

Programa de
Automatización I



Código/s: E10

Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s:	Ingeniería Eléctrica		
Plan de Estudios:	2014	Carácter:	Obligatoria
Bloque/Campo:	Tecnologías Básicas	Área:	Automatización
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	7º [ETA]		
Carga horaria:	96 hs. / 6 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ingeniería Eléctrica	Departamento:	Electrotecnia y Metrología
Docente responsable:	RECANZONE, Rodolfo		

Programa Sintético

Sistemas Lógicos: principios. Algebra de Boole. Axiomas y propiedades derivadas. Sistemas combinacionales. Propiedades. Operaciones. Tablas de Karnaugh. Simplificación. Aleatorios. Tecnologías electromecánica y neumática. Electrónica cableada y programada. Sensores. Sistemas secuenciales. Grafo de estados. PLC: descripción funcional. Programación. Lenguajes. Instrucciones: E/S, lógicas, timers, contadores. Funciones avanzadas: aritméticas, manejo de datos, subrutinas, interrupciones, E/S analógicas. Modelado con GRAFCET. Implementación. Concurrencia. Sincronización. Estructuras. Introducción a la Guía de estudio de los modos de marchas y paradas (GEMMA). Análisis de casos.

Asignaturas Relacionadas

Previas:	FB9 - Algebra Lineal, E7 - Electrónica
Simultaneas Recomendadas:	E11 - Dinámica de los Sistemas
Posteriores:	E15 - Automatización II

Vigencia desde

Firma Profesor

Fecha

Firma Aprob. Escuela

Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

Características generales

La asignatura "Automatización I" cubre aspectos establecidos en las incumbencias del Ingeniero Eléctrico de la FCEIA-UNR por la Resolución N° 1232/01 del Ministerio de Educación, entre ellos: el estudio, proyecto, puesta en marcha y modificación de sistemas de automatización y control, como así también el desarrollo de aplicaciones que hacen uso de la computación aplicada a la Ingeniería (software y hardware).

En sintonía con la mencionada Resolución, la asignatura estimula el desarrollo en el alumno de las capacidades necesarias para identificar, formular, resolver, concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería vinculados con la automatización digital, utilizando de manera efectiva las técnicas y herramientas disponibles. Otra actividad desarrollada es la efectiva comunicación de los conocimientos adquiridos, a través de presentaciones públicas de trabajos prácticos.

La estrategia de enseñanza se basa en el desarrollo de clases teórico/prácticas con modalidad presencial, y una intensa actividad experimental en Laboratorio. En las clases prácticas (de pizarrón y de Laboratorio) se fomenta el trabajo grupal para la resolución de problemas, modalidad que contribuye al proceso de enseñanza/aprendizaje por sus beneficios sobre la ayuda, apoyo mutuo, negociación y resolución más rápida.

La evaluación consta de 2 parciales teórico/prácticos y 5 Trabajos Prácticos de Laboratorio, el último de los cuales es un Trabajo Final Integrador que emula la solución de un problema de automatización de una máquina ó proceso industrial de mediana complejidad.

Objetivos

Capacitar al alumno en aspectos conceptuales y tecnológicos para:

- Interpretar el funcionamiento (especificaciones) de una máquina ó un proceso industrial de mediana complejidad
- Modelizar la automatización del sistema de control digital
- Seleccionar el soporte de hardware adecuado (PLC, módulos de E/S, sensores y actuadores, etc.)
- Implementar el programa de control (software) sobre un Autómata Programable Industrial (PLC)
- Comprender las tecnologías y los criterios generales aplicados en la automatización de procesos que requieren el empleo de comunicaciones industriales

Contenido Temático

Unidad 1: Principios

- 1.1. Propósitos y alcances de la materia. Comandos automáticos a salida continua y discontinua.
- 1.2. Sistemas analógicos y digitales.
- 1.3. Sistemas combinacionales y secuenciales.

Unidad 2: Fundamentos

- 2.1. Codificación. Generalidades. Adyacencia. Códigos naturales y reflejados.
- 2.2. Algebra de Boole. Elemento lógico. Variable lógica. Variable booleana. Operaciones básicas: unión, intersección, negación. Axiomas y propiedades derivadas del Algebra de Boole. Leyes de De Morgan. Uso de los diagramas de Venn.

