

## 1. PRESENTACIÓN DEL ESPACIO CURRICULAR

<b>Espacio curricular: Autómatas y Control Discreto</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: 10° 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

**Autómatas y Control Discreto** es una asignatura multidisciplinaria que tiene por objeto el estudio de la teoría y práctica de los *Autómatas Programables de Control* (sistemas electrónicos digitales secuenciales comúnmente conocidos como “Controladores Programables”, “PLCs”, “PACs”), con aplicación específica a *Sistemas de Automatización y Control Digital complejos* (jerárquicos y/o distribuidos) con *estados continuos y estados discretos activados por eventos*; incluyendo modelado, análisis, diseño, implementación y validación.

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

<b>CE-E Competencias de Egreso Específicas</b>	<b>CE-GT Competencias Genéricas Tecnológicas</b>	<b>CE-GSPA Competencias Sociales – Político - Actitudinales</b>
<p><b>Contribución Alta</b></p> <p>CE-E 1.1: Diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería mecatrónica.</p> <p>CE-E 1.2: Calcular sistemas mecatrónicos, sus subsistemas constituyentes y su funcionamiento integral.</p> <p>CE-E 1.3: Implementar tecnológicamente sistemas mecatrónicos.</p> <p>CE-E 2.1: Elaborar soluciones tecnológicas en la construcción de sistemas mecatrónicos.</p> <p>CE-E 2.3 : Identificar, seleccionar y utilizar las técnicas y herramientas disponibles más adecuadas para la construcción, operación y mantenimiento de sistemas mecatrónicos.</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 5.3: Proyectar, dirigir y controlar la aplicación e integración de la automatización y el control.</p> <p>CE-E 6.1: Utilizar entornos de software para diseño, modelización, simulación, ensayo y supervisión de sistemas mecatrónicos.</p> <p>CE-E 6.3: Utilizar diversos entornos de desarrollo y sus herramientas para la codificación y depuración de programas aplicados al control y supervisión de sistemas mecatrónicos.</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.</p> <p>CE-GT2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería mecatrónica.</p> <p>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-GT3: Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería mecatrónica.</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.</p> <p>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.</p> <p>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><b>Contribución Media</b></p> <p>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>CE-E 5.2: Proyectar, dirigir y controlar la aplicación e integración de la robótica.</p> <p>CE-E 6.2: Identificar, seleccionar y aplicar diversos lenguajes y paradigmas de programación en el desarrollo del control y supervisión de sistemas mecatrónicos.</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:

- Reconocer el comportamiento lógico secuencial (evolución discreta) de subsistemas de estados discretos activados por eventos, en interacción con la evolución temporal continua de subsistemas de estados continuos, conformando sistemas dinámicos híbridos.
- Aplicar este enfoque integrado al control y protección de sistemas mecatrónicos.
- Analizar y definir la arquitectura y el comportamiento integrado de sistemas de automatización y control complejos (jerárquicos y/o distribuidos), utilizando herramientas de modelado y especificación formal de autómatas, junto con técnicas de control digital regulatorio y simulación dinámica híbrida.
- Incorporar conceptos y prácticas de seguridad funcional.
- Implementar y validar estos sistemas de automatización y control en controladores digitales programables, aplicando metodologías de diseño basado en modelos, lenguajes modernos y funciones de seguridad bajo estándares internacionales.

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

Sistemas dinámicos híbridos. Sistemas de estados discretos activados por eventos (DES, *Discrete-Event Systems*). Autómatas secuenciales, paradigmas de Moore y Mealy. Máquinas de estados finitos (FSM, *Finite-State Machines*). Estructuras jerarquizadas y concurrentes.

Especificación, modelado y simulación: *Statecharts*, Redes de Petri, GRAFCET. Integración con sistemas de control digital de estados continuos muestreados en tiempo discreto.

Autómatas programables de control. Arquitecturas, funciones y componentes de hardware y software, Norma IEC 61131. Entornos normalizados y lenguajes de programación, IEC 61131-3.

Funciones de seguridad y protección. Seguridad funcional, Normas IEC 61508, 62061.

Metodologías de especificación, diseño e implementación de sistemas de automatización y control complejos (híbridos y distribuidos).

