


UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO

Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

Ejecutor 1

Nombre (s):	Jovanny Andrés	
Apellido (s):	Sáenz Parra	
Código:	20132375038	
E-mail:	Jasaenzp23@hotmail.com	
Teléfono fijo:	2983026	
Celular:	3138651117	

Ejecutor 2

Nombre (s):	Rafael Alberto	
Apellido (s):	Silva Gutiérrez	
Código:	20132375058	
E-mail:	Rasiva4@gmail.com	
Teléfono fijo:	N/A	
Celular:	3202927961	

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	Diseño e Implementación de un Sistema para Monitorización de un Proceso de Control de Presión	
Duración (estimada):	Tres meses	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:	Diseño	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Optimización de Procesos Industriales	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Diseño en Ingeniería Mecánica	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	sistemas dinámicos de control, automatización industrial, control automático de procesos, electrotecnia, tecnología en neumática e hidráulica	

INFORMACIÓN PASANTÍA

Nombre de la empresa:	
Dirección:	
Teléfonos:	
Correo electrónico:	
Página Web:	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Director: (Vo. Bo.)	
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA MONITORIZACIÓN DE UN PROCESO DE CONTROL DE PRESIÓN

Resumen: Este proyecto tiene como propósito diseñar e implementar un sistema que permita monitorear las variables de un proceso de control de presión, para que estas puedan ser analizadas y controladas desde un sitio remoto, esto con el fin de que la persona que opera el sistema no tenga la necesidad de estar encima del proceso para poder evaluarlo y verificarlo, este sistema de monitorización de procesos de control es aplicable a la industria en general.

Actualmente en la sede Tecnológica de la universidad Distrital Francisco José de Caldas el Banco de Pruebas "T5555-AAU Pressure Process Control Learning System" no cuenta con este sistema por lo que se puede utilizar como prototipo para la implementación de este sistema.

Tabla de contenido

1. Planteamiento del Problema.....	4
1.1 Estado del Arte	5
1.2 Justificación.....	7
2. Objetivos.....	8
2.1 Objetivo General.....	8
2.2 Objetivos Específicos.....	8
3. Marco Teórico	8
3.1 Digitalización de la Información.....	8
3.2 Tipos de Señales.....	9
3.2.1 Señales analógicas	9
3.2.2 Señales digitales.....	9
3.2.3 Códigos binarios.....	9
3.3 Convertidores de señal.....	9
4. Metodología.....	10
5. Cronograma.....	11
6. Presupuesto y Fuentes de Financiación.....	12
7. Bibliografía.....	14

Índice de tablas

Tabla 1: Ventajas sistema de monitorización digital.....	8
Tabla 2: Cronograma del proyecto.....	12
Tabla 3: Presupuesto de materiales.....	12
Tabla 4: Presupuesto del recurso humano.	13
Tabla 5: Presupuesto general.....	13

Índice de figuras

Figura 1: Banco de Pruebas T5555-AAU Pressure Process Control Learning System.	4
Figura 2: Organigrama de diseño metodológico. (NORTON, 2001, p9-12).....	11

1. Planteamiento del Problema

Desde que fue creado el primer circuito integrado (microchip), por Jack S. Kilby en 1958, surgieron con él, el nacimiento de las computadoras y gran infinidad de dispositivos, que dan lugar y espacio al desarrollo de la tecnología, la cual busca facilitar y hacer más productivos tanto los procesos de producción como las tareas cotidianas. (Busca Biografías).

Pero el desarrollo de la tecnología no sería posible si la información no hubiese evolucionado con ella, desde los jeroglíficos en el paleolítico, pasando por la invención de la imprenta en el siglo XV, hasta la actualidad con la información digital, la cual ha permitido que por ejemplo, un operario pueda monitorear desde un sitio lejano determinado proceso en el que intervienen múltiples variables y definir de acuerdo con el comportamiento de las variables si el proceso funciona de manera correcta o no, tal y como se hace en una hidroeléctrica o en una empresa que fabrica cemento entre otras.