Unidad 3: Tecnología de componentes

- 3.1. Electromecánicos: contactos, finales de carrera, relés y contactores
- 3.2. Neumáticos: válvulas direccionales y auxiliares, cilindros neumáticos.
- 3.3. Electrónica cableada: compuertas, memorias, contadores, temporizadores, etc.
- 3.4. Electrónica programada. Sensores.

Unidad 4: Sistemas Combinacionales

- 4.1. Minterminos y maxtérminos. Propiedades. Teorema fundamental. Implicación. Teorema del consenso.
- 4.2. Operaciones booleanas sobre una, dos ó más variables. Funciones lógicas. Desarrollos canónicos. Funciones lógicas usuales. Correlación. Tablas de Verdad. Representación de funciones. Simplificación algebraica.
- 4.3. Representación numérica. Representación gráfica: Tablas de Karnaugh. Funciones incompletas
- 4.4. Simplificación y minimización de funciones booleanas. Expresión irredundante. Simplificación gráfica. Funciones mínimas y sus propiedades. Implicantes primos esenciales y secundarios. Aprovechamiento de las combinaciones indiferentes.
- 4.5. Aleatorios tecnológicos. Efectos sobre el sistema. Detección y eliminación.

Unidad 5: Sistemas Secuenciales

- 5.1. Sistemas secuenciales. Introducción: diferencias con los sistemas combinacionales. Estructura y clasificación. Concepto de estado de un sistema. Estados internos y totales.
- 5.2. Síntesis de un problema secuencial utilizando el método de Huffman. Grafo de estado. Tablas de fase. Matriz de direcciones. Codificación de estados internos. Ecuaciones de estado y de salida. Uso de memorias. Críticas al método.

Unidad 6: Automatismos Programables (API/PLC)

- 6.1. Descripción funcional: CPU, módulos de E/S, memoria, fuente de alimentación, módulos especiales.
- 6.2. Uso de la memoria. Modos de trabajo. Ciclos.
- 6.3. Conexión del PLC a campo: módulos de entrada y salida.
- 6.4. Criterios de selección. Oferta comercial.
- 6.5. Ambiente integrado de desarrollo (IDE).
- 6.6. Lenguajes de programación (ladder, diagrama de funciones, lista de instrucciones, literal estructurado, SFC).
- 6.7. Mapa de memoria. Direccionamiento de entradas, salidas y memoria.
- 6.8. Funciones básicas: instrucciones lógicas, uso de temporizadores y contadores. Funciones avanzadas: instrucciones aritméticas y de manejo de datos, subrutinas, interrupciones, E/S analógicas, entradas de pulsos rápidos, etc.

Unidad 7: Modelado y Programación de Sistemas de Eventos Discretos usando GRAFCET

- 7.1. Redes de Pétri y GRAFCET. Introducción. Coincidencias y diferencias. Elementos básicos del modelo gráfico: etapas, transiciones y enlaces orientados. Acciones sobre el sistema (salidas). Condiciones de transición (receptividades).
- 7.2. Marcación. Reglas de Evolución. Ventajas importantes de la resolución por medio de GRAFCET.
- 7.3. Implementación sobre PLC de la solución modelada con GRAFCET. Las diversas partes del tratamiento. Conceptos de "sincronismo" y "asincronismo". Tratamiento asincrónico: método de "llamada/respuesta". Tratamiento sincrónico: método de "activación/desactivación".
- 7.4. Estructuras Básicas en GRAFCET: secuencias, divergencia y convergencia en AND y en OR. Estructuras particulares.
- 7.5. GRAFCET: ejemplos de resolución de problemas de mayor complejidad. Análisis de casos.

Unidad 8: Introducción a la Guía GEMMA.

- 8.1. Descripción. Aplicaciones.
- 8.2. Jerarquía de Grafcets empleando forzamiento.
- 8.3. Análisis de casos empleando descomposición en tareas jerarquizadas con coordinación vertical.

Unidad 9: (informativa) Comunicaciones Industriales e Interfaz Humano-Máquina (HMI).

- 9.1. Nociones de comunicaciones industriales. Redes de PLCs. Redes de sensores.
- 9.2. Ejercitación guiada de comunicación entre PLCs en Laboratorio.

9.3. Descripción y demostración de uso de una HMI

Modalidades de enseñanza-aprendizaje

El dictado de la asignatura consta de clases teóricas, prácticas y de laboratorio. Las clases teóricas abordan los aspectos conceptuales de los distintos módulos, siendo las clases prácticas las encargadas de contextualizar los conocimientos teóricos en problemas de casos reales.

