



|   |  |                 |            |
|---|--|-----------------|------------|
|   | <b>Investigación e Innovación.</b>                     | <b>Código</b>   | II-F-021   |
|   | <b>FORMATO PARA RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN</b> | <b>Versión</b>  | 01         |
|   |  | <b>Vigencia</b> | 30/03/2023 |
|   |  | <b>Página</b>   | 1 de 5     |

Implementación de un banco de laboratorio para robótica y autómatas programables en la  
Universidad Mariana

**IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE LABORATORIO PARA ROBÓTICA Y  
AUTÓMATAS PROGRAMABLES EN LA UNIVERSIDAD MARIANA  
(Resumen Analítico)**

**IMPLEMENTATION OF A LABORATORY BENCH FOR ROBOTICS AND  
PROGRAMMABLE AUTOMATA AT UNIVERSIDAD MARIANA  
(Analytical Summary)**

**Autores (*Authors*):** ARÉVALO MARTÍNEZ Ismael, TIMANÁ NAVARRO Diego  
Gustavo

**Facultad (*Faculty*):** de INGENIERÍA

**Programa (*Program*):** INGENIERÍA MECATRÓNICA

**Asesor (*Support*):** MG. FAUSTO ANDRÉS ESCOBAR

**Fecha de terminación del estudio (*End of the research*):** MAYO 2024

**Modalidad de Investigación (*Kind of research*):** TRABAJO DE GRADO



**PALABRAS CLAVE**

BANCO DE LABORATORIO  
PROFINET  
COBOT  
PLC

**KEY WORDS**

LABORATORY BENCH  
PROFINET  
COBOT  
PLC

**RESUMEN:**


|   |  |                 |            |
|---|--|-----------------|------------|
|   | <b>Investigación e Innovación.</b>                     | <b>Código</b>   | II-F-021   |
|   | <b>FORMATO PARA RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN</b> | <b>Versión</b>  | 01         |
|   |  | <b>Vigencia</b> | 30/03/2023 |
|   |  | <b>Página</b>   | 1 de 5     |

El presente proyecto de investigación se propone el desarrollo y diseño de un banco de laboratorio para robótica y automatización con el objetivo de clasificar elementos conductores y no conductores realizando la integración del PLC el robot colaborativo UR3 una cinta transportadora principalmente, el propósito del desarrollo de este banco de laboratorio es generar en la universidad mariana específicamente en el programa de ingeniería mecatrónica una práctica que simule un ambiente industrial y que acerque a los estudiantes a estos elementos como lo es la integración del robot UR3 con un autómeta y una cinta transportadora ya que esto es lo que más se puede encontrar en la industria, enfocados en los objetivos de desarrollo sostenible de la OMS como el de educación de calidad para así brindar practicas acercadas a ambientes industriales a los estudiantes del programa.

### **ABSTRACT:**

The present research project proposes the development and design of a laboratory bench for robotics and automation with the objective of classifying conductive and non-conductive elements by integrating the PLC, the UR3 collaborative robot, mainly a conveyor belt, the purpose of the development of this laboratory bench is to generate at the Marian University specifically in the mechatronic engineering program a practice that simulates an industrial environment and that brings students closer to these elements such as the integration of the UR3 robot with an automaton and a conveyor belt since this It is what can be found most in the industry, focused on the WHO's sustainable development objectives such as quality education in order to provide internships close to industrial environments to the students of the program.



**CONCLUSIONES:** Al trabajar con el PLC S7-1200, es crucial elegir sensores con la misma configuración de conmutación, ya sean NPN o PNP, para garantizar su correcto funcionamiento. En el diseño y selección de componentes del sistema de clasificación, se debe considerar el objetivo final del sistema para facilitar la comprensión de los estudiantes. La interconexión por PROFINET entre el PLC S7-1200 y el robot UR3 fue exitosa, permitiendo una comunicación bidireccional segura y eficiente. El sistema demostró una precisión del 100% en la clasificación de elementos conductores y no conductores en pruebas de laboratorio. Al elaborar guías para prácticas de laboratorio, es importante ser claro y conciso para no abrumar a los estudiantes y facilitar su comprensión. Las prácticas se llevaron a cabo exitosamente, aportando gran valor en experiencia y aprendizaje, con un 86,4% de aprobación por parte de los estudiantes. Los videos utilizados como herramientas didácticas obtuvieron un 81,8% de aprobación. Finalmente respondiendo a la pregunta de investigación podemos concluir que para implementar un banco de laboratorio que incluya la interconexión entre el robot ur3

|   |  |                 |            |
|---|--|-----------------|------------|
|  | <b>Investigación e Innovación.</b>                     | <b>Código</b>   | II-F-021   |
|   | <b>FORMATO PARA RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN</b> | <b>Versión</b>  | 01         |
|   |  | <b>Vigencia</b> | 30/03/2023 |
|   |  | <b>Página</b>   | 1 de 5     |

y un autómatas programable para acercar a los estudiantes a un entorno industrial mediante la clasificación de elementos conductores y no conductores se puede realizar mediante el protocolo de comunicación PROFINET y con el uso de diferentes elementos como sensor óptico sensor inductivo, electro válvula cilindro neumático cinta transportadora entre otros, debido a que con estos elementos se pueden implementar diferentes programas de clasificación dependiendo de su conductividad de esta manera en este proyecto de investigación se presentan dos programas de clasificación sin embargo con los elementos actuales se pueden diseñar diferentes programas de clasificación lo cual lo convierte en un banco muy versátil para las prácticas de laboratorio.