### Correlativas (En planilla de Correlatividades)

**Previas:**

**Fuertes:** Automática y Máquinas Eléctricas.

**Débiles:** Automatismos Industriales - Control y Sistemas.

**Posteriores:**

Proyecto Final de Estudios.

## 2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al completar el estudio del espacio curricular, el estudiante:

1. Identifica y analiza el comportamiento dinámico híbrido requerido en sistemas mecatrónicos complejos (evolución secuencial de estados discretos activados por eventos, en interacción con evolución temporal continua de otros estados continuos), a partir de especificaciones de funcionamiento dadas, utilizando métodos de modelado y especificación formal de comportamiento.
2. Aplica herramientas informáticas de modelado y simulación híbrida para el diseño integrado de sistemas de automatización, control y protección basado en modelos, incorporando conceptos y estándares de seguridad funcional.
3. Compara alternativas y define una configuración adecuada de hardware y software de control y protección, utilizando normas internacionales de aplicación industrial.
4. Implementa la configuración y software de aplicación utilizando entornos integrados de desarrollo (IDE) normalizados para autómatas programables de control industrial, a partir del diseño basado en modelos, validando y depurando su funcionamiento mediante pruebas de simulación progresiva disponibles (Co-simulación, Software/Hardware-in-the-Loop, etc.).
5. Evalúa los criterios de diseño y resultados obtenidos, a fin de detectar y resolver posibles dificultades de implementación final, para lograr soluciones robustas de diseño y operación.
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: AUTÓMATAS, SISTEMAS DISCRETOS Y SISTEMAS HÍBRIDOS

**Objetivo:** Presentar el panorama general de aplicaciones, tecnologías y principios básicos involucrados en los sistemas de automatización y control industriales.

- A. **Introducción** y motivación. Sistemas de **Automatización** industriales: concepto y esquema general, componentes. Proceso o sistema físico a controlar, sus variables de interés (discretas y/o continuas). **Estructura** básica de un sistema automatizado. Control jerárquico centralizado vs. control distribuido: arquitecturas de hardware y software (control y comunicaciones industriales). **Aplicaciones** mecatrónicas: control automático secuencial o supervisor (estados discretos, activados por eventos) integrado al control en tiempo discreto de lazo cerrado (estados continuos con datos muestreados) de procesos y maquinaria (casos de manipulación y movimiento de materiales, generación de energía, fabricación industrial, etc.).
- B. **Fundamentos de Autómatas** o Sistemas Digitales Secuenciales, con **Estados Discretos activados por Eventos (DES, Discrete-Events Systems)**; conceptos de eventos asincrónicos y entradas discretas,

transiciones; estados discretos, acciones; evolución. Modelado, representación y análisis de DES mediante **Máquinas o Autómatas de Estados Finitos (FSM, Finite-State Machines)**: ecuación de estado y diagrama de transiciones de estado. Paradigmas de Moore y de Mealy. Extensión para sistemas DES complejos mediante el formalismo **Statecharts**: Jerarquía, Concurrencia y Comunicación. **Prácticas** de modelado y simulación de sistemas DES con FSM y Statecharts en **Stateflow** (MATLAB / Simulink).

C. Metodologías de descripción o especificación formal de comportamiento y diseño conceptual de sistemas digitales secuenciales de control (DES). **Redes de Petri (RdP)** o Petri Nets (PN): notación y definiciones; marcas y estados, evolución; análisis y control de RdP. High-level Petri Nets, **HLPN** (ISO/IEC 15909). Control de Supervisión (SCT, Supervisory Control Theory). Representación de DES mediante el lenguaje de especificación **GRAFSET (IEC 60848)**; concurrencia y estructuras jerarquizadas de GRAFCET.

D. **Sistemas Dinámicos Híbridos**: concurrencia e interacción dinámica de subsistemas de estados continuos y de estados discretos; Modos de operación. Conmutación. Autómatas Híbridos. Modelado, Análisis, Control y Simulación. **Prácticas** de modelado y simulación de Sistemas Híbridos en Stateflow y Simulink.

## **Unidad 2: AUTÓMATAS PROGRAMABLES DE CONTROL – NORMA INTERNACIONAL IEC 61131 ARQUITECTURAS Y LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN**

**Objetivo:** Evaluar distintas configuraciones posibles de controladores programables y seleccionar la más adecuada para la aplicación. Conocer y utilizar lenguajes de programación normalizados modernos.

