



Fecha de presentación del Informe: Día Mes Año

Datos generales del Proyecto

Código del proyecto: 9013			
Título del proyecto: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PLANTAS (HOME - PLANT) A PEQUEÑA ESCALA PARA PRÁCTICAS DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA			
Facultad o Instituto Académico:			
Departamento o Escuela:			
Grupo (s) de investigación:			
Investigadores ¹	Nombre	Tiempo asignado	Tiempo dedicado
Investigador Principal	Fernando Bravo Copete	10H /Semana	10H /Semana
Coinvestigadores	Alex Calero Miranda	10H /Semana	10H /Semana
	Hernando Sierra Garzón	5H /Semana	5H /Semana
Otros participantes	Johan Stivel García		
	Armando Andrés Basante		

1. Resumen ejecutivo:

1.1 Como es de conocimiento de las autoridades de la Universidad del Valle sede Palmira, la propuesta del diseño e implementación de un laboratorio personal para fortalecer la enseñanza en las asignaturas de Sistemas Automáticos de Control e Instrumentación Electrónica (objetivo principal) se sustenta en el desarrollo de plantas que simulen procesos a pequeña escala, buscando así tener la posibilidad de controlar dos variables físicas (de acuerdo a las características de las plantas), y así en la medida que se avanza en los diferentes temas que componen cada asignatura ya expuesta,

¹ Todas las personas relacionadas en el informe y que participen en el proyecto deben haber suscrito el acta de propiedad intelectual de acuerdo con los formatos establecidos.

mostrar en vivo, la forma, la manera, el comportamiento de dicho proceso, sea el tema de modelado, el tema de comportamiento en lazo abierto, el tema de comportamiento en lazo cerrado, o cualquier otro que sea apropiado considerar dentro del aula.

Es así, como en la actualidad se cuenta con el diseño de las plantas a escala, una de ellas representa un sistema industrial de suministro, con tolvas, en las cuales se puede llevar un producto con la ayuda de tornillos sin fin, en la que se podrán medir y controlar variables físicas tales como nivel, velocidad y peso (de todas maneras no todas las variables se considerarán, solo peso y nivel), la otra planta representa un sistema industrial con tanque de suministro y tanque de llenado, en el cual es posible medir y controlar variables físicas tales como nivel, temperatura, flujo (al igual que la planta anterior, no todas las variables físicas son de consideración solo nivel y flujo).

Considerando que dentro de los objetivos del programa de Tecnología en Electrónica de las sedes de Palmira y Yumbo es dar a sus estudiantes una formación que le permita a estos ser competentes en el hacer en su rol de Tecnólogos, se propone un plan de mejoramiento para aquellas asignaturas que en la actualidad presentan dificultad en la realización de sus prácticas en ambas sedes, y así facilitar, mejorar el desarrollo de las prácticas de laboratorio, sin disminuir el nivel de calidad en la formación. Este proyecto busca dar solución a las preguntas ¿Es posible mejorar la experimentación para el aprendizaje de las asignaturas en el área del control y la instrumentación electrónica con el diseño de plantas a pequeña escala?, y ¿Cómo puede implementarse una solución que permita usar la tecnología reciente para adaptarla a las prácticas de laboratorio actuales siendo esta solución de bajo costo y fácil de replicar?.

Para la realización de este trabajo se considera la división del mismo en fases, que van desde el diseño de los sistemas industriales a escala, los elementos y/o dispositivos que estas deben incluir y el desarrollo de la interfaz a computador para lograr como resultado la obtención de lo indicado al inicio del presente resumen.

1.2 Abstract

As is known to the authorities of the Universidad del Valle Palmira, the proposed design and implementation of a personal laboratory to strengthen teaching in the subjects of Automatic Control Systems and Instrumentation Electronics (principal objective) is based on the development of Plants that simulate small-scale processes, seeking to have the ability to control two physical variables (according to the characteristics of plants), and so on as you progress in the different topics covered each subject and exposed, show in live, the way, the behavior of the process, is the subject of modeling, the issue of behavior in open loop, the subject of closed-loop behavior, or any other

appropriate consideration in the classroom.

