



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior X Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada X Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. DEPARTAMENTO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES
2. CONTROL INTELIGENTE
3. TECNICAS DE CONTROL AVANZADO

1 Proyecto de Investigación

Título: DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PID-ROBUSTO BASADO EN TECNICAS DE CONTROL AVANZADO PARA MEJORAR LA ROBUSTEZ DE PROCESOS INDUSTRIALES

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Los sistemas donde el problema de control adquiere mucha importancia son los procesos industriales con operación batch o fed-batch tales como: producción de alimentos, productos de la química y bioquímica, etc. Además el avance de la tecnología ha hecho imprescindible la implementación de sistemas robóticos dentro de los procesos industriales. La tendencia actual no es solo controlar estos sistemas, sino además que puedan operar en puntos de equilibrio inestables de ser necesario, y que las variables de estado del sistema sigan una trayectoria temporal determinada. En función de esto, el presente proyecto pretende desarrollar e implementar técnicas de control avanzado a sistemas de producción de distinta naturaleza, poniendo énfasis en el desarrollo de herramientas que puedan ser aplicadas independientemente de la naturaleza del proceso, con una baja carga computacional, buen desempeño y robustez ante perturbaciones e incertidumbre de los parámetros. Para esto se pretende desarrollar, implementar y construir un prototipo PID-ROBUSTO que tenga mejores prestaciones y características de un PID comercial en lo referente a la robustez de control de procesos, basado en Técnicas de Control Avanzado, para esto se pretende cotejar el desempeño del prototipo desarrollado PID-ROBUSTO con un PID comercial, resolviendo problemas reales del control de procesos industriales como procesos de la industria petroquímica, en los cuales se utilizan reactores químicos tipo CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*), procesos *batch*, procesos de manufactura, así como sistemas robóticos, buscando demostrar que el prototipo sirve para sistemas de cualquier naturaleza.

Palabras clave (4-6): Control PID, Control Robusto, Control de procesos y Técnicas de control avanzado.



5	<p>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>5.1 Objetivos</p> <p>5.1.1 Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none">• Desarrollar y construir un prototipo PID-ROBUSTO basado en técnicas avanzadas de control avanzado que permitan realizar aportes originales en el área de control, para mejorar la robustez de procesos industriales multivariantes no lineales en sistemas de distinta naturaleza. <p>5.1.2 Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none">a. Estudiar el estado del arte en control robusto dentro de los procesos industriales.b. Estudiar las normativas internacionales para construcción de sistemas electrónicos.c. Analizar y comprender los procesos industriales más representativos a nivel nacional, específicamente en el área de procesos batch y procesos de reactores CSTR.d. Desarrollar una estrategia para la estimación de estados no-medibles en procesos industriales que utilizan reactores químicos tipo CSTR.e. Desarrollar una estrategia de control no-lineal mediante técnicas basadas en álgebra lineal, control en modo deslizante o control óptimo, que permita la operación segura de procesos industriales tipo CSTR en lazo cerrado, con el objetivo de mejorar la calidad del producto e incrementar la productividad del proceso.f. Identificar y proponer indicadores que permitan determinar el desempeño del nuevo dispositivo prototipo PID-ROBUSTO para los distintos procesos industriales de estudio.g. Simular los algoritmos de control desarrollados.h. Desarrollar y construir un prototipo PID-ROBUSTO bajo normas internacionales para su posterior uso en sistemas de procesos reales.i. Realizar pruebas experimentales que permitan verificar el desempeño del prototipo desarrollado.j. Presentar los resultados obtenidos en congresos y revistas especializadas.k. Transferir los resultados obtenidos a la industria nacional.l. Formar recursos humanos en investigación, particularmente en Ingeniería de Control en la investigación básica y aplicada a los sistemas mencionados. <p>5.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.</p> <p>Las Líneas Prioritarias de Investigación del DACI, sin excluir otras, son las siguientes: Control de Procesos Industriales, Control Inteligente y Técnicas de Control Avanzado.</p> <p>Por lo cual, el presente Proyecto de Investigación se enmarca dentro de las Líneas de Investigación planteadas en el DACI, ya que está orientado a desarrollar investigación aplicada tendiente a la obtención de resultados innovadores tanto teóricos como prácticos en las áreas de diseño, análisis, e implementación de procesos industriales.</p> <p>El proyecto toma aun mayor relevancia, considerando que más del 90% de las empresas emplean un controlador PID industrial, y el objetivo del proyecto es desarrollar un prototipo que mejore las características de este controlador industrial.</p> <p>El impacto que puede generar esta investigación sobre los procesos industriales, en especial con el cambio de la matriz productiva es importante, ya que permitiría al DACI no solo generar tecnología nueva dentro</p>
---	--



