocidad variable alimentado por rectificador controlado (CA/CC) o troceador (chopper CC/CC), técnicas de conmutación por fase/PWM. Operación en 1, 2 vs. 4 cuadrantes (motorización y regeneración o frenado eléctrico, sentidos directo e inverso). Modelo “macroscópico” o promediado para control.
- C. **Control a lazo abierto:** por tensión de armadura y/o excitación, concepto. Modos de operación (torque constante, potencia constante / debilitamiento de flujo o campo magnético, reforzamiento). Respuesta dinámica a lazo abierto, simulación y análisis.
- D. **Control a lazo cerrado o retroalimentado:** Control de movimiento (velocidad/posición), análisis y diseño. Control de corriente / torque. Simulación dinámica. Observadores de estado. Retroalimentación de estado. Estrategias de Control. Control de movimientos: control en cascada vs. enfoque de estado. Evaluación de desempeño.
- E. **Aplicaciones:** Ciclos de trabajo. Dimensionamiento y consideraciones de diseño.

#### **Unidad 5: CONTROL DE ACCIONAMIENTOS DE CORRIENTE ALTERNA (CA)**

**Objetivo:** Estudiar los componentes, la dinámica y esquemas de control utilizados en accionamientos eléctricos de CA trifásicos, sincrónicos y de inducción, para distintas aplicaciones.

- A. **Máquinas** de corriente alterna (trifásicas): **sincrónicas** (excitación separada o IP/ sincrónica de reluctancia) vs. **asincrónicas** o de inducción, principios de operación (campo magnético rotante). **Modelado** en régimen permanente estacionario y modelado dinámico en el espacio de estado, medición/estimación de parámetros. Coordenadas qd0.
- B. **Accionamientos de CA** de frecuencia/velocidad variable alimentado por inversor (CC/CA) con fuente de tensión constante (VSI), técnicas de conmutación PWM. Operación en 1, 2 vs 4 cuadrantes (motorización y regeneración o frenado eléctrico, sentidos directo e inverso). Modelo “macroscópico” o promediado para control.
- C. **Control a lazo abierto.** Control de velocidad por frecuencia y tensión variable (Control escalar V/Hz), principio; resbalamiento constante, flujo constante. Respuesta dinámica a lazo abierto, simulación y análisis.
- D. **Control a lazo cerrado o retroalimentado:** Control de Movimiento (velocidad/posición), análisis y diseño. **Control Vectorial** de corriente / torque con orientación de flujo, principios y comparación con CC. Método directo vs. Indirecto; estimación de flujo y resistencia rotórica (máquina de inducción). Modos de operación (torque constante, potencia constante/debilitamiento de flujo). Observadores de estado, prescindencia del sensor de velocidad (“sensorless” control). Control directo de Torque (DTC), principios, estrategias, comparación. Control de movimientos en cascada. Evaluación de desempeño.
- E. **Aplicaciones:** Ciclos de trabajo. Dimensionamiento y consideraciones de diseño.

#### 4. MEDIACION PEDAGOGICA (metodologías, estrategias, recomendaciones para el estudio)

**Automática y Máquinas Eléctricas** es una asignatura técnica multidisciplinaria con contenido teórico-práctico, que requiere interacción participativa en clase, estudio y desarrollo de aplicaciones prácticas de proyecto y diseño para adquirir los conocimientos y competencias necesarias, con seguimiento y evaluación continua del proceso de enseñanza – aprendizaje.

La mediación pedagógica incluye las siguientes actividades y recursos:

**Clases presenciales** teórico-prácticas (4 h/semana, durante las 15 semanas del 8° semestre) con la siguiente modalidad:

- Presentación y desarrollo de conceptos y teoría con uso de recursos informáticos, explicaciones en pizarrón y material bibliográfico, según convenga.
- Planteo de ejemplos y aplicación en accionamientos eléctricos y subsistemas. Resolución de ejercicios simples con participación activa de los alumnos.
- Prácticas guiadas de modelado y simulación numérica (MATLAB / Simulink) de sistemas eléctricos y mecánicos, simples y acoplados. Análisis de su comportamiento dinámico natural y controlado; diseño y sintonía de controladores, evaluación de desempeño.
- Prácticas de laboratorio, en función del equipamiento didáctico disponible.

**Atención de Consultas** (1 h/semana, durante ambos semestres académicos) para aclarar dudas, reforzar temas de la asignatura y posteriormente seguimiento del Proyecto Global Integrador.

**Tareas complementarias** obligatorias de los alumnos fuera del horario de clases (No presencial):

- Estudio y ejercitación práctica, lectura de bibliografía y manuales actualizados.
- Proyecto Global Integrador: modelado, simulación y diseño de un sistema de control de accionamiento eléctrico en una aplicación mecatrónica especificada. Desarrollo. Presentación de Informe técnico y demostración mediante simulación. Coloquio y Exposición final.