**CONCLUSIONS:** *When working with the S7-1200 PLC, it is crucial to choose sensors with the same switching configuration, whether NPN or PNP, to ensure proper operation. In the design and selection of classification system components, the ultimate goal of the system to facilitate student understanding should be considered. The PROFINET interconnection between the S7-1200 PLC and the UR3 robot was successful, allowing secure and efficient bidirectional communication. The system demonstrated 100% accuracy in classifying conductive and non-conductive elements in laboratory tests. When developing lab guides, it is important to be clear and concise so as not to overwhelm students and facilitate their understanding. The practices were carried out successfully, providing great value in experience and learning, with 86.4% approval from the students. The videos used as teaching tools obtained 81.8% approval. Finally, answering the research question, we can conclude that to implement a laboratory bench that includes the interconnection between the ur3 robot and a programmable automaton to bring students closer to an industrial environment through the classification of conductive and non-conductive elements, it can be done using the PROFINET communication protocol and with the use of different elements such as optical sensor, inductive sensor, electro valve, pneumatic cylinder, conveyor belt, among others, because with these elements different classification programs can be implemented depending on their conductivity in this way in this project. research two classification programs are presented, however with the current elements different classification programs can be designed which makes it a very versatile bench for laboratory practices.*


**RECOMENDACIONES:** Los programas desarrollados para el PLC se llevaron a cabo en el software TIA Portal V15 con versión de firmware 4.1, por lo que se recomienda mantener el programa en esta misma versión para asegurar su correcto funcionamiento. Uno de los errores más frecuentes en la interconexión entre el PLC y el UR3 por PROFINET es la conexión Ethernet; si el PLC no se conecta adecuadamente al UR3, entrará en error al no encontrar el dispositivo UR3, por lo

|   |  |                 |            |
|---|--|-----------------|------------|
|   | <b>Investigación e Innovación.</b>                     | <b>Código</b>   | II-F-021   |
|   | <b>FORMATO PARA RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN</b> | <b>Versión</b>  | 01         |
|   |  | <b>Vigencia</b> | 30/03/2023 |
|   |  | <b>Página</b>   | 1 de 5     |

que es vital que la conexión sea correcta y que la opción PROFINET esté habilitada en el UR3. Aunque el sistema de clasificación funciona correctamente en lazo abierto, se recomienda agregar retroalimentación al robot UR3 en el futuro para convertirlo en un sistema de lazo cerrado, siendo una posible herramienta una cámara de visión artificial incorporada al robot UR3 para proporcionar retroalimentación al sistema. Además, la incorporación de una pantalla HMI para futuras prácticas de laboratorio sería una herramienta valiosa. Aunque el objetivo principal de este sistema de clasificación es para prácticas de laboratorio, también podría utilizarse en escenarios como centros de reciclaje, donde se busca clasificar y reciclar elementos con capacidad conductora que pueden ser reutilizados en la industria. El sistema de clasificación puede seguir mejorándose de muchas maneras y constituye una excelente base para futuros trabajos de investigación, como la integración de visión artificial para la clasificación de elementos y el control IoT del proceso de clasificación de elementos conductores y no conductores, entre otros.

**RECOMMENDATIONS:** *The programs developed for the PLC were carried out in the TIA Portal V15 software with firmware version 4.1, so it is recommended to keep the program in this same version to ensure its correct functioning. One of the most frequent errors in the interconnection between the PLC and the UR3 via PROFINET is the Ethernet connection; If the PLC does not connect properly to the UR3, it will fail to find the UR3 device, so it is vital that the connection is correct and that the PROFINET option is enabled on the UR3. Although the classification system works correctly in open loop, it is recommended to add feedback to the UR3 robot in the future to make it a closed loop system, with a possible tool being a machine vision camera incorporated into the UR3 robot to provide feedback to the system. Additionally, incorporating an HMI display for future labs would be a valuable tool. Although the main objective of this classification system is for laboratory practices, it could also be used in scenarios such as recycling centers, where the aim is to classify and recycle elements with conductive capacity that can be reused in industry. The classification system can be further improved in many ways and constitutes an excellent basis for future research work, such as the integration of computer vision for element classification and IoT control of the classification process of conductive and non-conductive elements, among others.*

| Control de Cambios |            |                        |
|--------------------|------------|------------------------|
| Versión            | Vigencia   | Descripción            |
| 01                 | 21/05/2024 | Se crea el formato rai |

|   |  |                 |            |
|---|--|-----------------|------------|
|   | <b>Investigación e Innovación.</b>                     | <b>Código</b>   | II-F-021   |
|   | <b>FORMATO PARA RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN</b> | <b>Versión</b>  | 01         |
|   |  | <b>Vigencia</b> | 30/03/2023 |
|   |  | <b>Página</b>   | 1 de 5     |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|