A. **Autómatas Programables de Control.** Funciones y **arquitecturas básicas**, evolución y estado actual; sistemas basados en procesador digital, compactos vs. modulares. Autómatas programables y Tiempo Real (RT): ciclo básico de ejecución, tareas periódicas, tareas dependientes de eventos externos, inicialización. Entorno de los autómatas programables: sensores y actuadores, interfaces. Módulos básicos (DI/DO, AI/AO) y especializados (sensores DTR, Comunicaciones, etc.). **Selección** de un autómata programable: objetivos de control y comunicación, especificación de requisitos. Criterios de selección. Ejemplos.

B. **Funciones de Seguridad** vs. Funciones de Control. Confiabilidad y Disponibilidad. Medidas de Seguridad en los sistemas de automatización. Circuito interno de vigilancia (Watchdog Timer). Diagnóstico de fallas. Redundancia y protección de I/O. Redundancia de Procesadores y redes de Comunicación. Dispositivos de seguridad externos: relé de seguridad con cadena de contactos de seguridad cableada externa. Seguridad funcional integrada (**Functional Safety**): Normas IEC 61508, IEC 62061, IEC 61131-6, IEC 61800-5-2. Seguridad ante Sabotajes (**Security**).

C. **Entornos normalizados y Lenguajes de Programación según IEC 61131-3. Elementos Comunes:** Tipos de datos. Variables, declaración. Configuración, Recursos y Tareas. Unidades de Organización de Programa (**POUs**): Programas, Funciones (**FCs**) y Bloques de Función (**FBs**), instancias; elementos de orientación a Objetos (OOP). **SFC, Diagrama Funcional Secuencial** (similar a **GRAFSET, IEC 60848**); partición y estructuración de funciones de control secuencial con SFC. Lenguajes gráficos, breve revisión: **LD** (Ladder Logic) esquema de escalera de contactos y relés, **FBD** diagrama de bloques de función. **Lenguaje ST, Texto Estructurado** (lenguaje textual de alto nivel); ventajas y aspectos particulares de ST: expresiones; sentencias de asignación; sentencias de invocación y retorno de funciones (FC) y bloques de función (FB); sentencias de selección e iteración (estructuras de Control de Flujo). Programación Estructurada (clásica) y Programación Orientada a Objetos (OOP) en IEC 61131-3. **Entornos de desarrollo integrado (IDE, Integrated Development Environments)** profesionales para Autómatas Programables de Control: **CODESYS, TIA Portal STEP 7 / PLCSIM (SIEMENS)**, etc. Introducción y ejemplos simples de aplicación.

## **Unidad 3: DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL SECUENCIAL CON AUTÓMATAS PROGRAMABLES**

**Objetivo:** Aplicar métodos sistemáticos de diseño e implementación, para programas de control discreto de diferente complejidad, utilizando entornos de desarrollo (IDE) para controladores programables.

- A. **Métodos Clásicos:** Diseño de sistemas combinacionales de control. Diseño de sistemas secuenciales de control: método de emulación de biestables SR; método de emulación del diagrama de transición de estados finito. Implementación en lenguajes LD / FBD vs ST.
- B. **Métodos para sistemas de control secuencial complejos:** Diseño basado en la partición del algoritmo en fases; implementación en lenguaje ST. Diseño basado en el Diagrama Funcional Secuencial **SFC (GRAFSET)**. Comparación entre ambos métodos. Ejemplos de aplicación. **Métodos modernos:** diseño basado en modelos (**MBD, Model-based Design**); implementación manual vs generación automática de código IEC 61131-3 (ST) a partir de modelo del controlador en Stateflow / Simulink.
- C. **Prácticas** de implementación de aplicaciones de control secuencial mediante entornos de desarrollo (IDE) **CODESYS** o **TIA Portal** STEP7 / PLCSIM (SIEMENS), incluyendo los siguientes aspectos: Creación de un proyecto de desarrollo para una aplicación. Configuración de hardware. Estructuración y codificación de software, declaración de tipos y variables; asignación de unidades de código a tareas en el recurso de hardware. Depuración, verificación y validación mediante análisis funcional, simulación y ensayos de laboratorio y/o de campo. Control de revisiones y mantenimiento de software de automatización y control.