Thus, as at present it has the design scale plants, one of which is an industrial supply system with hoppers, in which you can bring a product with the help of screws, in which they can measure and control physical variables such as level, speed and weight (in any case not all the variables are considered, only weight and level), the other plant represents an industrial system with supply tank and tank filling, in which You may measure and monitor physical variables such as level, temperature, flow (as the previous plant, not all physical variables are considered flow level only).

Whereas within the program objectives Electronics Technology in the headquarters of Palmira and Yumbo is to give students an education that will enable those responsible to be in the making in his role Technologists, an improvement plan is proposed for those subjects that currently have difficulty in carrying out their practices in both locations, and thus facilitate, enhance the development of laboratory practices, without reducing the level of quality in training. This project seeks to solve the questions Is it possible to improve the experimental learning of the subjects in the area of control and electronic instrumentation to the design of small-scale plants?, and How can implemented a solution that enables use Recent to adapt to current laboratory practice this solution being inexpensive and easy to replicate technology?.

To carry out this work is considered the division thereof into phases, ranging from the design of industrial scale systems, elements and / or devices and that these should include the development of computer interface to achieve results in the Obtaining indicated at the beginning of this summary.

2. Síntesis del proyecto:

Objetivos

Objetivo General

Diseñar e implementar plantas de simulación de procesos a pequeña escala para mejorar la experimentación en las áreas de Sistemas Automáticos de Control e Instrumentación electrónica, del programa académico de Tecnología en Electrónica de la Universidad del Valle sedes Palmira y Yumbo.

Objetivos Específicos

1. Elaborar un esquema sencillo para la realización de prácticas que sea fácil de usar, robusto, portable, económico, reproducible y con interfaz para PC.

2. Definir las tecnologías adecuadas que permitan el desarrollo de home – plant de manera segura para los usuarios, bajo un esquema de costo razonable.
3. Desarrollar una interfaz gráfica con software libre que permita controlar la planta y validar diferentes modos de operación dentro del mismo, posibilitando el seguimiento de las señales involucradas en el proceso que se esté trabajando con el fin de facilitar el aprendizaje e investigación en el estudiante.

Metodología

La investigación realizada es formativa considerando que permite a los estudiantes participantes en la misma reflexionar y discernir sobre el tema a tratar en este trabajo el cual atiende la necesidad de dos sedes de la Universidad del Valle (sede Palmira y Yumbo), para dinamizar la experiencia en el aula con las asignaturas en cuestión. Luego, para desarrollar el proyecto y cumplir con los objetivos trazados se va a dividir este en 6 fases de trabajo:

Fase 1: Definir los tipos de procesos que se implementarán en la home – plant, sus alcances y especificaciones de funcionamiento.

Fase 2: Investigación y selección de las herramientas hardware y software que puedan ser implementadas dentro del proyecto teniendo en cuenta el avance en las tecnologías de desarrollo de licencia libre que permiten minimizar los costos de la aplicación.

Fase 3: Implementación de hardware de la home – plant con base en los resultados obtenidos en las fases 1 y 2.

Fase 4: Desarrollo de la interfaz de usuario con el software libre seleccionado para dicho propósito que permita controlar y registrar las variables físicas implementadas en la Home – Plant.

Fase 5: Pruebas, validación y depuración de los prototipos implementados en la Home – Plant, mediante la ejecución del proceso en tiempo real.

Fase 6: Elaboración de manuales de procedimientos para el adecuado manejo de los recursos físicos la Home – Plant para la integración de los contenidos prácticos del área de Control e Instrumentación Electrónica

Resultados

Relacionados con la generación de conocimiento y/o nuevos desarrollos tecnológicos

1. Por medio de la realización del proyecto se obtienen plantas de procesos a pequeña escala con interfaz al computador para ser operadas por los estudiantes en el laboratorio o el aula de clase en un entorno educativo, las cuales se acondicionarán a las áreas de Sistemas Automáticos de Control e Instrumentación Electrónica del programa académico de Tecnología en Electrónica de la Universidad del Valle sedes Palmira y Yumbo.

PRODUCTO ELABORADO: Dos (2) Plantas de procesos a pequeña escala (home - plant).

A continuación se muestran foto de las plantas diseñadas y elaboradas completamente.