En el laboratorio se desarrolla una intensa actividad a través de diversos trabajos prácticos, que acerca al alumno a un ambiente de trabajo a escala, similar a un Sistema Automatizado de Producción (ambientes de desarrollo integrado sobre PCs, autómatas programables (PLC), celdas de trabajo, sensores y actuadores, etc.).

Las actividades culminan con la realización de un Trabajo Final integrador de automatización, de complejidad adecuada a los objetivos pretendidos, semejante a lo que el alumno encontrará en el ejercicio de su profesión.

Actividades de Formación Práctica

Las actividades prácticas se desarrollan cubriendo dos aspectos:

a) resolución de problemas, consignados en Guías de Práctica, cuyos contenidos están graduados en complejidad integrándose con las temáticas desarrolladas en las clases de teoría. Para obtener una mayor efectividad, las actividades de teoría y de práctica se organizan el mismo día en módulos horarios consecutivos. Además de ejercicios resueltos, las Guías contienen ejercicios propuestos para ampliar la ejercitación.

b) prácticas de Laboratorio, en las que el alumno resuelve problemas en un ambiente de trabajo semejante al que se encontrará en su actividad profesional (Autómatas Programables (PLC), software IDE, sensores, actuadores y celdas de trabajo). Los Trabajos Prácticos de Laboratorio se realizan en forma grupal y se evalúan en forma individual. De cada trabajo práctico, todo grupo debe presentar un informe, cuyo objetivo es poder evaluar y documentar el trabajo realizado por el grupo, y además permitir al alumno adquirir práctica en la presentación de un informe técnico escrito.

Nº	Título	Descripción
1	TP1: Ambiente de desarrollo integrado (IDE). Análisis de programas basados en funciones básicas.	Estudio del entorno integrado de desarrollo (IDE) que se utilizará para la implementación de aplicaciones basadas en API-PLC. Aspectos generales del software y buenas prácticas para su utilización. Realización de diagramas temporales de las principales variables del problema. Análisis del programa de control de arranque y sentido de giro de un motor trifásico.
2	TP2: Sistemas Combinacionales. Sistemas Secuenciales Simples.	Resolución de problemas combinacionales e implementación con PLC utilizando lenguaje de contactos y de funciones. Resolución de problemas secuenciales simples e implementación con PLC utilizando lenguaje de contactos y de funciones.
3	TP3: Análisis de programas basados en funciones avanzadas.	Resolución e implementación sobre PLC de problemas que demandan el uso de bloques de funciones especiales. Bloques de comparación, movimiento de datos, uso de marcas especiales, subrutinas, interrupciones. Variables analógicas. Conversión A/D y D/A. Entrada de pulsos rápidos.

4	TP4: GRAFCET.	Resolución de problemas secuenciales complejos utilizando GRAFCET como herramienta de especificación del comportamiento del sistema. Síntesis de la descripción GRAFCET mediante ecuaciones de llamada-respuesta. Implementación sobre PLC
5	TP5: GRAFCET & GEMMA.	Análisis e implementación sobre PLC de un problema utilizando la Guía de Modos de Marcha y Parada (GEMMA), con descomposición de tareas coordinadas jerárquicamente.
6	TP6: HMI SCADA (demostrativo).	Complementando uno de los problemas del TP5 se presenta una interfaz humano-máquina (HMI) con, al menos, dos pantallas (un Panel de Operador y un mímico del proceso o máquina a controlar).

Evaluación

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Durante el transcurso del cuatrimestre, el alumno será sometido a tres instancias de evaluación, consistentes en:
I1: un Primer Parcial, que cubrirá los aspectos tecnológicos y el tratamiento de los Sistemas Combinacionales y Secuenciales (simples).

I2: un Segundo Parcial, que cubrirá el tratamiento de los Sistemas Secuenciales Complejos, enfocados a la resolución de problemas mediante modelización con GRAFCET.

I3: la práctica de Laboratorio (enumerada precedentemente).

En caso de reprobación de las instancias I1 y/o I2, los alumnos dispondrán de dos instancias adicionales, respectivamente I4 e I5, en donde tendrán la oportunidad de recuperar la(s) instancia(s) reprobada(s).

Cada uno de los Parciales de las instancias I1 e I2 (y sus respectivos recuperatorios) constará de dos ó más temas que cubrirán aspectos conceptuales teóricos y aspectos prácticos a través de la resolución de problemas.