Actualmente en la sede Tecnológica de la universidad Distrital Francisco José de Caldas se tiene el Banco de Pruebas “T5555-AAU PRESSURE PROCESS CONTROL LEARNING SYSTEM”, en el que se realizan ensayos de procesos de presión simulando los que se encuentran en la industria, tales como la producción de farmacéuticos, biotecnología y en la generación de energía, con este equipo se desarrollan los conocimientos y habilidades necesarias para capacitar a los alumnos en sistemas de control de procesos de presión. En la Figura 1. Se puede observar el banco de pruebas que se encuentra en la Universidad Distrital F.J.C. sede Tecnológica. (AMATROL).



Figura 1: Banco de Pruebas T5555-AAU Pressure Process Control Learning System.

Este equipo no cuenta con un sistema que permita monitorear las variables del proceso para que así de acuerdo con el comportamiento de las mismas, se determine si el proceso funciona de manera correcta, por lo que los usuarios del banco deben generar la información de manera análoga lo que ocasiona que los resultados no sean verídicos y confiables como sí lo son los que se obtienen de una monitorización digital, también es necesario que los usuarios tengan que estar monitoreando el proceso de manera presencial en el banco y no como se hace en la industria, donde esta monitorización se hace en una sala de control, la cual se encuentra en un sitio lejano de los procesos. (AMATROL, s.f)

Teniendo en cuenta lo anterior se puede concluir que la necesidad es la de monitorear las variables de un proceso de control de presión, para que estas puedan ser analizadas y controladas desde un sitio remoto, esto con el fin de que la persona que opera el sistema no tenga la necesidad de estar encima del proceso para poder evaluarlo y verificarlo, como el Banco de Pruebas “T5555-AAU PRESSURE PROCESS CONTROL LEARNING SYSTEM” no cuenta con este sistema, este puede utilizarse como prototipo para la implementación del sistema y así satisfacer dicha necesidad.

1.1 Estado del Arte

Para la modalidad de trabajo del presente proyecto de investigación y desarrollo tecnológico orientado a monitorización y sistema de control de procesos se emplearon las fuentes de información como Google Académico, la base de datos de la Universidad Distrital; el servicio nacional de aprendizaje SENA, Dialnet, entre otras, se seleccionaron artículos y trabajos de investigación pertinentes al tema: a nivel mundial, regional y nacional con el fin de mostrar los aportes desde los diferentes puntos de vista desarrollados a partir de las necesidades de la industria.

La monitorización de los procesos se encuentra en los diferentes campos de la industria, en el artículo “Sistema inalámbrico de monitorización para cultivos en invernadero” se muestra cómo es posible emplear este desarrollo tecnológico en el área de la agricultura:

La agricultura del sureste español ha experimentado uno de los cambios más importantes que se han producido en los últimos años gracias a los cultivos de invernadero. En este tipo de cultivos es muy importante la utilización de técnicas avanzadas y tecnologías novedosas para mejorar el rendimiento de los cultivos. Este trabajo presenta un sistema avanzado para la monitorización de variables aplicadas a la agricultura intensiva. El sistema usa una red de sensores inalámbricos (WSN) que funciona con 6LoWPAN y RPL como el protocolo de enrutamiento, mide humedad, temperatura, luz y el contenido volumétrico de agua en el suelo. La WSN envía los datos recolectados a un dispositivo embebido que almacena la información en una base de datos a fin de visualizar de forma gráfica y en tiempo real los valores obtenidos en los cultivos. El sistema desarrollado permite una gran flexibilidad de instalación y de adaptación a cualquier invernadero, ya que se basa en tecnología inalámbrica, que los nodos pueden establecer las rutas de los enlaces entre ellos automáticamente, y tienen

implementada una función de ahorro de energía que le permite alargar la vida útil de las baterías lo suficiente para una campaña agrícola sin necesidad de mantenimiento. (Cama Pinto & Gil Montoya, 2014, p.164)

A continuación se da un resumen de lo que muy posiblemente será el desarrollo de los sistemas de control de procesos en el artículo titulado “El Futuro del Control de Procesos“:

Lo habitual es que un grupo de ingenieros diseñe un proceso y su estructura (síntesis) de acuerdo a una serie de requisitos en base a modelos de balances estacionarios, sin tener en cuenta por tanto su dinámica. Después, cuando la nueva instalación ya está terminada, el ingeniero de control e instrumentación ha de añadirle el sistema de control que permita su correcta operación. Sin embargo, ocurre con cierta frecuencia que el proceso no siempre es fácilmente controlable, sino que su operabilidad se ve limitada por diversos factores tales como los otros aspectos de la integración a los que nos hemos referido (dinámicas extra debidas a integración energética y másica) o a requisitos de calidad estrictos, restricciones, etc. todo lo cual alarga la puesta en marcha de las instalaciones y crea problemas en su operación. Un enfoque más racional es considerar la dinámica del proceso y su control conjuntamente desde la fase misma de diseño, garantizando que el sistema será después operable, lo que acorta la puesta en marcha y permite una mejor operación en producción. Este diseño integrado introduce aspectos dinámicos y de control en la síntesis de procesos y permite obtener procesos más operables, o introducir diseños más rentables que no se hubieran hecho por el miedo a obtener plantas teóricamente no operables. (De Prada, 2004, p.5)

En la actualidad incorporar sistemas de control, de presión es muy importante ya que son elementos que ayudan a garantizar la seguridad tanto de los componentes industriales como de las personas que trabajan junto a estos.

Un caso común donde se requiere un sistema de control de presión es en las calderas ya que una sobrepresión puede dar lugar a una explosión que puede afectar las vidas de los trabajadores y provocar graves daños en la infraestructura.

En la industria automovilista se está implementando sistemas para la monitorización de presión en los neumáticos que se encargan de avisar cuando las ruedas llevan una presión incorrecta. Consta de un sensor de presión en cada rueda que va tomando mediciones de manera constante, cuando la presión es menor a la programada se envía una señal que es visible en el cuadro de instrumentos. (MAPFRE)

Por otro lado, se diseñó un control de presión con Arduino para ajustar la presión en conductos de ventilación, en este caso se planteó solucionar un problema de sobrepresión en los conductos de ventilación de un edificio de oficinas. Al llevar compuertas automáticas según demanda de climatización ocurría que al estar todas cerradas la velocidad y presión en la impulsión era grande y provocaba ruidos. Para solucionar esto se usó una placa Arduino que se encarga de leer una entrada analógica con rango de 0 a 5 voltios que va conectado al sensor de presión y por medio de un controlador PID se regula la velocidad de los ventiladores. (Nuñez, 2014, p21)

La gran mayoría de las aplicaciones de hoy en día no serían posibles sin el uso de sensores puesto que tienen la capacidad de informar los cambios en magnitudes físicas, para su conocimiento y control. La utilización de sensores es indispensable en la automatización de industrias, por lo que un gran número de dispositivos de medición utiliza un principio eléctrico básico para cualquier etapa en la recolección de datos, ya sea captura, acondicionamiento, procesamiento, almacenamiento, etc.

Cuando se habla de sistemas, especialmente de un Sistema de Adquisición de Datos forzosamente se tiene que hablar de las señales, una señal es una función en el tiempo $x(t)$ la cual generalmente describe fenómenos naturales.

Todas las posibles señales que pueden existir se pueden clasificar en dos tipos: las señales analógicas o de tiempo continuo y las señales digitales o de tiempo discreto, las señales en tiempo continuo o analógicas son las que existen en los fenómenos naturales, son aquellas que pueden tomar cualquier valor en cualquier instante de tiempo, en cambio las señales digitales o discretas son aquellas que tienen valores en fragmentos de tiempo específicos, este tipo de señales no existen en los fenómenos naturales sin embargo son una transformación de las señales analógicas para poder comprender los fenómenos que representan estas y así poder manipularlas electrónicamente de tal manera que los dispositivos o sistemas electrónicos puedan estudiar el fenómeno natural, esto es debido a que en la electrónica digital sólo se comprenden 2 estados lógicos (high y low). Entonces el tipo de señal está determinada de acuerdo a la forma de la variable independiente que en este caso es el tiempo, es decir si el tiempo de muestreo es discreto entonces la señal será digital, y si es continuo la señal será analógica. (Nuñez, 2014, p50).