Figura 1. Planta de Control de Llenado de Líquidos



Figura 2. Planta de Control de Llenado de Sólidos



Conducentes al fortalecimiento de la capacidad científica nacional

1. Este proyecto tiene implicaciones educativas que buscan mejorar la experimentación tradicional con la que se propone. Por lo tanto esta propuesta se puede extender a otras áreas de la electrónica. La planta incluso podrá ser usada por programas de formación profesional, como ingeniería, que cuenta con cursos completamente prácticos.
2. Este proyecto es desarrollado por estudiantes de la sede regional que están activos y con el acompañamiento de profesores y asesores. Al completar el proyecto se profundizarán líneas de investigación y kits para la enseñanza.

PRODUCTO ESPERADO: Conformación de los grupos semilleros de investigación en

la sede de Palmira y Yumbo.

Dirigidos a la apropiación social del conocimiento

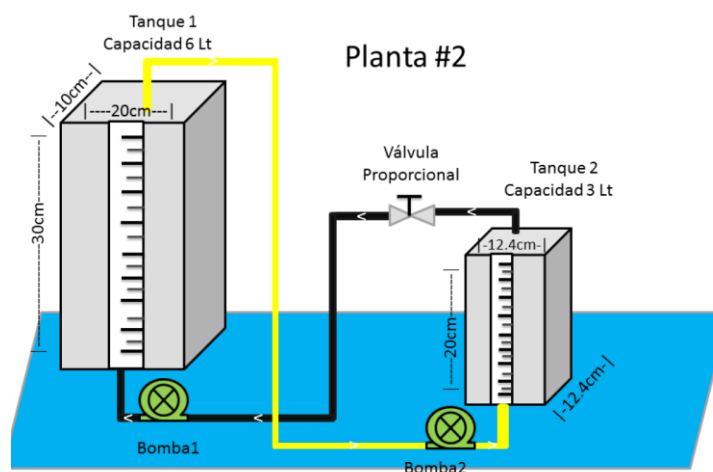
1. Para que el proyecto sea validado debe ser comprobado su funcionamiento como parte del contenido práctico de la asignatura de Sistemas Automáticos de Control y/o afines de la sede regional de la Universidad del Valle y debe entonces existir un respectivo manual de usuario tanto para el profesor como para el estudiante que va a hacer uso de la plataforma. Este trabajo será complementado con videos y con una respectiva publicación de un artículo y la presentación de una ponencia en un evento a nivel nacional.

RESULTADO: Divulgación del conocimiento y apropiación del recurso tecnológico desarrollado. **INDICADOR:** Videos tutoriales y manuales impresos para uso del laboratorio remoto y ponencia a nivel nacional.

Diseño de las Plantas Didácticas Industriales

En el proceso de diseño de las plantas, cada sede (Palmira y Yumbo) propuso un arte para finalmente llevarlo a la respectiva implementación, en el caso de la Sede de Univalle Palmira se consideró elaborar una Home Plant que contenga dos tanques con la idea de realizar control de nivel, control de flujo. En el caso de la Sede de Univalle Yumbo se consideró elaborar una Home Plant que contenga dos tolvas, un tornillo sin fin de tal forma que se pueda realizar control de velocidad, control de peso. En las siguientes imágenes podrá observarse lo indicado en el presente párrafo.