REQUISITOS DE APROBACIÓN

Finalizado el periodo de evaluaciones y recuperatorios se adoptarán los siguientes criterios para la condición final de la asignatura.

Condición "APROBADO":

Obtendrán esta condición quienes hayan aprobado TODAS LAS INSTANCIAS DE EVALUACIÓN con un piso de 60%.

Las instancias I1 e I2 (con sus respectivos recuperatorios) se considerarán aprobadas cuando TODOS Y CADA UNO DE SUS TEMAS hayan sido aprobados con un piso de 60%.

La calificación final resultará del promedio ponderado de todas las instancias de evaluación.

Condición "INTERMEDIA" (C.I.):

Alcanzarán esta condición quienes cumplan con TODAS las condiciones siguientes:

- haber reprobado a lo sumo dos (2) de las tres instancias I1, I2 e I3 (con sus correspondientes recuperatorios) ...
- con un solo tema reprobado por instancia ...
- y todos los demás temas aprobados con un piso de 60%.

Al rendir bajo Condición Intermedia, el alumno será evaluado en todas las instancias de la asignatura, quedando a criterio de la Cátedra seleccionar los temas que considere convenientes.

Condición "LIBRE":

Quedarán en esta condición quienes, no habiendo alcanzado la condición de Aprobado, a criterio de la Cátedra NO hayan adquirido los conocimientos necesarios para ser considerados en Condición Intermedia.

Dicho de otra manera: quedarán LIBRES quienes cumplan CUALQUIERA de las siguientes condiciones:

- hayan reprobado las tres instancias I1, I2 e I3 (con sus correspondientes recuperatorios), independientemente de la cantidad de temas reprobados por instancia
- hayan reprobado (con sus correspondientes recuperatorios) más de un tema en cualquier instancia.

Al rendir bajo Condición Libre el alumno será evaluado en todas las instancias de la asignatura. Los Trabajos Prácticos de Laboratorio deberán efectuarse y aprobarse en forma individual (no grupal) durante las mesas de examen.

Distribución de la carga horaria

Presenciales

Teóricas		24 Hs.
Prácticas	Experimental de Laboratorio	32 Hs.
	Experimental de Campo	0 Hs.
	Resolución de Problemas y Ejercicios	6 Hs.
	Problemas Abiertos de Ingeniería	24 Hs.
	Actividades de Proyecto y Diseño	10 Hs.
	Práctica Profesional Supervisada	0 Hs.
	Total	96 Hs.
Evaluaciones		6 Hs.
Dedicadas por el alumno fuera de clase		
	Preparación Teórica	14 Hs.
	Preparación Práctica	14 Hs.
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	6 Hs.
	Total	34 Hs.

Bibliografía básica

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Teoría de Sistemas Combinacionales y Secuenciales	R.Recanzone	Apuntes de Cátedra (Revisión E)	2012	Desc. gratuita
Práctica de Tecnologías de Componentes utilizados en Automatización Industrial	J.Sosa, R.Recanzone	Apuntes de Cátedra (Revisión C)	2012	Desc. gratuita
Práctica de Tecnologías Electrónicas Programables (API/PLC) y Ambiente de Desarrollo STEP 7 MicroWIN	J.Sosa, R.Recanzone	Apuntes de Cátedra (Revisión B)	2012	Desc. gratuita
Práctica de Sistemas Combinacionales	J.Sosa, R.Recanzone	Apuntes de Cátedra (Revisión A)	2012	Desc. gratuita
Práctica de Sistemas Secuenciales Simples	J.Sosa, R.Recanzone	Apuntes de Cátedra (Revisión B)	2012	Desc. gratuita
Teoría de GRAFCET	R.Recanzone	Apuntes de Cátedra (Revisión B2)	2012	Desc. gratuita
Práctica de Sistemas Secuenciales Complejos	J.Sosa, R.Recanzone	Apuntes de Cátedra (Revisión B)	2012	Desc. gratuita

GEMMA: Guía de Estudio de los Modos de Marcha y Parada	R.Recanzone	Apuntes de Cátedra (Revisión A)	2012	Desc. gratuita
Programmable Logic Controllers	J.E.Webb - R.A.Reis	Prentice Hall Topográfico: 681.5 W 365	1995	1
Neumática Industrial: diseño, selección y estudio de elementos neumáticos	J.Peláez Vará - E. García Maté	Cie-Dossat – Topográfico: 621-52 P 381	2000	1