1.2 Justificación

En la actualidad la velocidad con la que se genera y se obtiene acceso a la información es muy importante, puesto que esta define por ejemplo, que se adquiera o no un proyecto, que dicho proyecto se realice en un tiempo mayor o que por el contrario este demande un menor tiempo, y teniendo en cuenta que es gracias a la facilidad con la que se puede adquirir y manejar la información cuando esta se encuentra en cualquier formato digital, es de vital importancia que tanto en el ámbito laboral como en el educativo se pueda generar este tipo de información (información digital), ya que esta agiliza el desarrollo tecnológico.

Este proyecto tiene como propósito diseñar e implementar un sistema que permita monitorear las variables de un proceso para que estas puedan ser analizadas y controladas desde un sitio remoto, esto con el fin de que la persona que opera el sistema no tenga la necesidad de estar encima del proceso para poder evaluarlo y verificarlo, este sistema de monitorización de procesos de control es aplicable a la industria en general.

Actualmente al Banco de Pruebas "T5555-AAU Pressure Process Control Learning System" no cuenta con este sistema por lo que se puede utilizar como prototipo para la implementación de este sistema.

En la siguiente tabla se muestran las ventajas que tiene el diseño y la implementación del sistema de monitorización propuesto.

Tipo de ventaja	Descripción
Tecnológica	Permite avanzar en la innovación y desarrollo tecnológico de la universidad.
Técnica	Respaldo de los ensayos realizados.
Económica	Optimización de los recursos de la universidad.
social	Confianza y seguridad hacia de los consumidores.

Tabla 1: Ventajas sistema de monitorización digital.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de monitorización para un proceso de control de presión.

2.2 Objetivos Específicos

- Describir el funcionamiento del Banco de Pruebas “T5555-AAU Pressure Process Control Learning System”.
- Establecer los parámetros de diseño del sistema de monitorización digital para el banco de pruebas.
- Configurar el módulo de adquisición de datos del banco de pruebas “T5555-AAU Pressure Process Control Learning System” con el fin de exportar las señales de interés del proceso a un computador.
- Adecuar graficadores de señal para monitorear las variables de interés del proceso.

3. Marco Teórico

3.1 Digitalización de la Información

Digitalizar un documento es la representación de un documento por un conjunto de sus puntos o muestras, el resultado se denomina imagen digital del documento. El proceso de digitalización de documentos se obtiene al capturar las "esquinas" donde terminan las líneas o cambio de dirección de los trazos del documento (letras, números, imágenes, entre otros).

El proceso de digitalización de documentos es fundamental para hacer una representación digital de los mapas de bits de un documento en papel, mediante este proceso de digitalización se almacena en una base de datos el archivo y datos o información capturada resultantes de digitalizar un documento.

El proceso de digitalización de documentos no solo afecta a los documentos en papel, sino que también en su término más amplio también contiene otras fuentes de datos a digitalizar tan diversas como: Fotografías, Música, Mapas, Videos, señales de TV, Radio, etc... Al final el proceso siempre es el mismo y se basa en convertir un origen no digital (analógico) a una representación binaria (digital) del origen (TBS-TELECON).

3.2 Tipos de Señales

3.2.1 Señales analógicas

Son variables eléctricas que evolucionan en el tiempo en forma análoga a alguna variable física. Estas variables pueden presentarse en la forma de una corriente, una tensión o una carga eléctrica. Varían en forma continua entre un límite inferior y un límite superior. Cuando estos límites coinciden con los límites que admite un determinado dispositivo, se dice que la señal está normalizada. La ventaja de trabajar con señales normalizadas es que se aprovecha mejor la relación señal/ruido del dispositivo. (Miyara, 2014,p.1)