del país, sino también proyectar a la EPN como una de las universidades que realizan transferencia, ya que uno de los productos del proyecto de investigación es el desarrollo de un nuevo PID-INDUSTRIAL. Con esto el DACI podría continuar con su carrera de posicionarse en el Ecuador como el referente en las líneas de **Control de Procesos Industriales, Control Inteligente y Técnicas de Control Avanzado**, la cual está orientada a fortalecer y mejorar los procesos industriales.

Parte de los objetivos del DACI es estudiar y generar nuevas alternativas para el control de procesos de multivariable, los cuales poseen un gran interés a nivel industrial, ya que es común que estos se vean influenciados por más de una variable a la vez. Las características de no linealidad que presenta estos procesos multivariables, así como su elevado retardo e interacción entre sus entradas y salidas hacen que el diseño del sistema de control sea complejo.

El presente proyecto se enfoca en el diseño de un esquema de control para un reactor tipo tanque continuamente agitado, muy utilizado en los procesos industriales. Obteniendo un modelo matemático y la simulación por computadora como puntos de apoyo para todo el desarrollo de dicho diseño, para su posterior implementación y transferencia de tecnología, siendo de gran interés para el DACI.

Por todo lo expuesto el presente proyecto tiene claramente una vinculación con las Líneas Prioritarias de Investigación del DACI, con el medio externo, ya que busca cubrir una necesidad actual y social, para encontrar soluciones reales y tecnológicas que en un futuro pueda ser parte de las empresas a nivel nacional.

Es importante recalcar que este proyecto está también alineado al Objetivo 11 del Plan Nacional del Buen Vivir: "*Establecer un sistema económico social, solidario y sostenible*", bajo la política:

- Política 11.9. Promover el acceso a conocimientos y tecnologías y a su generación endógena como bienes públicos.

5.3 Productos esperados

a. Publicaciones científicas (obligatorio);	x
b. Disertación a la Comunidad Politécnica;	<input type="checkbox"/>
c. Proyecto de Titulación;	x
d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);	x
e. Aplicación tecnológica construida o implementada;	x
f. Patente presentada;	x
g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	x

5.4 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

a. Para procesos industriales:

- Un dispositivo prototipo de un nuevo controlador PID-ROBUSTO, para mejora en la robustez de procesos industriales.
- Algoritmos de control robusto para procesos tipo CSTR/ Batch.
- Patente del nuevo dispositivo prototipo de nuevo controlador PID-ROBUSTO.
- Transferencia de resultados a la industria nacional.

b. Formación de Recursos humanos:

- Dirección de cuatro proyectos de titulación en pregrado y dos tesis de postgrado en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica.
- Propuesta de plan de tesis de la MSc. Yadira Bravo en el doctorado en Ingeniería Eléctrica con mención en sistemas de control, cuyo título es "DESARROLLO DE NUEVAS TÉCNICAS DE CONTROL AVANZADO PARA MEJORAR LA ROBUSTES DE PROCESOS INDUSTRIALES", que se presentará como candidata en el segundo llamado del doctorado en diciembre del 2015.



c. Difusión de los resultados obtenidos:

- Al menos 2 artículos científicos y técnicos, en revistas de alto impacto.
- Al menos un seminario o taller dirigido a estudiantes, docentes y empresas.

Potenciales Usuarios:

- Empresas que requieran automatizar y robustecer sus procesos de producción.
- Empresas que requieran mejorar la calidad y eficiencia de sus procesos de producción.
- Universidades e institutos académicos, para simulación y control de plantas no lineales a nivel académico y de investigación.

