



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	5
Vigencia	03/9/2019

Departamento:
Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

Programa de acreditación:
CyTMA2

Programa de Investigación¹:

Código del Proyecto:
C2-ING-060

Título del proyecto
Controlador Lógico Programable para la integración y digitalización de procesos industriales inteligentes.

Secretaría De Ciencia Y Tecnología
Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

Director:
Ing. Tantignone, Hugo R.

Integrantes:
Ing. Molina Vuistaz, Nicolás
Ing. Sagarna, Gustavo
Ing. Martínez, Alejandro
Ing. Miguens, Alberto

Resolución Rectoral de acreditación: N° 386/19

Fecha de inicio: 01.01.2019

Fecha de finalización: 31.12.2020

¹ Los Programas de Investigación de la UNLaM están acreditados con resolución rectoral, según lo indica la Resolución HCS N° 014/15 sobre **Lineamientos generales para el establecimiento, desarrollo y gestión de Programas de Investigación a desarrollarse en la Universidad Nacional de La Matanza**. Consultar en el departamento académico correspondiente la inscripción del proyecto en un Programa acreditado.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	5
Vigencia	03/9/2019

Informe Final 2020

A.1. Grado de ejecución de los objetivos inicialmente planteados, modificaciones o ampliaciones u obstáculos encontrados para su realización (desarrolle en no más de dos (2) páginas)

Tareas desarrolladas durante el año 2019

Durante el 2019 se lograron cumplir parcialmente las tareas propuestas en la presentación inicial, las que se describen a continuación, para mayor claridad.

- Investigación y selección del microprocesador.
- Investigación de la compatibilidad electromagnética y normas industriales.
- Desarrollo de los circuitos del controlador.
- Modelado y simulación de los circuitos.
- Estudio de los métodos de fabricación y normas de diseño de los PCB.
- Desarrollo del PCB del controlador.
- Desarrollo de las interfaces y módulos IIOT
- Simulación de los ensayos de compatibilidad electromagnética.
- Construcción y prueba del controlador.
- Documentación

Se avanzó con las actividades de Investigación del tipo de procesador, se seleccionó el procesador CC260 de la firma Texas Instrument el cual cuenta con un módulo de radio frecuencia integrado y una amplia documentación, el proveedor facilita ejemplos de diseño de los circuitos y el PCB para el correcto funcionamiento del equipo y nos permite cumplir con las regulaciones ETSI EN 300 328 (Europe), EN 300 440 Class 2 (Europe), FCC CFR47 Part 15 (US), ARIB STD-T66 (Japan).

El procesador cuenta además con un módulo de radio incluido que soporta los protocolos Bluetooth, ZigBee® y 6LoWPAN, que nos permite cumplir con las características que se plantearon para un dispositivo IIOT.

Otra característica muy importante es el muy bajo consumo del chip, esto es gracias a que está compuesto por tres procesadores, un procesador principal ARM Cortex M3, un procesador ARM Cortex M0 dedicado al manejo del módulo de radio frecuencia y por último un procesador de 16bit de muy bajo consumo, el cual permite administrar los periféricos del procesador para la adquisición de datos, con el resto de los procesadores detenidos, esta característica es clave para lograr construir un dispositivo de bajo consumo.

Dada la complejidad del chip, el fabricante ofrece un sistema operativo en tiempo real propietario para controlar la operación del dispositivo, por lo cual



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	5
Vigencia	03/9/2019

nos vimos obligados a adelantar las tareas planificada para la segunda etapa que es la Investigación e implementación un sistema operativo de tiempo real y postergar las etapas de diseño del dispositivo para la segunda etapa las cuales son desarrollo de los esquemáticos, desarrollo de PCB, fabricación y pruebas.

Para las pruebas y simulaciones se avanzó con un juego del kit de desarrollo CC2650 LaunchPad versión 1.3, el mismo permitió evaluar el comportamiento del chip y realizar las pruebas de funcionamiento.

Tareas desarrolladas durante el año 2020

Durante el 2020 se lograron cumplir parcialmente las tareas propuestas en la presentación inicial, las que se describen a continuación.

- Investigación y desarrollo de las herramientas para la programación del microprocesador.
- Estudio de los compiladores disponibles en el mercado.
- Desarrollo de las bibliotecas básicas de configuración del microprocesador y control de los periféricos de este.
- Investigación e implementación un sistema operativo de tiempo real.
- Desarrollo de la biblioteca base del PLC.
- Armado del entorno para la programación del PLC en lenguaje de alto nivel basados en herramientas libres.
- Desarrollo de las bibliotecas para la implementación de los protocolos 6LoWPAN, CoAP y MQTT.
- Documentación.