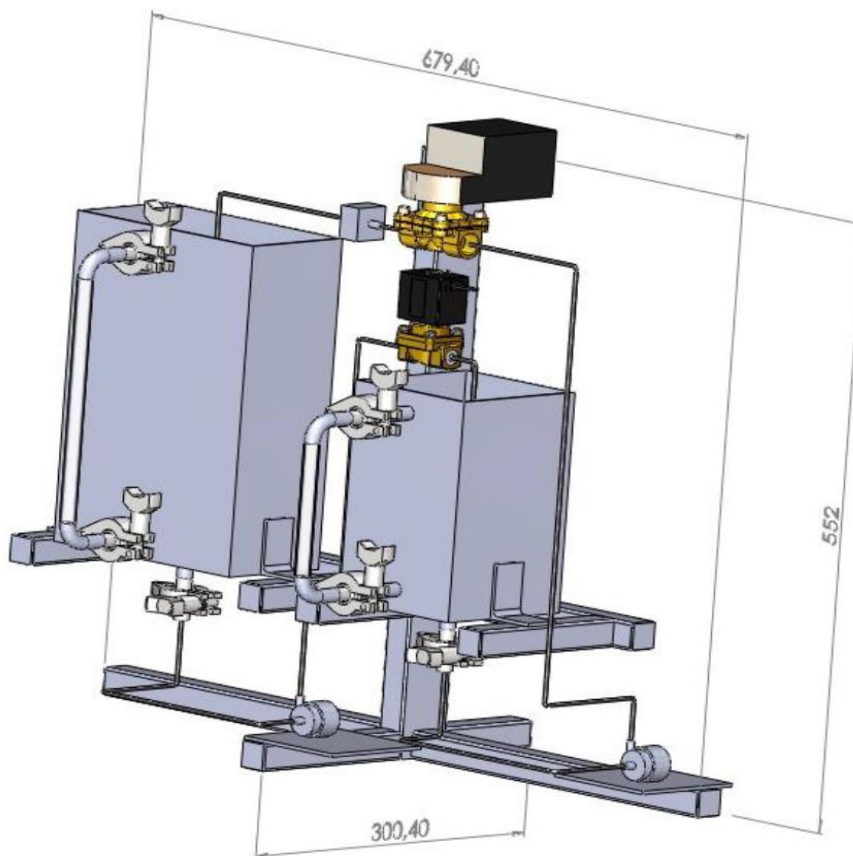
Figura 3. Home Plant propuesta por la Sede Univalle Palmira.



Fuente: Propia

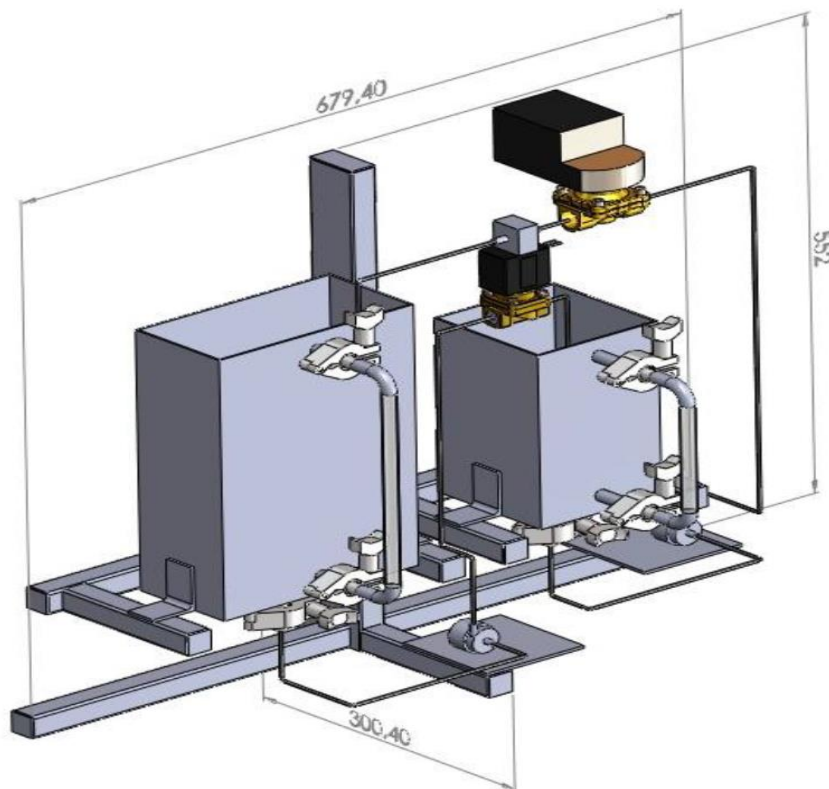
Una vez se acepta la realización de dicha planta didáctica industrial, llega el momento donde el arte presentado se implementa en un software de diseño industrial.

Figura 4. Visualización Planta de Nivel cara anterior.