6 Descripción, metodología y cronograma de trabajo

6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

La mayoría de procesos industriales son multivariables y altamente no lineales, por lo cual son de gran interés a nivel industrial. Procesos industriales tales como: producción de alimentos, productos de la química y bioquímica, entre otros son sistemas donde el problema de control adquiere mucha importancia.

La tendencia actual no es solo controlar estos sistemas, sino también optimizar los mismos y la necesidad de que estos operen en puntos de equilibrio inestables y de que las variables de estado del sistema sigan una trayectoria temporal determinada. Esto para que estrategias de control permitan mantener la variable a controlar, en el valor apropiado para el buen funcionamiento del proceso, estas estrategias a su vez, son ejecutadas por controladores industriales. Actualmente los controladores comúnmente utilizados en la industria es el proporcional-integral-derivativo (PID), su uso extensivo en la industria es tal que [1] “El 92% de las industrias usan controladores PID”, de los cuales la mayoría son controladores PI, lo que muestra la preferencia de las empresas e industria en el uso de leyes de control robustas y sencillas. Por lo cual, el presente proyecto pretende implementar y desarrollar un prototipo de Control en Modo Deslizante (CMD) que reemplace a un PID industrial, con mejores características de robustez ante incertidumbres y perturbaciones, y que genere una respuesta más rápida ante cambios de referencia y/o parámetros del proceso, además que pueda ser utilizado en distintos procesos industriales como: procesos tipo CSTR/ Batch, sistemas robóticos, sistemas mecánicos, etc.

EL CMD ha sido estudiado ampliamente a nivel científico [2-4]. La técnica que utiliza este controlador deriva del control por estructura variable, la cual fue estudiada originalmente por Utkin. El CMD así como el controlador PID, está conformado por parámetros de ajuste, lo cual permite sintonizar al controlador y así obtener un desempeño lo más favorable posible para el proceso. Existe una enorme cantidad de procedimientos para sintonizar estos controladores mediante ecuaciones para cada parámetro involucrado en el comportamiento del proceso. Entre estos procedimientos se encuentran las ecuaciones propuestas por Ziegler y Nichols para sintonizar el PID, y por Camacho en su trabajo de tesis doctoral, para la sintonización del CMD.

El objetivo de control que se persigue es que el sistema siga una señal de referencia previamente establecida con energía de control finita y en donde los estados permanezcan acotados y sigan una variación en el tiempo preestablecida. Para lo cual, se pretende implementar estrategias de seguimiento de trayectoria ([5-8]), a sistemas de distintas naturaleza como son los procesos químicos (reactores CSTR) muy utilizados en la industria, mecánicos o sistemas robóticos. Estos sistemas poseen dinámicas rápidas o lentas con comportamientos no lineales, que dificultan el análisis y modelado matemático ([9-13]). Se pone énfasis en el desarrollo de herramientas que puedan ser aplicadas independientemente de la naturaleza del proceso.

La finalidad es establecer que la problemática de los distintos procesos industriales como, químicos, farmacéuticos, ensamblaje, robóticos, etc., pueden plantearse como seguimiento de referencias por partes de los estados a ser controlador. En un reactor CSTR donde las variables a controlar son la temperatura y el nivel dentro del tanque, el control exhaustivo de la temperatura es fundamental para minimizar las pérdidas de reactante y producto. Además, en un sistema real, la medición de temperatura resulta mucho



más fácil y menos costosa que la medición de concentración, lo que ser aprovechado en el presente proyecto.

Debido a que los sistemas de control en los procesos industriales presentan incertidumbres y están sujetos a perturbaciones, una de las estrategias más efectivas para abordar este tipo de sistemas es el Control por Modos Deslizantes (CMD)[14], puesto que este método es robusto ante incertidumbres e insensible a las perturbaciones acopladas a la señal de control.