#### **Unidad 4: ARQUITECTURAS DISTRIBUIDAS DE CONTROL Y COMUNICACIONES INDUSTRIALES**

**Objetivo:** Entender los requerimientos de comunicación en sistemas de automatización industrial distribuidos y conocer distintas opciones de topologías, medios y protocolos usuales.

- A. **Arquitecturas distribuidas** de sistemas de automatización complejos, evolución: control jerárquico centralizado con estaciones remotas de I/O vs. control descentralizado o distribuido. Necesidades de comunicación: conceptos y definiciones básicas.
- B. **Redes digitales y buses de campo.** Modelo de capas OSI (ISO). Medio físico y topologías de red. **Protocolos industriales de comunicación:** tipos, ventajas, criterios de elección. Definición de perfiles de comunicación.
- C. **Protocolos industriales modernos:** CAN, PROFIBUS. **Industrial ETHERNET** (IEEE 802.3): Protocolos PROFINET, EtherNet/IP, EtherCAT, etc. Comunicación abierta OPC, **OPC-UA**. Características, opciones y aplicaciones. Ejemplos y práctica de implementación en CODESYS o TIA Portal STEP7.

#### **Unidad 5: CONTROL DISCRETO DE SISTEMAS CONTINUOS, CONTROL HÍBRIDO**

**Objetivo:** Diseñar, simular e implementar sistemas de Control Híbrido: control regulatorio en tiempo discreto (estados continuos con datos muestreados), junto con control automático secuencial o supervisor (estados discretos activados por eventos).

- A. Representación discreta de **sistemas dinámicos muestreados** en tiempo continuo. Criterios de selección del periodo de muestreo. Análisis de estabilidad. **Diseño de controladores en tiempo discreto** de lazo cerrado para sistemas muestreados: métodos de emulación discreta del controlador continuo vs. métodos de diseño discreto directo del controlador. Simulación de datos muestreados mediante MATLAB / Simulink.
- B. **Control Híbrido:** integración con sistema de **control automático secuencial o supervisor**, de estados discretos activado por eventos (modos de operación, generación de secuencia de trayectorias, protección por fines de carrera u otros eventos, detección y diagnóstico de fallas, etc.). **Simulación híbrida (Model-in-the-Loop)** mediante MATLAB / Simulink / Stateflow.
- C. **Prácticas** de implementación de Control Híbrido mediante entornos de desarrollo (IDE) **CODESYS** o **TIA Portal** STEP7 / PLCSIM (SIEMENS). **Co-Simulación (Software-in-the-Loop)** con MATLAB / Simulink.

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

**Autómatas y Control Discreto** es una asignatura técnica multidisciplinaria con contenido teórico-práctico, que requiere interacción participativa en clase, estudio y desarrollo de aplicaciones prácticas de proyecto, diseño e implementación 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 10° 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 automatización y control discreto e híbrido de procesos físicos, con estados continuos y estados discretos activados por eventos. Resolución de ejercicios simples con participación activa de los alumnos.
- Prácticas guiadas de modelado y simulación numérica (MATLAB / Simulink / Stateflow) de sistemas de control discreto de procesos físicos continuos y/o activados por eventos. Análisis de su comportamiento dinámico, diseño e implementación del sistema de control y automatización, y evaluación de desempeño.
- Prácticas de laboratorio, en función del equipamiento didáctico disponible (entornos IDE de desarrollo y simulación de aplicaciones en PLCs industriales: CODESYS / TIA Portal STEP7).

**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: análisis de requisitos, diseño, implementación y validación de un sistema de automatización, control y protección con autómatas programables en una aplicación mecatrónica especificada. Desarrollo. Presentación de Informe técnico y demostración mediante simulación e implementación. Coloquio y Exposición final.

**Material de apoyo y recursos didácticos:** proyector multimedia con pantalla, prácticas con software de aplicación para simulación en ingeniería y entornos de desarrollo de proyectos con autómatas programables industriales; 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	30 h
Actividades de proyecto y diseño	10 h	50 h
Práctica profesional Supervisada		
<b>Carga horaria total (incluye Teoría 30 h y Estudio 20 h)</b>	<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, diseño y desarrollo; selección de componentes, concepción de arquitecturas e implementación. 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 =  $0.50 \times \text{Calificación Proyecto Global Integrador} + 0.25 \times \text{Calificación Evaluación Parcial 1} + 0.25 \times \text{Calificación Evaluación Parcial 2}$ .