3.2.2 Señales digitales

Son variables eléctricas con dos niveles bien diferenciados que se alternan en el tiempo transmitiendo información según un código previamente acordado. Cada nivel eléctrico representa uno de dos símbolos: 0 ó 1, V o F, etc. Los niveles específicos dependen del tipo de dispositivos utilizado. Por ejemplo si se emplean componentes de la familia lógica TTL (transistor-transistor-logic) los niveles son 0 V y 5 V, aunque cualquier valor por debajo de 0,8 V es correctamente interpretado como un 0 y cualquier valor por encima de 2 V es interpretado como un 1 (los niveles de salida están por debajo de 0,4 V y por encima de 2,4 V respectivamente). En el caso de la familia CMOS (complementary metal-oxide-semiconductor), los valores dependen de la alimentación. Para alimentación de +5 V, los valores ideales son también 0 V y 5 V, pero se reconoce un 0 hasta 2,25 V y un 1 a partir de 2,75 V. (Miyara, 2014, p.1)

3.2.3 Códigos binarios

Habitualmente los códigos binarios representan números (que a su vez representan valores que va asumiendo una variable física o eléctrica), o bien señales de control, de mando o de estado (informando sobre el estado de una operación o proceso). Nos interesa III Conversores D/A y A/D 2 B09.01 reza aquí el primer caso, es decir la representación de números. (Miyara, 2014, p.2)

3.3 Convertidores de señal

Cuando se utilizan en las tareas de supervisión ambiental, los sensores pueden registrar las condiciones ambientales. Las señales de los sensores se utilizan dentro

del proceso para realizar un seguimiento continuo de los cambios en el área controlada. Normalmente se trabaja con señales digitales y analógicas. Normalmente, generan un valor eléctrico de tensión o corriente que es proporcional a las variables físicas que se desean controlar.

Cuando los procesos de automatización tienen que mantener de forma constante o alcanzar unas condiciones definidas, se requiere el procesamiento de señales analógicas. Esto es especialmente importante para las aplicaciones de automatización de procesos. En la ingeniería de procesos, suelen utilizarse señales eléctricas normalizadas. Las corrientes y la tensión estandarizadas analógicas de 0(4)...20 mA/ 0...10 V se han establecido como mediciones físicas y variables de control. (weidmueller)

4. Metodología

El diseño metodológico de un proyecto busca soluciones adecuadas posibles introduciendo los procesos que suministren los medios necesarios para la estructuración de problemas de decisión que surgen durante su desarrollo (DYM & ITTLE, 2002, p.383).

La metodología será desarrollada teniendo en cuenta las fases de la guía DDFI (documentación, diseño, fabricación, instalación) las cuales se explicaran una a una a continuación:

- Fase de documentación: Consiste en la recolección de información sobre los parámetros de funcionalidad y requisitos que debe cumplir el banco de pruebas para realizar los ensayos, las diferentes plataformas que permiten monitorizar digitalmente los procesos relacionados. Una vez recabada la información se comenzará a preparar un bosquejo preliminar del diseño del sistema de monitorización digital.
- Fase de diseño: En esta fase se definen los objetivos para lo cual va a ser creado el sistema de monitorización, se plantean las posibles alternativas de diseño que conlleven luego a realizar el diseño en detalle de los componentes (subensambles) y finalmente se identificara los recursos o materiales necesarios y adecuados para la fabricación.
- Fase de fabricación: Aquí se generan y ensamblan los componentes que van hacer parte del sistema y la instalación del mismo.
- Fase de instalación y pruebas: En esta fase se pondrá en marcha y se realizaran pruebas al sistema para observar el comportamiento y realizar los ajustes correspondientes de acuerdo a las condiciones de trabajo establecidos.

Como soporte para el proceso de diseño DDFI, se toma como guía el siguiente organigrama de Robert Norton en Diseño de Máquinas, Primera Edición.