Bibliografía complementaria

Título	Autores	Editorial	Año	Ejem.
Circuitos Electrónicos Digitales	Mandado	Marcombo (5ª edición) - Topográfico: 681.3 M 266 – ISBN: 84-267-0553-7	1984	1
Manual del Sistema de Automatización Siemens Simatic S7-200	SIEMENS	Topográfico: 681.5 S 571	1997	1
Unidad de Programación PG702	SIEMENS		1995	1
AWL y KOP para SIMATIC S7200	SIEMENS		1995	1
Grafcet et Logique Industrielle Programmée	S.Thelliez - J.M.Toulotte	Eyrolles (3ª edición) – Topográfico: 681.3 T 379	1985	1
Manual de Programación de Autómatas Modulares Telemecanique PL7 JR1	Groupe Schneider	Topográfico: 681.5 G 882	1998	1
Programación de Autómatas Modulares Telemecanique PL7 JR2	Groupe Schneider		1998	1
Configuración del MODICON TSX MICRO	Groupe Schneider		1998	1

Recursos web y otros recursos

En el desarrollo de las clases se utiliza: pizarra, proyector, y Campus Virtual con administración propia.

En el Campus Virtual puede accederse al Programa Analítico de la materia, apuntes de contenidos teóricos, apuntes y series de ejercicios de práctica, enunciado de trabajos prácticos grupales, resultados de las evaluaciones, y noticias relevantes. El link de acceso se encuentra en la página principal de la FCEIA: <https://cvirtual.dsi.fceia.unr.edu.ar>.

Las clases de Laboratorio se realizan en instalaciones propias que comprenden 9 puestos de trabajo, cada uno de ellos incluyendo una PC con el software IDE correspondiente, y un PLC. Se dispone también de maquetas que constituyen celdas de trabajo a escala, para realizar prácticos y trabajos finales de complejidad cercana a la que se puede encontrar en el ejercicio futuro de la profesión.

Cronograma de actividades

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1,2,3	<p>Propósitos y alcances de la materia. Comandos automáticos a salida continua y discontinua. Sistemas analógicos y digitales. Sistemas combinacionales y secuenciales. Codificación. Generalidades. Adyacencia. Códigos naturales y reflejados.</p> <p>Tecnología de Componentes Electromecánicos: contactos, finales de carrera, relés y contactores. Tecnología de Componentes Neumáticos: válvulas direccionales y auxiliares, cilindros neumáticos.</p>	<p>Clase de contenidos teóricos Clase de Práctica</p>
2	2,3,6	<p>Algebra de Boole. Elemento lógico. Variable lógica. Variable booleana. Operaciones básicas: unión, intersección, negación. Axiomas y propiedades derivadas del Algebra de Boole. Leyes de De Morgan. Uso de los diagramas de Venn.</p> <p>Tecnología Electrónica Cableada: compuertas, memorias, contadores, temporizadores, etc. Tecnología Electrónica Programada (API/PLC). Sensores.</p>	<p>Clase de contenidos teóricos Clase de Práctica</p>
3	4,6	<p>Mintérminos y maxtérminos. Propiedades. Teorema fundamental. Implicación. Teorema del consenso. Operaciones booleanas sobre una, dos ó más variables. Funciones lógicas. Desarrollos canónicos. Funciones lógicas usuales. Correlación. Tablas de Verdad. Representación de funciones. Simplificación algebraica. Problemas de Lógica Combinacional TP1: IDE</p>	<p>Clase de contenidos teóricos Clase de Práctica Clase de Laboratorio: uso de Contactos, Bobinas, y Memorias</p>
4	4,6	<p>Representación numérica. Representación gráfica: Tablas de Karnaugh. Funciones incompletas. Simplificación y minimización de funciones booleanas. Expresión irredundante. Simplificación gráfica. Funciones mínimas y sus propiedades. Implicantes primos esenciales y secundarios. Aprovechamiento de las combinaciones indiferentes. Problemas de Lógica Combinacional. TP1: IDE (continuación)</p>	<p>Clase de contenidos teóricos Clase de Práctica Clase de Laboratorio: uso de Temporizadores y Contadores</p>

