Universidad de Puerto Rico en Bayamón
#170 Carr. 174 Parque Industrial Minillas
Bayamón, PR 00959
Tels. (787) 993-8853, (787) 993-0000, Ext. 3035 o 3037, Fax (787) 993-8900

Senado Académico
Secretaría

CERTIFICACIÓN NÚM. 07-2015-2016

Yo, Arnaldo Rodríguez Rivera, secretario ejecutivo del Senado Académico de la Universidad de Puerto Rico en Bayamón, **CERTIFICO QUE**:

> El Senado Académico, en reunión ordinaria celebrada el 20 de agosto de 2015, aprobó el curso *TEEL 4219 – Laboratorio PLC* del Departamento de Electrónica.

Y PARA QUE ASÍ CONSTE, expido la presente certificación en Bayamón, Puerto Rico, hoy 25 de agosto de 2015.

Arnaldo Rodríguez Rivera
Secretario Ejecutivo

Vo.Bo. Margarita Fernández Zavala
Rectora

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO EN BAYAMÓN
#170 Carr. 174 Parque Industrial Minillas
Bayamón, PR 00959

Decanato de Asuntos Académicos
Departamento de Electrónica

BACHILLERATO EN CIENCIAS DE TECNOLOGÍA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PRONTUARIO

Título del Curso	: Laboratorio de Controladores Lógicos Programables Aplicados a la Automatización Industrial
Codificación Sugerida	: TEEL 4219
Tipo de Curso	: Requisito; Curso combinación de conferencia y laboratorio
Horas Crédito	: Una (1)
Horas Contacto	: Tres (3) semanales
Prerrequisitos	: TEEL 3202 Circuitos Digitales II TEEL 3204 Laboratorio Circuitos Digitales II TEEL 4301 Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia TEEL 4302 Lab. Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia TEEL 3031 Laboratorio Programación y Algoritmos I
Correquisitos	: Ninguno
Descripción del Curso	: Introducción a los controladores lógicos programables (PLC) utilizados en la industria automatizada. Estudio y práctica de la arquitectura y partes de que componen al PLC, además de su programación mediante diagramas de escaleras, bloques y seudo lenguaje, usando las instrucciones apropiadas. Se estudia la configuración de redes de comunicaciones utilizadas por los PLC. Se introducen también técnicas de conexión de sensores y elemento de control para diseñar e implementar de sistemas de automatización industrial. Se implementan diferentes proyectos sencillos durante el semestre y un proyecto final en donde diferentes equipos de estudiantes ponen en práctica lo aprendido durante el curso.
Objetivos	: Al finalizar el curso TEEL 4219 el estudiante estará capacitado para:

1. Explicar las partes que constituyen la arquitectura básica del PLC.
2. Programar al PLC mediante el uso de diagramas de escaleras, bloques y seudocódigo para implementar diferentes algoritmos de automatización.
3. Configurar y conectar distintos formatos de redes de PLC.

4. Conectar sensores y elementos de control para tomar acciones de salida en elementos físicos basándose en las condiciones de diferentes variables físicas de entrada que permitan la automatización de un proceso industrial.
5. Desarrollar proyectos individuales y en equipo en donde los estudiantes utilizan sus conocimientos para resolver diversos problemas de automatización industrial.
6. Utilizar sus destrezas, su compromiso y responsabilidad para trabajar con otras personas en la solución de problemas de automatización industrial.

Bosquejo de Contenido y Distribución del Tiempo:

Temas		**Tiempo**
I	Definiciones Básicas del PLC El PLC en la automatización industrial; diagrama en bloques del PLC; ciclo de lectura y ejecución de instrucciones (*scan cycle*).	2 horas
II	Arquitecturas de PLC (*Hardware*) Tipos de PLC; unidad central de procesamiento (*CPU*); periféricos; memorias; chasis del PLC (*I/O Racks*); módulos de entradas y salidas.	3 horas
III	Introducción a la Programación del PLC Distribución de memoria; archivos de programas; archivos de datos; direcciones en memoria (*addressing*): archivos de relés (*I/O*, bits), archivos de temporizadores (*timers*), archivos de contadores (*counters*), archivos de control, archivos de enteros y archivos de estados.	3 horas
IV	Programación del PLC Diagramas en escaleras: definición de los términos escalón (*rung)* y rama (*branch)*; instrucciones de relés: XIC, XIO, OTE, OTL, OTU, OSR; instrucciones de temporizadores: TON, TOF, RTO; instrucciones de contadores: CTU, CTD, HSC, RES; instrucciones de comparación de magnitud: EQU, NEQ, LES, LEQ, GRT, GEQ; instrucciones matemáticas: ADD, SUB, MUL, DIV, CLR, TOD, FRD; instrucciones de manejo de datos: MOV, MVM, BSL, BSR.	4 horas
V	Aplicaciones Conexión de diferentes tipos de sensores y elementos de control al PLC para medir y controlar variables físicas. Ejercicios con instrucciones de relés; ejercicios con temporizadores: *timer-on delay*, *timers* en cascada, *timer* secuencial, *timer-off delay*, *timer-on/off delay*, *timer one-shot*, *timer repeat cycle*; ejercicios con contadores: *counter up, counter down, counter* en cascada, *prescaling counter*, *counter* como *timer* retentivo; ejercicios con instrucciones de comparación; ejercicios con instrucciones matemáticas; ejercicios con instrucciones de manejo de datos.	3 horas
VI	Redes de comunicaciones entre PLC Tipos de redes de PLC; definición de términos; configuración de una red DF1; configuración de una red DH+.	3 horas