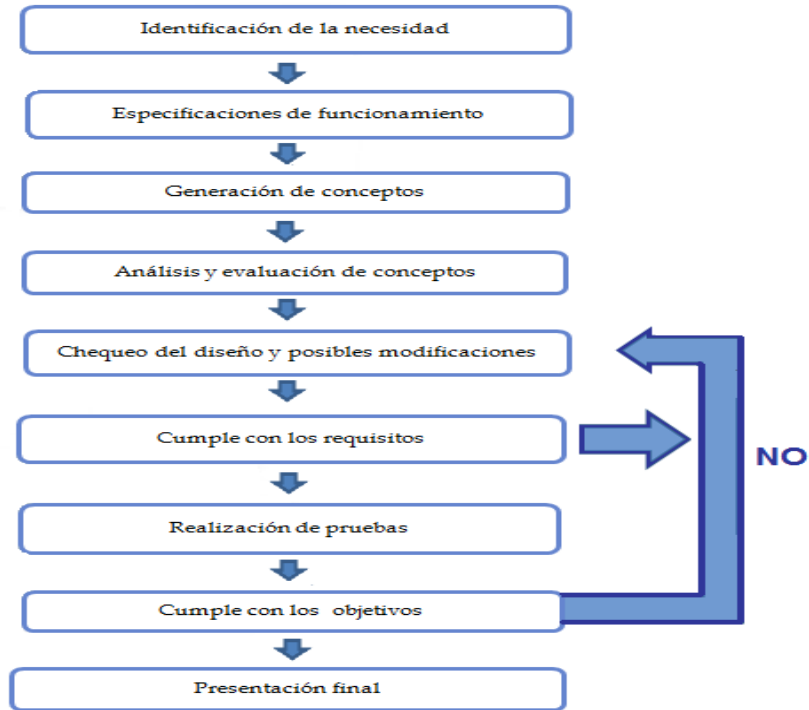


Figura 2: Organigrama de diseño metodológico. (NORTON, 2001, p9-12)

5. Cronograma

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES				
Ítem	Actividad	Duración días	Inicio	Fin
1	FASE DE DOCUMENTACIÓN	30	16/05/2016	15/06/2016
1,1	Identificar la problemática existente.	3	16/05/2016	19/05/2016
1,2	Establecer las necesidades para el sistema de monitorización.	3	19/05/2016	22/05/2016
1,3	Recopilación de información (normas, catálogos, referencias técnicas).	12	22/05/2016	03/06/2016
1,4	Análisis de la información.	12	03/06/2016	15/06/2016
2	FASE DE DISEÑO	18	16/06/2016	04/07/2016
2,1	Establecer los posibles diseños del sistema.	6	16/06/2016	22/06/2016
2,2	Análisis de cada uno de los diseños.	6	22/06/2016	28/06/2016
2,3	Selección del sistema más apropiado.	3	28/06/2016	01/07/2016

2,4	Identificación de los componentes y materiales a usar en el sistema	3	01/07/2016	04/07/2016
3	FASE DE FABRICACION	16	05/07/2016	21/07/2016
3,1	Adquisición de los componentes y materiales.	5	05/07/2016	10/07/2016
3,2	Ensamble y configuración de los subensambles del sistema.	5	10/07/2016	15/07/2016
3,3	Instalación y configuración del sistema.	3	15/07/2016	18/07/2016
3,4	Realizar pruebas al sistema implementado.	3	18/07/2016	21/07/2016
4	FASE DE INSTALACION Y PRUEBAS	10	22/07/2016	01/08/2016
4,1	Realizar la evaluación de eficiencia y funcionamiento del sistema.	5	22/07/2016	27/07/2016
4,2	Elaborar el manual del usuario.	3	27/07/2016	30/07/2016
4,3	Entrega del sistema de Monitorización digital.	2	30/07/2016	01/08/2016

Tabla 2: Cronograma del proyecto.