5	4,5,6	<p>Sistemas secuenciales. Introducción: diferencias con los sistemas combinacionales. Estructura y clasificación. Concepto de estado de un sistema. Estados internos y totales. Síntesis de un problema secuencial utilizando el método de Huffman. Grafo de estado. Tablas de fase. Matriz de direcciones. Codificación de estados internos. Obtención de las ecuaciones de estado y de salida. Uso de memorias. Críticas al método.</p> <p>Problemas de Lógica Combinacional</p> <p>Problemas de integración</p>	<p>Clase de contenidos teóricos</p> <p>Clase de Práctica</p> <p>Clase de Laboratorio: resolución intuitiva de problemas</p>
6	4 a 7	<p>Modelado y Programación de Sistemas de Eventos Discretos. Redes de Pétri y GRAFCET. Introducción. Coincidencias y diferencias. Elementos básicos del modelo gráfico: etapas, transiciones y enlaces orientados. Acciones sobre el sistema (salidas). Condiciones de transición (receptividades). Marcación. Reglas de Evolución.</p> <p>Problemas de Lógica Secuencial Simple</p> <p>TP2: Resolución de problemas sobre PLC utilizando el IDE</p>	<p>Clase de contenidos teóricos</p> <p>Clase de Práctica</p> <p>Clase de Laboratorio: problemas combinacionales</p>
7	1 a 6	<p>Integración, repaso y consulta grupal sobre Sistemas Combinacionales y Secuenciales</p> <p>Problemas de Lógica Secuencial Simple</p> <p>TP2 (continuación)</p>	<p>Teoría: preparación para el 1er Parcial</p> <p>Clase de Práctica</p> <p>Clase de Laboratorio: problemas secuenciales simples</p>
8	1 a 6	<p>IDE: funciones avanzada</p>	<p>1er Parcial</p> <p>Clase de Práctica</p>
9	6,7	<p>Ventajas importantes de la resolución por medio de GRAFCET. Implementación sobre PLC de la solución modelada con GRAFCET. Las diversas partes del tratamiento. Conceptos de “sincronismo” y “asincronismo”. Tratamiento asincrónico: método de “llamada/respuesta”. Tratamiento sincrónico: método de “activación/desactivación”.</p> <p>Problemas de Lógica Secuencial Compleja resueltos con Redes de Pétri</p> <p>TP3: Resolución de problemas sobre PLC utilizando el IDE</p>	<p>Clase de contenidos teóricos</p> <p>Clase de Práctica</p> <p>Clase de Laboratorio: problemas empleando funciones avanzadas</p>

10	6,7,8	GRAFCET: estructuras básicas: secuencias, divergencia y convergencia en AND y en OR. Estructuras particulares. Descripción de la Guía GEMMA. Problemas de Lógica Secuencial Compleja resueltos con Grafcet TP3 (continuación)	Clase de contenidos teóricos Clase de Práctica Clase de Laboratorio: problemas empleando funciones avanzadas
11	6,7	GRAFCET: ejemplos de resolución de problemas de mayor complejidad. Análisis de casos. Problemas de Lógica Secuencial Compleja resueltos con Grafcet. TP4: Resolución de problemas sobre PLC utilizando el IDE	Clase de fijación de contenidos teóricos Clase de Práctica Clase de Laboratorio: problemas resueltos con Grafcet
12	6,7,8	Guía GEMMA: aplicaciones. Forzamiento de Grafcets. Problemas de Lógica Secuencial Compleja resueltos con Grafcet. TP4 (continuación)	Clase de contenidos teóricos Clase de Práctica Clase de Laboratorio: problemas resueltos con Grafcet
13	6,7,8	GEMMA: análisis de casos usando descomposición en tareas jerarquizadas con coordinación vertical. Problemas aplicando Grafcet y la Guía GEMMA. TP5: Resolución de problemas sobre PLC utilizando el IDE	Clase de contenidos teóricos Clase de Práctica Clase de Laboratorio: problemas resueltos con Grafcet & GEMMA
14	6,7,8	Nociones de comunicaciones industriales. Redes de PLCs. Redes de sensores. Problemas aplicando Grafcet y la Guía GEMMA. TP5 (continuación)	Clase de contenidos teóricos (informativa) Clase de Práctica Clase de Laboratorio: problemas resueltos con Grafcet & GEMMA
15	6 a 9	Repaso y consulta grupal sobre Grafcet y GEMMA. Ejercitación guiada de comunicación entre PLCs. TP6: HMI SCADA	Teoría y Práctica: preparación para el 2do Parcial Clase de Laboratorio Clase de Laboratorio: T.P. demostrativo sobre WinCC Flexible
16	7,8	–	2do Parcial