VII	Instrucciones de Conversión de Unidades Convertir desde BCD (FRD); convertir a BCD (TOD); convertir a grados (DEG); convertir a radianes (RAD); diagramas en escalera (*Ladder*) con instrucciones de conversión de unidades.	3 horas
VIII	Instrucciones de Manejo de Archivos (*File Instructions*) *Move* (MOV); *Masked Move* (MVM); *File Arithmetic and Logic* (FAL); *File Search and Compare* (FSC); *File Copy* (COP); *File Fill* (FLL); diagramas en escalera con instrucciones de manejo de archivos.	4 horas
IX	Instrucciones de *Shift Register* y *Sequencer* *Bit Shift Left* (BSL); *Bit Shift Right* (BSR); *FIFO Load* (FFL) y *FIFO Unload* (FFU); *LIFO Load* (LFL) y *LIFO Unload* (LFU); *Sequencer Input* (SQI); *Sequencer Load* (SQL); *Sequencer Output* (SQO); diagramas en escalera con instrucciones de *Shift Register* y *Sequencer.*	4 horas
X	Instrucciones de control del programa (*Program Control)* *Master Control Reset* (MCR); *Jump* (JMP) y *Label* (LBL); *For-Next Loop*, *Next* y *Break* (FOR, NXT y BRK); *Subroutine*, *Jump to Subroutine* y *Return* (SBR, JSR y RET); *Block Transfer Read* y *Block Transfer Write* (BTR y BTW); diagramas en escalera con instrucciones de control de programa.	4 horas
XI	Instrucciones de control de procesos Proporcional, Integral y Derivativo (PID); *Scale With Parameters* (SCP); *Message* (MSG); diagramas de escalera con instrucciones de control de procesos.	4 horas
XII	Proyecto Final El proyecto final consiste en alambrar una celda básica en donde se automatice un proceso industrial. Los estudiantes formarán un equipo de trabajo que se dividirá en sub equipos. Cada sub equipo será responsable de programar e implementar físicamente una parte del proyecto, que sumada a las partes de los demás sub equipos resolverá el problema de automatización total planteado. El problema a resolver en el proyecto será sugerido por los estudiantes. Se usará tiempo adicional fuera del periodo de clase para terminar el proyecto.	5 horas
	Tres (3) exámenes parciales	3 horas
	Total de horas-contacto	**45 horas**

Técnicas Instruccionales : Se utilizará una combinación de conferencias y ejercicios en el laboratorio para la discusión de aspectos teóricos y la solución de ejercicios prácticos, respectivamente. Se asignarán problemas y proyectos parciales semanalmente, tanto para su solución teórica como para su implementación utilizando la computadora personal y los controladores lógicos programables.

Recursos : Libros de texto y manuales de PLC de referencias, revistas, transparencias, proyector, computadoras, calculadora científica y otros recursos en la biblioteca. Controladores lógicos programables y computadoras con programado para la programación de controladores lógicos programables. Sensores y elementos de control, aire comprimido, motores y otros elementos físicos. Estas actividades son reforzadas con las experiencias en el laboratorio de PLC.

Técnicas de Evaluación : La evaluación del estudiante se realizará mediante:

Tres exámenes parciales	33.3%
Entre tres y cinco proyectos parciales	33.3%
Un proyecto final	33.3%

Sistema de Calificación : Se utilizará la escala de calificación acordada por el Departamento de Electrónica:

100 – 90	A
89 – 80	B
79 – 70	C
69 – 60	D
59 – 0	F

Bibliografía :

Texto:

Borden, T. & Cox, R. A. (2012). *Technician's Guide to Programmable Controllers Paperback.* Delmar.

SLC 500, SLC501, Micrologix 1000, Micrologix 1100, Micrologix 1200, and Compact Logix Instruction Set, Reference Manuals. (2014). Allen-Bradley: Publication 1746-6.15

Referencias:

Allen Bradley Corporation. (2015). En línea: http://www.ab.com

Automation Direct. (2015). En línea: http://web2.automationdirect.com/adc/Home/Home

Bartelt, T. L. M. (2010). *Industrial Automated Systems: Instrumentation and Motion Control.* Delmar.