Se realizó el estudio de las herramientas de programación, del compilador y el desarrollo de las bibliotecas necesarias para el funcionamiento del procesador. Se utilizaron las siguientes herramientas de desarrollo: Code Composer Studio, Arm® code generation tools - compiler, SmartRF Flash Programmer y el SmartRF Studio de la firma Texas Instrument. Se estudio y utilizo el sistema operativo de tiempo real TI-RTOS como software principal del procesador CC1310. Para las pruebas se utilizó el Kit de desarrollo "SimpleLink™ Sub-1 GHz CC1310 wireless MCU LaunchPad™".

Cabe destacar que las adquisiciones de las herramientas necesarias para los desarrollos de hardware, componentes electrónicos, producción de circuitos impresos y herramental específico de desarrollo no se pudieron concretar por las imposiciones propias del Aislamiento social preventivo y obligatorio, Aspo, en el contexto de pandemia COVID-19. Los suministros de componentes electrónicos sufrieron las mismas restricciones, siendo que en su mayoría son elementos provenientes del extranjero.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	5
Vigencia	03/9/2019

Evaluaciones del grupo de trabajo

Los Ing. Alejandro Martínez, Ing. Gustavo Sagarna y el Ing. Nicolás Molina, tuvieron a cargo la investigación y selección del procesador, el estudio del rendimiento y las capacidades del controlador. Se optó por el procesador CC1300 de la firma Texas Instrument, el cual cuenta con un procesador de alto rendimiento, un controlador secundario que posibilita el funcionamiento en bajo consumo y un módulo de radio frecuencia, el cual permite cumplir todos los requerimientos planteados en el presente proyecto.

Los Ing. Alejandro Martínez y Ing. Gustavo Sagarna tuvieron a su cargo el estudio de la compatibilidad electromagnética y normas industriales, la cual se apoyó en las notas de aplicación del fabricante "CC13xx/CC26xx Hardware Configuración and PCB Design Considerations (Rev. E)" y "RF PCB Simulation Cookbook", a fin evaluar un diseño óptimo y poder cumplir con las normas ETSI EN 300 220, EN 303 204 (Europe) y FCC CFR47 Part 15 (US).

El Ing. Alejandro Martínez estuvo a cargo del diseño del controlador, en base a las recomendaciones del fabricante del procesador. También se ingresaron los parámetros de fabricación del PCB en la página web del fabricante PCB CART con la finalidad de verificar los costos y viabilidad de la fabricación de dichas placas.

El Ing. Nicolás Molina Vuistaz, por su parte, fue el encargado de supervisar y coordinar el desarrollo de dichas tareas. Evaluó los diseños de los diferentes módulos que componen el PLC, participó en la selección de los componentes.

El ingeniero Ing. Hugo R. Tantignone, estuvo a cargo de la coordinación de todo el proyecto.

Consideraciones con respecto a las etapas faltante del proyecto

Como se indicó anteriormente, las imposiciones propias del Aislamiento social preventivo y obligatorio, Aspo, en el contexto de pandemia COVID-19 dificultó el suministro de los elementos necesarios desarrollo de gran parte del proyecto. No fue posible en estas condiciones la utilización de los Laboratorios destinados al proyecto ni los referidos al uso y almacenamiento del instrumental necesario para los desarrollos, impactando de forma negativa en los tiempos de ejecución del proyecto.

Gastos

Dado que no se construyó el dispositivo y que se cuenta con todos los materiales necesarias para realizar las tareas descriptas, no se realizó ningún gasto en el periodo 2019-2020.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	5
Vigencia	03/9/2019

Conclusiones

A lo largo del desarrollo del presente trabajo, se ha logrado consolidar un equipo de trabajo que se compenetró plenamente con sus responsabilidades en el presente proyecto. Esto asegura que, salvo cuestiones externas y en contexto de pandemia COVID-19 cumplir con la mayoría de las actividades planteadas.

Se logró diseñar un controlador que permite cumplir con los objetivos planteados, quedo para una segunda etapa construir un prototipo y validar el diseño del controlador. A pesar de no llegar a construir un prototipo el software se pudo verificar mediante la utilización del kit de evaluación SimpleLink CC 1310 y CC2650 LaunchPad de Texas.

De todos modos, estas dificultades no comprometen el futuro del proyecto y del producto a obtener, logrando establecer una base de conocimientos para facilitar futuros desarrollos que en lo posible permitan generar patentes para la Universidad.

A. Principales resultados de la investigación

B.1. Publicaciones en revistas

No se realizaron publicaciones.

B.2. Libros

No se realizaron publicaciones.