**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
Introduction to Discrete Event Systems, 3° Ed. ó 2° Ed.	Cassandras C. and Lafortune S.	Springer	2021 o 2008	1	
Sistemas de Automatización y Automatas Programables, 3° Ed. (reemplaza a 2°Ed., 2009)	Mandado Pérez E. et al.	Alfaomega-Marcombo	2018	1	
Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach, 2° Ed.	Lee E. and Seshia S.	MIT Press	2017	-	<a href="https://ptolemy.berkeley.edu/books/leeseshia/releases/LeeSeshia_DigitalV2_2.pdf">https://ptolemy.berkeley.edu/books/leeseshia/releases/LeeSeshia_DigitalV2_2.pdf</a>
IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems, 2° Ed.	John K. and Tiegelkamp M.	Springer	2010	-	
Mastering PLC Programming: The software engineering survival guide to automation programming, 1° Ed.	White M.	Packt	2023	-	<a href="https://www.packtpub.com/product/mastering-plc-programming/9781804612880">https://www.packtpub.com/product/mastering-plc-programming/9781804612880</a> <a href="https://github.com/PacktPublishing/Mastering-PLC-programming">https://github.com/PacktPublishing/Mastering-PLC-programming</a>
Automating with SIMATIC: Hardware and Software, Configuration and Programming, Data Communication, Operator Control and Monitoring, 6°Ed.	Berger H.	Wiley	2016	-	

<b>PLC and HMI Development with Siemens TIA Portal, 1°Ed.</b>	Bee L.	Packt	2022	-	<a href="https://www.packtpub.com/product/plc-and-hmi-development-with-siemens-tia-portal/9781801817226">https://www.packtpub.com/product/plc-and-hmi-development-with-siemens-tia-portal/9781801817226</a>
<b>Electrical Drives: Principles, Planning, Applications, Solutions.</b>	Weidauer J. and Messer R.	Publicis Wiley VCH	2014	1	

### Bibliografía Complementaria

Título	Autor /es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles	Sitios digitales
<b>IEC 61131 Programmable Controllers</b>	International Electrotechnical Commission	IEC		-	
<b>Comunicaciones Industriales, 1° Ed.</b>	Guerrero, V. et al.	Alfaomega	2010	-	
<b>Automating with PROFINET: Industrial Communication based on Industrial Ethernet, 2° Ed.</b>	Pigan R. and Metter M.	Publicis	2008	-	
<b>Digital Control of Dynamic Systems, 3°Ed.</b>	Franklin G. et al.	Addison-Wesley	1998	-	
<b>Software Engineering, 10° Ed.</b>	Sommerville I.	Pearson	2016	-	
<b>Programmable Logic Controllers: A Practical Approach to IEC 61131-3 using CODESYS</b>	Hanssen D.	Wiley	2015	-	
<b>Manuales y Catálogos Técnicos de Autómatas Programables de Control, Componentes y Sistemas de Automatización Industrial Comerciales.</b>	SIEMENS, Phoenix Contact, Beckhoff, Schneider Electric, Rockwell (Allen Bradley, Bachmann, etc.			-	
Artículos técnicos y Papers seleccionados de publicaciones especializadas.	Varios	PLCopen, IEEE, Springer, Elsevier, Wiley, etc.		-	<a href="https://plcopen.org/">https://plcopen.org/</a> <a href="https://ieeexplore.ieee.org/">https://ieeexplore.ieee.org/</a>
Normas Internacionales de Aplicación: IEC 60848, ISO/IEC15909, IEC 61508, IEC 62061, IEC 61800, IEEE 802.3, etc.		ISO, IEC, IEEE, etc.		-	<a href="https://iec.ch/homepage">https://iec.ch/homepage</a> <a href="https://www.electropedia.org/">https://www.electropedia.org/</a> <a href="https://www.ieee802.org/3/">https://www.ieee802.org/3/</a>

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

**Aula Virtual de Espacio Curricular: Autómatas y Control Discretos-2024**

En <https://aulabierta.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