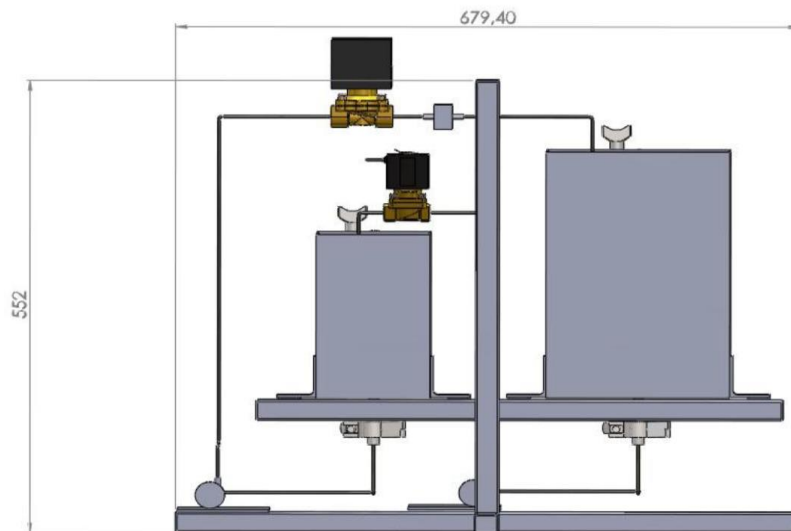
Fuente: Propia.

Figura 5. Visualización Planta de Nivel cara anterior – Otra forma.



Fuente: Propia.

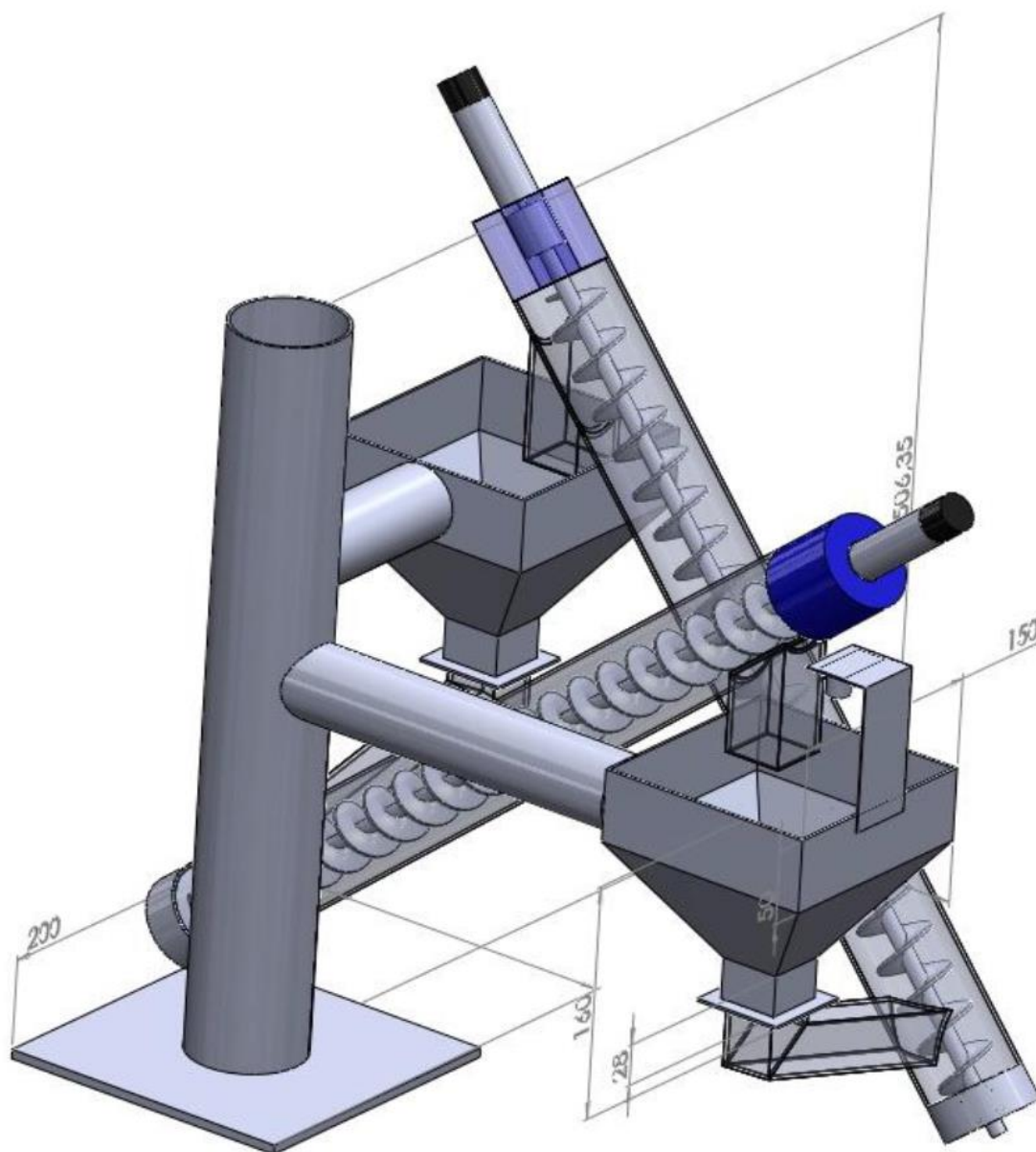
Figura 6. Visualización en dos dimensiones Planta de Nivel. Cara posterior.