B.3. Capítulos de libros

No se realizaron publicaciones.

B.4. Trabajos presentados a congresos y/o seminarios

No se realizaron publicaciones.

B.5. Otras publicaciones

No se realizaron publicaciones.

C. Otros resultados.

C.1. Títulos de propiedad intelectual.

No se realizaron publicaciones.

C.2. Otros desarrollos no pasibles de ser protegidos por títulos de propiedad intelectual.

No se realizaron publicaciones.

D. Formación de recursos humanos.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	5
Vigencia	03/9/2019

D.1. Tesis de grado

No se realizó ninguna tesis de grado.

D.2 Trabajo Final de Especialización

No se realizó ningún trabajo final de especialización.

D.2. Tesis de posgrado: Maestría

Director (apellido y nombre)	Tesista (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis
Del Giorgio, Horacio	Sagarna, Gustavo	Universidad Nacional de La Matanza		En curso	"Sistema de procesamiento digital de señales para el control de movimiento de autómatas de 6 grados de libertad"

D.3. Tesis de posgrado: Doctorado

No se realizó ninguna tesis de posgrado Doctorado.

D.4. Trabajos de Posdoctorado

No se realizó ningún trabajo de Posdoctorado.

E. Otros recursos humanos en formación

La formación de recursos humanos en las materias de la carrera es una aplicación derivada del estudio de los Controlador Lógico Programable para la integración y digitalización de procesos industriales inteligentes.

El Ing. Gustavo Sagarna como docente de la cátedra de Técnicas Digitales 2, correspondiente a la carrera de Ingeniería en Electrónica realizó actividades transferencia hacia los alumnos, en donde se desarrolló la arquitectura del procesador y el diseño del controlador.

El Ing. Nicolas Molina Vuistaz como docente de la cátedra de Análisis de señales, correspondiente a la carrera de Ingeniería en Electrónica realizó actividades transferencia hacia los alumnos, donde se analizó la aplicación práctica de la transformada Z en el desarrollo de algoritmos utilizados en el proyecto.



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	5
Vigencia	03/9/2019

El Ing. Nicolas Molina Vuistaz como docente de la cátedra de Medios de Enlace y Electromagnetismo, correspondiente a la carrera de Ingeniería en Electrónica realizó actividades transferencia hacia los alumnos, donde se analizó la antena del módulo para complementar los temas relativos a antenas.

A continuación, se detallan las Cátedras de Ingeniería que utilizarán los recursos desarrollados en el presente trabajo de investigación para la formación de sus alumnos:

Cátedra Trabajo Final, Cátedra Práctica Profesional Supervisada, Cátedra Sistemas de Control, Cátedra Componentes e Instrumentos de Control, Cátedra Electrónica de Potencia, Cátedra Robótica.

F. Vinculación.

El presente proyecto de investigación Controlador Lógico Programable para la integración y digitalización de procesos industriales inteligentes, logró como objetivo secundario vincular el producto desarrollado con los Laboratorios de Electrónica, Neumática y Mecánica.

La empresa MOX IT S.R.L., integrante del Polo Tecnológico de la UNLAM, con la participación del pasante Federico Noto, estudiante de ingeniería electrónica, trabajó con los procesadores CC2650 y CC1310, logrando de esta manera la formación de un recurso humano y la transferencia tecnológica desde el grupo de investigación.

Debido al contexto de pandemia COVID-19 que dificultó el suministro de los elementos necesarios para el desarrollo de hardware, la vinculación tecnológica con los Laboratorios de la Universidad permitirá validar el diseño del controlador.

G. Otra información.

El Grupo de Investigación viene trabajando en diferentes líneas de publicaciones sobre trabajos afines a la presente investigación.

Revista REDII UNLAM

<https://reddi.unlam.edu.ar/>

Congreso de Microelectrónica Aplicada uea2017

<https://sites.google.com/unc.edu.ar/uea2017/>

Congreso de Microelectrónica Aplicada uea2018

<https://www.facet.unt.edu.ar/facetinforma/wp-content/uploads/sites/9/2018/07/Circular-2-UEA2018.pdf>



Código	FPI-009
Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	5
Vigencia	03/9/2019

Congreso de Microelectrónica Aplicada uea2019

<http://www.unsam.edu.ar/uea2019/>

Congreso de Microelectrónica Aplicada uea2020

<https://sites.google.com/unc.edu.ar/uea2020>

H. Cuerpo de anexos:

Sin anexos.

Ing. Tantignone, Hugo R.

Firma y aclaración
del director del proyecto.

Lugar y fecha: San Justo, 4 de mayo de 2021