6. Presupuesto y Fuentes de Financiación

El proyecto será financiado por los estudiantes y la Universidad Distrital F.J.C. sede Tecnológica. (Murcia, s.f)

A continuación se especifican los diferentes recursos y su costo asociado para la realización del proyecto:

Generales	Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Total
Materiales para el sistema	Tarjeta ARDUINO	und	1	\$ 75.000,00	\$ 75.000,00
	Cableado y accesorios	und	1	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
Impresión documentos y fotocopias	Información impresa necesaria para la investigación y el desarrollo del proyecto	und	100	\$ 100,00	\$ 10.000,00
Transporte	Desplazamiento a la Universidad Francisco F.J.C. sede Tecnológica	und	200	\$ 1.600,00	\$ 320.000,00
Internet	Búsqueda de información para el diseño y la automatización.	horas	40	\$ 1.000,00	\$ 40.000,00
TOTAL					\$ 495.000,00

Tabla 3: Presupuesto de materiales.

Investigador/ experto/auxiliar	Formación académica	Función dentro del proyecto	Dedicación Horas	Costo hora	Costo Total
Autor del proyecto	Estudiantes de ingeniería	Ejecutar	150	\$ 7.470,83	\$ 1.120.625,00
Autor del proyecto	Estudiantes de ingeniería	Ejecutar	150	\$ 7.470,83	\$ 1.120.625,00
Docente tutor	Doctorado Ingeniería Automática	Asesorar	20	\$ 19.237,50	\$ 384.750,00
				TOTAL	\$ 2.626.000,00

Tabla 4: Presupuesto del recurso humano.

Ítem	Descripción	Costo Total
1	Autor del proyecto	\$ 1.120.625,00
2	Autor del proyecto	\$ 1.120.625,00
3	Docente tutor	\$ 384.750,00
4	Materiales para el sistema	\$ 125.000,00
5	Papelería	\$ 10.000,00
6	Transporte	\$ 320.000,00
7	Internet	\$ 40.000,00
	Sub-Total	\$ 3.121.000,00
	Imprevistos	\$ 93.630,00
	Total	\$ 3.214.630,00

Tabla 5: Presupuesto general.

7. Bibliografía

- AMATROL. (s.f.). <http://www.amatrol.com/>. Recuperado el 03 de 05 de 2016, de <http://www.amatrol.com/coursepage/pressure-process-control-learning-system-t5555/>
- AMATROL. (s.f.). Installation Guide ForT5555-AUU. En AMATROL. Louisville.
- Busca Biografías. (s.f.). <http://www.buscabiografias.com>. Recuperado el 03 de 05 de 2016, de <http://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/9451/Jack%20Kilby>
- Cama Pinto, A., & Gil Montoya, F. (2014). Sistema Inalámbrico de Monitorización para Cultivos en Invernadero. *DYNA: revista de la Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín*, 164.
- De Prada, C. (2004). El Futuro del Control de Procesos. *Revista iberoamericana de automática e informática industrial*, 5.
- DYM, C., & ITTLE, P. (2002). *El Proceso de Diseño en Ingeniería*. . Ciudad de Mexico: Editorial Limusa, S.A.
- MAPFRE. (s.f.). <http://www.motor.mapfre.es>. Recuperado el 07 de 05 de 2016, de <http://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/seguridad-vial/4642/como-funciona-el-control-de-presion-de-los-neumaticos>
- Miyara, F. (2014). *Convertidores D/A y A/D*. Rosario, Argentina: Publicado en Internet.
- Murcia, J. D. (s.f). *Proyectos Formulación y Criterios de Evaluación*. Bogotá D.C.: Alfaomega Grupo Editor.
- NORTON, R. (2001). *Diseño de Máquinas*. Editorial Prentice Hall.
- Nuñez, J. A. (2014). *Diseño e Integración de un Sistema de Adquisición de Datos Mediante el Uso de ARDUINO y RASPBERRY-P1*. Ciudad de Mexico: Tesis Profesional.
- TBS-TELECON. (s.f.). <http://www.tbs-telecon.es>. Recuperado el 08 de 05 de 2016, de <http://www.tbs-telecon.es/que-es-digitalizar-un-documento-proceso-digitalizacion-documentos>
- weidmueller. (s.f.). www.weidmueller.com. Recuperado el 08 de 05 de 2016, de <http://catalog.weidmueller.com/catalog/Start.do?localeId=es&ObjectID=group6997622393465>