Fuente: Propia.

En las siguientes imágenes se presenta el trabajo realizado en el software de diseño industrial para la Home Plant propuesta por la sede de Univalle Yumbo.

Figura 7. Visualización Planta de Tolvas. Cara posterior.



Fuente: Propia.

En las siguientes imágenes se presenta el proceso realizado con cada planta didáctica en lo que respecta a su adecuación y/o puesta en funcionamiento para la realización de prácticas de control en el aula de clase.

Figura 10. Planta de Nivel con la respectiva circuitería.



Fuente: Propia.

Figura 11. Estudiante colocando a punto la Planta de Llenado de Sólidos.



Fuente: Propia.

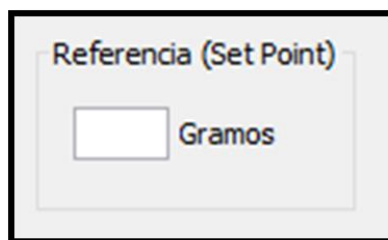
Interfaz con PC

Se comparte a continuación el manejo que debe dar el usuario al hacer uso de la interfaz con PC.

En esta ventana el objetivo principal es ingresar los datos para poner en funcionamiento la planta de proceso con las variables de referencia. Los siguientes pasos son lo que se deben realizar para el óptimo funcionamiento.

1. Ingresar el valor de los gramos en el campo de texto:

Figura 12. Gramos.

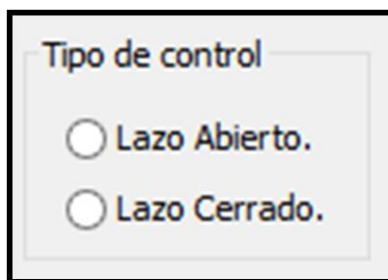


Fuente: Propia

- Lo ideal es enviar un dato entre 000 gr a 999 gr, ese es el rango de peso que se ha estipulado dentro del set-point del sistema.
- Si se envía un dato menor a 100 gr, se recomienda escribir "0xx gr".
Ejemplo: Se establece un peso de 56 gr, dentro del campo de texto se escribe de la siguiente manera: 056 gr
- Intentar NO dejar el campo de texto vacío, ya que si se envía no habrán datos correctos dentro de la medición y el proceso de pesaje.

2. Elegir el Tipo de control a realizar en el proceso:

Figura 13. Tipo de Control.



Tipo de control

☐ Lazo Abierto.

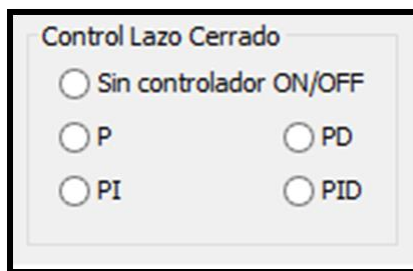
☐ Lazo Cerrado.

Fuente: Propia.

- Elegir el tipo de control a generar, cerrado o abierto, pulsando sobre el botón.
- No pueden ser elegidos dos a vez.
- NO enviar los datos sin haber elegido un tipo de control, ya que los datos que se reciben para ser procesados van a ser erróneos, indeterminados.

3. Control Lazo Cerrado:

Figura 14. Control Lazo Cerrado.