**Material de apoyo y recursos didácticos:** proyector multimedia con pantalla, prácticas con software de aplicación para simulación en ingeniería; laboratorio de automática y control de accionamientos.

#### 5. INTENSIDAD DE LA FORMACION PRACTICA

Ámbito de formación práctica	Carga horaria	
	Presencial	No presencial
Formación Experimental	10 h	20 h
Resolución de problemas Abiertos de Ingeniería	10 h	20 h
Actividades de proyecto y diseño	10 h	50 h
Práctica profesional Supervisada		
<b>Carga horaria total</b> (incluye Teoría 30 h y Estudio 30 h)	<b>60 h</b>	<b>120 h</b>



## 6. SISTEMA DE EVALUACIÓN

La Regularización y Aprobación de la asignatura (según Ord. CS 108/10) se obtiene cumpliendo un proceso de **evaluación continua** que consta de los siguientes requisitos y pasos progresivos:

### 6.1. Criterios de Evaluación

Se evalúan los conocimientos teóricos conceptuales y deductivos sobre los contenidos, y su aplicación práctica a la resolución de problemas de modelado, análisis y diseño. Se valoran las competencias de razonamiento sistemático y ordenado; la aplicación adecuada de metodologías y herramientas de ingeniería; y la presentación y comunicación profesional de resultados, en forma escrita y oral.

### 6.2. Condiciones de Regularidad

1. **Inscripción** formal en SIU-Guaraní para cursar la asignatura en condición de **Alumno Regular**, teniendo cumplido el régimen de *Correlatividades anteriores* vigente para esta Asignatura (ver 1. Correlativas).
2. **Asistencia** participativa a clases presenciales teórico-prácticas (75% mínimo obligatorio), en las fechas y horarios estipulados en el **Cronograma de Cátedra 2024** (según Calendario Académico 2024), disponible en Aula Abierta. Las Inasistencias deberán justificarse.
3. Aprobación de **2 Evaluaciones Parciales** escritas teórico-prácticas, según las consignas impartidas por la Cátedra (Calificación mínima: 60% = 6 puntos). Cada evaluación parcial tendrá, en caso de no aprobación, una instancia posterior de Recuperación en fecha a definir por la Cátedra.

El cumplimiento completo de los tres pasos anteriores en término permite alcanzar la **Regularización de cursado** de la asignatura, al final del cursado; y habilita a avanzar en el desarrollo del Proyecto Global Integrador asignado. Cualquiera de dichos pasos que no se cumpla impedirá alcanzar la Regularización e implicará necesariamente tener que volver a cursar la asignatura.

### 6.3. Condiciones de Promoción

La Promoción Directa **NO ES APLICABLE** a este espacio curricular.

### 6.4. Régimen de Acreditación (según Ord. 002/2021-CD)

- **Promoción Directa: NO ES APLICABLE.**
  - **Alumnos Regulares:** Habiendo alcanzado la **Regularización de cursado** (ver 6.2 anterior), para lograr la Acreditación o Aprobación Final se deben realizar los siguientes pasos posteriores:
1. Desarrollo del **Proyecto Global Integrador** (PGI) asignado, en los meses inmediatos posteriores a la regularización de cursado, según la Guía de Trabajo de PGI actualizada, impartida por la Cátedra; con seguimiento y supervisión de avances en los horarios de consulta.
  2. Presentación y Aprobación de un **Informe Técnico Profesional** del Proyecto Global Integrador, según Guía de Informe de PGI actualizada, dada por la Cátedra.
  3. **Demostración del Proyecto** (presentación a partir del Informe Técnico) y **Coloquio** sobre los saberes del espacio curricular relacionados al mismo (Calificación mínima de Aprobación del PGI: 60% = 6 puntos). En caso de no alcanzar la calificación mínima de Aprobación del PGI, se deberá revisar todo lo que sea observado o requerido por la Cátedra y volver a realizar los pasos necesarios.
  4. Inscripción en **Mesa de Examen** (llamado ordinario o especial) y **Presentación Formal del Proyecto Global Integrador**, a efectos de **Acreditación o Aprobación** del Espacio Curricular. Calificación final

de Aprobación = 0.50 x Calificación Proyecto Global Integrador + 0.25 x Calificación Evaluación Parcial 1 + 0.25 x Calificación Evaluación Parcial 2.