En resumen, el presente proyecto está enfocado a desarrollar un nuevo prototipo de PID-ROBUSTO e implementar nuevas técnicas de Control Avanzado y Control Robusto, para sistemas no lineales y multivariables más utilizados en la industria. Además se pretende comparar estas nuevas técnicas con los métodos tradicionales de control, para establecer las ventajas de las nuevas estrategias de control propuestas [15-16].

Metodología y diseño de la investigación

La metodología a utilizar para llevar a cabo los objetivos planteados responde a los lineamientos generales del método científico diferenciándose cuatro fases.

Fase Teórica: Se estudiarán las distintas metodologías para el seguimiento de trayectoria en sistemas no lineales con reactores tipo batch y CSTR y sistemas robóticos como robots móviles en particular, se pondrá énfasis en las técnicas de control basadas en álgebra lineal y CMD. Finalmente se desarrollarán algoritmos para implementar las metodologías propuestas.

Fase de Simulación: Se simularán los algoritmos propuestos en la fase teórica sobre los modelos de las plantas a trabajar. Para ello se dispone de software de simulación MATLAB y se desarrollarán en el SIMULINK, que es una herramienta de MATLAB que permite modelar, simular y analizar sistemas dinámicos.

Fase de Experimentación: En esta fase se pretende implementar los controladores en plantas prototipo adquiridas para esta fase, para realizar pruebas experimentales. En esta fase también se construirá y desarrollará el prototipo PID-ROBUSTO, basado en Técnicas de Control Avanzado.

Fase de Validación: Se verifican las propuestas teóricas realizadas por medio de la comparación de los resultados de simulación con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

Referencias:

- [1] Smith, C. A. (1997). *Control automático de procesos: teoría y práctica*.
- [2] Camacho, O., Rojas, R., & García, W. (1999). Variable structure control applied to chemical processes with inverse response. *ISA transactions*, 38(1), 55-72.
- [3] Ng, K. C., Li, Y., Murray-Smith, D. J., & Sharman, K. C. (1995). Genetic algorithms applied to fuzzy sliding mode controller design.
- [4] Sabanovic, A. (2011). Variable structure systems with sliding modes in motion control—a survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2(7), 212-223..
- [5] Scaglia, G., Mut, V., Quintero, O., & Di Sciascio, F. (2006). Diseño de un controlador basado en métodos algebraicos: Aplicación a robótica móvil. In *XII Latin-American Congress on Automatic Control, CLCA2006, Salvador, Bahia, Brazil*.
- [6] Andaluz, V. H., Roberti, F., Toibero, M., Leica, P., & Carelli, R. (2012). *Adaptive Coordinated Cooperative Control of Multi-Mobile Manipulators*. INTECH Open Access Publisher.
- [7] Quintero, O. L., Amicarelli, A. A., di Sciascio, F., & Scaglia, G. (2008). Control basado en Metodos Numericos para la Obtencion de un Biocombustible..
- [8] Chen, M. W., & Zalzal, A. M. S. (1997). Dynamic modelling and genetic-based trajectory generation for non-holonomic mobile manipulators. *Control Engineering Practice*, 5(1), 39-48.
- [9] Scaglia, G. J., Mut, V. A., Jordan, M., Calvo, C., & Quintero, L. (2009). Robust-control-based controller design for a mobile robot. *Journal of Engineering Mathematics*, 63(1), 17-32..



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

- [10] G. M. V. R. A. Q. O. Scaglia, Tracking Control of a Mobile Robot using Linear Interpolation, de *Proceeding of the 3rd International Conference on Integrated Modeling and Analysis in Applied Control and Automation*, 2007.
- [11] Aballay, P. M., Scaglia, G. J. E., Vallejo, M. D., Ortiz, O. A., Serrano, M. E., Mengual, C. A., & Rómoli^a, S. Validation of a phenomenological model for the state variables in the non-isothermal wine fermentation. *VII Congreso Argentino de Ingeniería Química*, Argentina, 2013.
- [12] Serrano, M. E., Scaglia, G. J. E., Godoy, S. A., Mut, V., & Ortiz, O. A. (2014). Trajectory tracking of underactuated surface vessels: A linear algebra approach. *Control Systems Technology, IEEE Transactions on*, 22(3), 1103-1111..
- [13] Serrano, M. E., Scaglia, G. J., Mut, V., Ortiz, O. A., & Jordan, M. (2013). Tracking Trajectory of Underactuated Surface Vessels: a Numerical Method Approach. *Control Engineering And Applied Informatics*, 15(4), 15-25.
- [14] Camacho, O. E. (1996). *A new approach to design and tune sliding mode controllers for chemical processes*. University of South Florida.
- [15] Rosales C., Scaglia G., Brandao A., Sarcinelli M., Carelli. R., (2013), Trajectory tracking for a four rotor mini-quadrotor. Simposio Brasileiro de Automatización Inteligente (SBAI 2013). Fortaleza-CE, Brasil.
- [16] Scaglia, G., Mut, V., Rosales, A., & Quintero, O. (2007). Tracking control of a mobile robot using linear interpolation. *IMAACA07*, 1, 11-15.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