Bartelt, T. L. M. (2006). *Industrial Control Electronics: Devices, Systems and Applications.* Delmar.

Bertrand, R. M. (1999). *Programmable Controller Circuits.* Delmar.

Bryan, L.A. & Bryan, E.A. (1997). *Programmable Controllers: Theory and Implementation* (2nd ed.). Industrial Text Company.

Dorf, R. C. (2008). *Modern Control Systems*. Pearson Education.

Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2010). *IEEE/IET Electronic Library*. En línea: www.uprb.edu/cra

Johnson, C. (2006). Process Control Instrumentation Technology. Pearson Education.

Johnson, C. (2002). Control Systems Technology. Prentice Hall.

GE Fanuc. (2015). En línea: http://www.geindustrial.com/cwc/gefanuc/index.html

Geller, D. (2005). *Programmable Controllers Using the Allen Bradley SLC-500 Family*. Prentice Hall.

Kissell, T. E. (2003). *Industrial Electronics: Applications for Programmable Controllers, Instrumentation and Process Control, and Electrical Machine and Motor Controls* (3rd ed.). Prentice Hall.

Lamb, F. (2013). *Industrial Automation: Hands On.* McGraw Hill Education.

Maloney, T. J. (2004). *Modern Industrial Electronics* (5th ed.). Prentice Hall.

Modicon and Telemecanique. (2015). *Automation and Control*. En línea: http://www.telemecanique.com

Morriss, S.B. (2000). *Programmable Logic Controllers*. Prentice Hall.

Omron Electronics LLC. (2015). En línea: http://omron.com

Rehg, J., & Sartori, G. (2006). *Industrial Electronics*. Prentice Hall.

Reis, R., & Webb, J. (2003). *Programmable Logic Controllers: Principles and Applications* (5th ed.). Prentice Hall

Rockwell Automation. (2015). *RSLogix 500 demo software downloads*. En línea: http://www.ab.com/plclogic/micrologix

Sandoval, C. (2014). *Apuntes de Controladores Lógicos Programables Básico y Controladores Lógicos Programables Avanzado.* Departamento de Electrónica, UPR-Bayamón.

Siemens AG Corporation. (2015). En línea: http://www.siemens.com

Stenerson, J. (2004). *Fundamentals of Programmable Logic Controllers, Sensors, and Communication.* Prentice Hall.

La UPRB cumple con la ley ADA (American with Disabilities Act) y con la Ley 51 (Servicios Educativos Integrales para Personas con Impedimentos) para garantizar la igualdad en el acceso a la educación y servicios. Todo estudiante que sienta que necesita acomodo razonable basado en el impacto de su impedimento, deberá visitar la Oficina de Servicios para Estudiantes Universitarios con Impedimentos (OSEUI), localizada en el primer piso del Centro de Estudiantes, al lado de la Cafetería, para discutir sus necesidades específicas y proveer documentación escrita. A solicitud del estudiante, la OSEUI preparará una carta individualizada para cada profesor. Esta carta certifica que el estudiante tiene un impedimento y presenta los acomodos razonables que requiere el estudiante para la obtención de un adecuado aprovechamiento académico. Si usted no está registrado como estudiante con impedimento, por favor visite la Oficina de Servicios para Estudiantes Universitarios con Impedimentos (OSEUI). Favor de informar al profesor(a) del curso sobre tus necesidades especiales y de acomodo razonable para el curso en la tarjeta de información de la primera semana. Se mantendrá confidencialidad.

La Universidad de Puerto Rico promueve los más altos estándares de integridad académica y científica. El Artículo 6.2 del Reglamento General de Estudiantes de la UPR (Certificación Núm. 13, 2009-2010, de la Junta de Síndicos) establece que "la deshonestidad académica incluye, pero no se limita a: acciones fraudulentas, la obtención de notas o grados académicos valiéndose de falsas o fraudulentas simulaciones, copiar total o parcialmente la labor académica de otra persona, plagiar total o parcialmente el trabajo de otra persona, copiar total o parcialmente las respuestas de otra persona a las preguntas de un examen, haciendo o consiguiendo que otro tome en su nombre cualquier prueba o examen oral o escrito, así como la ayuda o facilitación para que otra persona incurra en la referida conducta". Cualquiera de estas acciones estará sujeta a sanciones disciplinarias en conformidad con el procedimiento disciplinario establecido en el Reglamento General de Estudiantes de la UPR vigente.

Revisado por:

Prof. Samuel Lugo

Marzo 2015

Prof. Carlos Sandoval y Prof. Ismael Sánchez

Octubre 2014