Control Lazo Cerrado

☐ Sin controlador ON/OFF

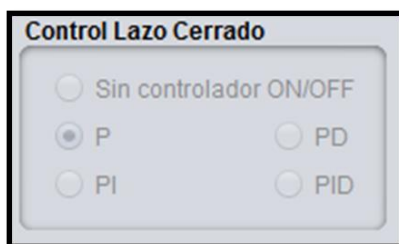
☐ P ☐ PD

☐ PI ☐ PID

Fuente: Propia

- Este panel solo está habilitado en el momento que se elige el control de lazo cerrado.
- Hay 5 tipos de control en este bloque, On/Off, P, PD, PI, PID, cada uno realiza referente a sus tipos de control, con sus respectivas variables, para realizar la acción adecuada.
- De lo contrario, cuando no se selecciona la acción de control en lazo cerrado este bloque se deshabilita.

Figura 15. Panel Bloqueado.

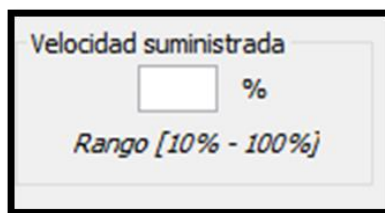


Fuente: Propia.

- Igualmente se recomienda, si está activo este panel, no dejar vacío ninguno de los botones sin seleccionar.

4. Velocidad Suministrada:

Figura 16. Panel Velocidad.



Fuente: Propia.

- Se ingresa el rango de velocidad que se desea para suplir la tolva con el materia de proceso.
- El rango está estipulado entre 10% y 100%.
- Se recomienda no dejar vacío el campo de texto e ingresar los datos con la siguiente recomendación:
Ejemplo: Si se ingresa un valor menor a 100%, se debe ingresar así:
Valor de velocidad a ingresar 20%, en el campo de texto se escribirá

020%.

5. Botones:

Figura 17. Panel Botones.



Fuente: Propia.

- En este panel se encuentra dos botones, el primero "Enviar" realiza la función principal de la interfaz, transmitir los datos desde el PC-Planta. El segundo botón, su función es "borrar" los espacios escritos anteriormente, es decir, dejarlos en blanco y listos para ingresar nuevos datos.

En la siguiente imagen se puede apreciar un pantallazo de la interfaz en plena operación.

Figura 18. Pantallazo General Aplicación.



Fuente: Propia.

Guía práctica de laboratorio

Pasos para la planta de Nivel.

1. Identifique los elementos que conforman la planta, para cada uno de ellos describa sus principales características (incluyendo las eléctricas cuando sea necesario).
2. Verificar para las electroválvulas el estado de éstas, proporcionar los niveles de voltaje encontrados en el punto anterior para validar el buen estado de las mismas.
3. Comprobar la lectura del sensor ultrasónico, verificar el cambio de la lectura al emular aumento o disminución del nivel del tanque.
4. De acuerdo a lo aprendido en el modelamiento de los sistemas de nivel de líquido, realice las mediciones de los tanques, determine la capacidad que estos tienen y proponga un modelo para el sistema.
5. Uno de los tanques tendrá el papel de abastecer al otro, suministre el líquido para el tanque abastecedor y verifique que el líquido pase del tanque abastecedor al tanque receptor.
6. Implemente una acción de control proporcional para el nivel del tanque receptor, ajuste la entrada de referencia en un valor cercano a la mitad de la altura del tanque, verifique el nivel real que presenta el sistema al estar en funcionamiento.

7. Conclusiones

Impactos a Partir del Uso de los Resultados

Impacto social: La comunidad estudiantil de la Universidad del Valle sedes Palmira y Yumbo son las primeras en beneficiarse por contar con una planta de experimentación confiable y al alcance de todos ya que les permite realizar sus prácticas de laboratorio e investigación con la comodidad de un lugar donde solo se requiere el uso de computador personal para el registro de las variables físicas y control de las mismas.

Impacto de productividad: Se ofrece la posibilidad a todos los profesores de realizar prácticas de laboratorio que permitan conceptualizar mejor los contenidos de las asignaturas de las áreas de Control e Instrumentación Electrónica de las sedes Palmira y Yumbo de la Universidad del Valle, con la posibilidad de replicar el producto obtenido en las sedes donde se oferta el programa académico de Tecnología en Electrónica,

también se tiene el propósito de lograr mayor productividad en la formación de los estudiantes para que estos realicen aplicaciones de campo complementando lo realizado en los laboratorios.