**Nota:** Para inscribirse en Mesa de Examen es requisito indispensable haber realizado el cursado completo y haber obtenido la Regularización de la asignatura en tiempo y forma, como así también haber realizado completamente y tener aprobado el Proyecto Global Integrador asignado, con presentación y aprobación del Informe Técnico y Coloquio. NO se admite en Mesa de Examen a alumnos en condición de libre que no hayan cumplido todos estos requisitos.

▪ **Alumnos Libres:** SE ACEPTA SOLO EN CASO C. Otros casos A, B y D: deben RECURSAR COMPLETAMENTE Y REGULARIZAR EL ESPACIO CURRICULAR, ver 6.2 y Nota en 6.4.

A. Estudiante libre en el espacio curricular por no haber cursado la asignatura: **NO SE ACEPTA, ver Nota en 6.4.**

B. Estudiante libre en el espacio curricular por insuficiencia; *es decir, haber cursado la asignatura, y haber aprobado actividades específicas del espacio curricular y no haber cumplido con el resto de las condiciones para alcanzar la regularidad:* **NO SE ACEPTA, ver Nota en 6.4.**

C. Estudiante libre en el espacio curricular por pérdida de regularidad (LPPR) por vencimiento de la vigencia de la misma y no haber acreditado la asignatura en el plazo estipulado: **SÍ SE ACEPTA en igual condición que Alumnos Regulares, ver Nota en 6.4.**

D. Estudiante libre en el espacio curricular por pérdida de regularidad (LPPR), por haber rendido CUATRO (4) veces la asignatura, en condición de estudiante regular, sin lograr su aprobación: **NO SE ACEPTA, ver Nota en 6.4.**

## 7. BIBLIOGRAFIA

### Bibliografía Básica

Titulo	Autor /es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles	Sitios digitales
Ingeniería de Control Moderna, 5° Ed.	Ogata K.	Prentice-Hall	2010	2	
Feedback Control of Dynamic Systems, 7° Ed./ 8° Ed.	Franklin G., Powell D., Emami-Naeini A.	Pearson	2015/2019	1	
Feedback Systems, 2° Ed.	Aström K. J. and Murray R.	Princeton	2020	-	<a href="https://www.cds.caltech.edu/~murray/books/AM08/pdf/fbs-public_24Jul2020.pdf">https://www.cds.caltech.edu/~murray/books/AM08/pdf/fbs-public_24Jul2020.pdf</a>
Electrical Drives: Principles, Planning, Applications, Solutions.	Weidauer J. and Messer R.	Publicis Wiley VCH	2014	1	
Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, 3° Ed.	Krause P. et al.	Wiley-IEEE Press	2013	1	

### Bibliografía Complementaria

Titulo	Autor /es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles	Sitios digitales
Control en el Espacio de Estado, 2° Ed.	Domínguez S. et al.	Prentice-Hall	2006	-	
Electrical Machines & Drives: Fundamentals & Advanced Modeling	Melkebeek J.	Springer	2018	-	
Electrical Machines: Mathematical Fundamentals of Machine Topologies.	Gerling D.	Springer	2015	-	
Control of Electrical Drives, 3° Ed.	Leonhard W.	Springer	2001	-	
Electric Motor Drives: Modeling, Analysis, and Control	Krishnan R.	Prentice-Hall	2001	-	



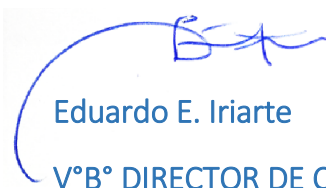
Manuales y Catálogos Técnicos de Máquinas Eléctricas y Accionamientos Industriales Comerciales.	SIEMENS, ABB, SEW Eurodrive, Schneider Electric, etc.			-	
Artículos técnicos y Papers seleccionados de publicaciones especializadas.	Varios	IEEE, Springer, Elsevier, Wiley, etc.		-	<a href="https://ieeexplore.ieee.org/">https://ieeexplore.ieee.org/</a>
Normas Internacionales de Aplicación: IEC 60034, IEC 61800, IEC 60204-1, NEMA MG-1, NEMA ICS-7 etc.		IEC, IEEE, NEMA, etc.		-	<a href="https://iec.ch/homepage">https://iec.ch/homepage</a> <a href="https://www.electropedia.org/">https://www.electropedia.org/</a>

### 7.1. Recursos digitales del espacio curricular (enlace a aula virtual y otros)

**Aula Virtual de Espacio Curricular: Automática y Máquinas Eléctricas-2024**

En <https://aulaabierta.ingenieria.uncuyo.edu.ar/course/index.php?categoryid=9>

## 8. FIRMAS



**Eduardo E. Iriarte**

**V°B° DIRECTOR DE CARRERA**

Fecha



**Gabriel L. Julián**

**DOCENTE RESPONSABLE A CARGO**

31 de Octubre de 2023