6.2 Cronograma de trabajo anual: (Descripción)

- Para la elaboración del cronograma de ejecución del proyecto se sugiere considerar el tiempo para la adquisición de equipos, reactivos y materiales de laboratorio.

Primer Año

Actividad	Porcentaje de avance por mes						TOTAL
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Estudio del estado de arte de control robusto, procesos tipo CSTR, sistemas robóticos móviles y normativas internacionales	2%	2%					4%
Gestionar la compra de equipo	1%	1%	1%				3%
Asignación de las actividades a desarrollarse en el proyecto a tesis de pregrado y postgrado		0,25%					0,25%
Diseño de algoritmos de control, implementación de estrategias para la estimación de estados no-medibles, e identificación de indicadores de desempeño por parte de investigadores y tesis			10%	11%			21%
Simulación de algoritmos de control parte de investigadores y tesis				4%	4%		8%
Construcción del Prototipo PID-ROBUSTO				3%	5%	5%	13%
Instalación de los equipos adquiridos				2%	1%		3%
Capacitación y familiarización de los equipos adquiridos a los investigadores y tesis						1,25%	1,25%
Redacción del informe del primer año						0,5%	0,5%
TOTAL	3%	3,25%	11%	20%	10%	6,75%	54%

Segundo Año 2

Actividad	Porcentaje de avance por mes						TOTAL
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Pruebas preliminares del funcionamiento del equipo adquirido y prototipo construido	1,5%						1,5%
Pruebas experimentales del funcionamiento del prototipo y algoritmo de control por parte de investigadores y tesis		6%	6%				12%
Pruebas comparativas del prototipo y PID industriales por parte de investigadores y tesis			8%	8%			16%
Presentación de Proyectos de Titulación y tesis de Maestría				4%			4
Gestionar la Patente del prototipo				2%			2
Gestión para transferencia del prototipo a la industria.				2%	2%		4%
Preparación y presentación de trabajos técnicos a revistas especializadas por parte de investigadores y doctorante					2%	2%	4%
Redacción del informe Final						0,5%	0,5%
Seminario o taller dirigido a estudiantes y docentes						2%	2%
TOTAL	1,5%	6%	14%	16%	4%	4,5%	46%

7 Fechas de inicio y fin

En función de la aprobación para la ejecución del mismo



8

Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.

8.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.

Director:

- Leica Paulo (Profesor Titular Agregado 3) 18 horas semanales.

Colaboradores:

- Danilo Chavez (Profesor Titular Agregado 2) 10 horas semanales
- Yadira Bravo (Profesor Principal) 10 horas semanales
- Jackeline Abad (Profesor a contrato) 10 horas semanales
- Oscar Camacho (Investigador Prometeo) 10 horas semanales
- Scaglia Gustavo (Investigador Prometeo) 10 horas semanales

8.2 Infraestructura y equipos

Laboratorio de Robótica: ubicado en el primer piso del edificio de aulas y relación con el medio externo.

- Robot Móvil Pioneer 3DX, equipado con una cámara de visión color, 16 ultrasonidos, sensores de ultrasonido, sensor laser y computadora de a bordo y con conexión a internet inalámbrica, en proceso de compra con fondos de la EPN.
- Cámaras infrarrojas.