Impacto económico: Un proyecto como las Home - Plant permite que la estructura física utilizada para la práctica de laboratorio sea útil a un sin número de estudiantes que pueden acceder a dicha estructura sin necesidad de invertir en compra de componentes, el mantenimiento de la estructura será sencillo lo cual evita un incremento en el rubro de costos que fije cada sede para el mantenimiento de los equipos de laboratorio.

Conclusiones

1. La comunidad estudiantil de la Universidad del Valle sedes Palmira y Yumbo se benefician por lograr en un solo espacio la adquisición del conocimiento teórico y práctico de los sistemas industriales, aplicados a la Teoría de Control.
2. El proyecto da la posibilidad de resaltar la importancia que tienen los nuevos sistemas de desarrollo que han salido al mercado en el último tiempo, tal es el caso de la tarjeta Arduino, que ayuda a reducir el tiempo para la obtención de un sistema de adquisición de datos y de esta manera se logra dedicar mayor tiempo en los aspectos relevantes como lo son datos de sensores, datos de salida de la planta y otros.
3. Con la realización del proyecto se fortalecen los semilleros de investigación al interior de la sede Universidad del Valle Palmira y de paso motiva a los demás estudiantes del programa de Tecnología en Electrónica a participar en investigaciones que se formulen en el futuro o incluso tener la posibilidad de que estas sean propuestas por los mismos estudiantes.
4. El proyecto de investigación se convierte en la “punta de lanza” para la realización de futuras propuestas de investigación considerando que la sede de la Universidad del Valle sede Palmira inicia con este trabajo su proceso en la Investigación Formativa.
5. A partir de las ponencias que se realizaron en el IV Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación, Nodo Valle del Cauca de la Red Regional de Semilleros de Investigación RREDSI y el Tercer Encuentro de Investigación de la Universidad del Valle Sede Palmira sirven para incentivar en los estudiantes del programa académico el deseo de investigar y participar en eventos a nivel nacional.

3. Productos:

Tabla No. 1. **Cantidad y tipo de productos pactados en el Acta de Trabajo y Compromiso y productos finalmente presentados**

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Productos de nuevos conocimientos				
Artículo completo publicado en revistas A1 o A2				
Artículo completo publicados en revistas B				
Artículo completo publicados en revistas C				
Libros de autor que publiquen resultados de investigación				
Capítulos en libros que publican resultados de investigación				
Productos o procesos tecnológicos patentados o registrados				
• Prototipos y patentes				
• Software				
Productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o protegidos por secreto industrial	1		1	
Normas basadas en resultados de investigación				
Formación de recursos humanos	No. de estudiantes vinculados	No. de tesis	No. De estudiantes Vinculados	No. De tesis
Estudiantes de pregrado	4			
Semillero de Investigación				
Estudiantes de maestría				

TIPO DE PRODUCTOS	No. de PRODUCTOS PACTADOS		No. de PRODUCTOS PRESENTADOS	
Estudiantes de doctorado				
Productos de divulgación				
Publicaciones en revistas no indexadas	1			
Ponencias presentadas en eventos (congresos, seminarios, coloquios, foros)	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales	No. de ponencias nacionales	No. de ponencias internacionales
Propuesta de investigación	1		1	
Propuestas presentadas en convocatorias externas para búsqueda de financiación.				

Tabla No. 2. Detalle de productos.

Para cada uno de los productos obtenidos y relacionados en la tabla anterior, indique la información solicitada para cada uno, anexando copia de las respectivas constancias. Como anexo a esta guía encontrará el instructivo para instructivo para la revisión de informes finales y productos

Tipo de producto:	Prototipo industrial (Home Plant)
Nombre General:	
Nombre Particular:	
Ciudad y fechas:	
Participantes:	Fernando Bravo Copete Alex Calero Miranda
Sitio de información:	
Formas organizativas:	Universidad del Valle – Sede Palmira. Programa de Tecnología en Electrónica



4. Impactos actual o potencial:

- Fortalece la didáctica para la enseñanza de la Teoría de Control e Instrumentación Electrónica dentro del aula de clase.
- Permite mejorar el rendimiento de los estudiantes ante la evaluación a la que se enfrentan en el desarrollo de la asignatura.
- Ampliar el estado del arte en relación a laboratorios aplicados en el aula de clase.

La presente versión del informe contiene las observaciones de los evaluadores:

Firma del investigador principal

VoBo. Vicedecano de Investigaciones