Laboratorio de Control y Sistemas: ubicado en el segundo piso del edificio de eléctrica.

- Dos Robots móviles (Robotino FESTO), integrando sensores para la medición de distancias a objetos y para detectar la velocidad del motor. Un sensor anticollisión montado alrededor de la circunferencia en el chasis, indica el contacto con objetos.
- 4 Osciloscopios digitales.
- Computadores de Escritorio.
- Cámaras.

8.3 Breve justificación del equipo requerido

Es fundamental tener equipo que permitan realizar las experiencias de los procesos en plantas tipo batch que contemplan una mayor cantidad de parámetros que plantas usualmente usadas en laboratorios de docencia, lo que permitiría generar investigación de punta en el país en el área de control de procesos. La compra del equipo y software de plantas prototipo, permitirá sustentar experimentalmente la propuesta del presente trabajo con estándares nacionales e internacionales, y además permitirá la publicación de trabajos técnicos en el exterior.

Puesto que hoy por hoy el compromiso de las universidades es generar investigación aplicada a necesidades reales de las empresas nacionales es fundamental contar con equipo de punta que pueda recrear condiciones similares a los procesos industriales, para generar y transferir soluciones factibles a las empresas nacionales para mejoramiento de sus procesos productivos, por lo cual la compra de UNA ESTACIÓN DE REACTOR con todos sus componentes es fundamental en la fase experimental.

Como se mencionó anteriormente en la fase de experimentación se realizará el ajuste de los algoritmos de control propuestos sobre los sistemas reales y se medirá el desempeño de los algoritmos propuestos. Con lo cual es necesario contar con las plantas tipo batch y de reactores tipo CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*) muy utilizados en procesos industriales. Por lo cual la compra de un reactor químico tipo CSTR con toda su instrumentación y controladores es fundamental para la validación de los algoritmos desarrollados.

La compra de un módulo PID industrial permitirá cotejar los resultados con el prototipo construido, lo que permitirá validar la propuesta de investigación.

8.4 Fondos Adicionales

No existe fondos adicionales



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)
<p>9 Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los costos para la elaboración del presupuesto estimado no deben incluir IVA. - Las maquinarias y equipos deberán tener una proforma local con un representante autorizado en el país. - En el caso de PIMI, se deberá aclarar en cual departamento permanecerán las maquinarias y equipos <p style="text-align: center;"><u>Primer Año</u></p>		
1. Contratación Servicios Personales por Contrato 4 Ayudantes de Investigación	\$ 9.600,00	12,03%
Subtotal	\$ 9.600,00	12,03%
2. Maquinaria y Equipos		
<ul style="list-style-type: none"> • UN ESTACIÓN DE REACTOR tipo CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor) <p>El cual contiene: un controladores: PLC ALLEN BRADLEY ML 1500 en módulo A4; un ampliación ETHERNET ML1500; un cable de programación ML1500; un software de programación RSLOGIX 500 starter; un juego de cables de conexión ALLEN BRADLEY; software fluidlab-pa; interfaz easyport; cable de e/s con conectores syslink. 2,5 m; un Cable analógico 2 m; UN Grupo de Frío con Intercambiador de calor y UN Manual MPS-PA</p>	\$ 41.468,70	51,95%
<ul style="list-style-type: none"> • UN Regulador Industrial PID 	\$ 4548,60	5,70%
Subtotal	US \$ 46.017,30	57,65%
3. Reactivos y materiales de laboratorio		
<ul style="list-style-type: none"> • Reactivos para pruebas experimentales • Diseño, construcción y patente del prototipo • Varios Electrónicos 	\$ 2.000,00	2,51%
	\$ 10.000,00	12,53%
	\$ 2.000,00	2,51%
Subtotal	US \$ 14000,00	17,54%
4. Literatura especializada		
Subtotal		
5. Viajes técnicos y de muestreo	\$ 5.000,00	6,26%
Subtotal	US \$ 5.000,00	6,26%
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	US \$ 5.200,00	6,51%
Subtotal	US \$ 5.200,00	6,51%
TOTAL PRESUPUESTO	79.817,30 + IVA	100%