



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO HVAC, PARA EL ANÁLISIS,
CONTROL Y MONITOREO DE VARIABLES DE CAUDAL Y TEMPERATURA,
MEDIANTE SISTEMA SCADA”**

Autores:

Chillagana Caguata Luis Fernando

Sasintuña Sani Denis Mauricio

Tutor:

Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda

Latacunga - Ecuador

2017



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Chillagana Caguata Luis Fernando y Sasintuña Sani Denis Mauricio, con el título de Proyecto de Titulación: **“Implementación de un módulo HVAC, para el análisis, control y monitoreo de variables de caudal y temperatura, mediante sistema SCADA”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 15 de Febrero del 2017

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Edwin Homero Moreano Martínez

C.I. 050260750-0

Lector 2

Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina

C.I. 050284769-2

Lector 3

Ing. Verónica Paulina Freire Andrade

C.I. 0502056229



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Chillagana Caguata Luis Fernando y Sasintuña Sani Denis Mauricio declaramos ser autores del presente proyecto investigación: **“Implementación de un módulo HVAC, para el análisis, control y monitoreo de variables de caudal y temperatura, mediante sistema SCADA”**, siendo el Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Chillagana Caguata Luis Fernando

C.I. 0503798324

Sasintuña Sani Denis Mauricio

C.I. 1600542771



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el Título:

“Implementación de un módulo HVAC, para el análisis, control y monitoreo de variables de caudal y temperatura, mediante sistema SCADA”, de Chillagana Caguante Luis Fernando y Sasintuña Sani Denis Mauricio, de la Carrera Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 2 de Febrero del 2017

El Tutor



Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda

Tutor del Trabajo de Investigación




AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Director de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi certifico que mediante el proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO HVAC, PARA EL ANÁLISIS, CONTROL Y MONITOREO DE VARIABLES DE CAUDAL Y TEMPERATURA, MEDIANTE SISTEMA SCADA”**. Los señores Chillagana Caguata Luis Fernando y Sasintuña Sani Denis Mauricio, entregan los documentos para legalización al HCU, posterior a la defensa el módulo se entregará a control de bienes para su inventario y posterior entrega al responsable del laboratorio.

Lo autorizo para que usen el presente documento para cualquier fin legal pertinente de la Universidad.

Latacunga, 1 de Febrero del 2017



Ing. MBA. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera
C.I. 0502150899

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por haber permitido llegar a esta etapa, brindándonos salud y vida para así lograr nuestros objetivos.

A nuestros padres por el apoyo incondicional, sabios consejos y valores que fueron los cimientos fundamentales para encaminarnos en la vida siendo unas personas de bien.

Luis & Denis

DEDICATORIA

A mis padres, Ángel Jaime y Lourdes Magdalena, que con su ejemplo, han hecho de mi un buen ser humano, enseñándome el valor del trabajo y esfuerzo para alcanzar nuestros sueños, orientándome en con humildad y sencillez.

A mis hermanos Jessica, Anderson y Franklin que con su apoyo incondicional y su amor en todo momento me ayudaron a centrarme en mis metas.

A toda mi familia que han puesto su confianza en mí, y que inculcaron valores y sabios consejos para ser una persona de bien.

Luis

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios por darme la vida, por darme la fuerza y sabiduría para llegar hasta este punto de mi vida.

A mis padres que siempre me han apoyado en las buenas y en las malas, que siempre confiaron en mí y me dieron todo su apoyo en el transcurso de mi vida, que siempre me inculcaron buenos valores para ser una persona de bien.

A mis hermanos Luis y Karla que nunca me abandonaron, que siempre me apoyaron y me brindaron su amor y a toda mi familia que me apoyaron cada día de mi vida. Gracias a todos ellos.

Denis

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORIA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ii
APROVACION DE TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
➤ Temperatura.....	6
➤ Calor	7
➤ Caudal de aire	7
➤ Calentadores eléctricos	7
➤ Ventiladores.....	7
➤ Ventilador centrífugo	7
➤ Ventilador centrifugo con palas curvadas hacia delante	8
➤ Motor	9
➤ Conductos	9
➤ Material	9
➤ Uniones	10
➤ Aislaciones	10

➤ Equipos para la purificación del aire	11
➤ Purificación fisicoquímica	11
➤ Filtro de fibra sintética	12
➤ Filtro de bolsa.....	12
➤ Variador de Frecuencia Sinamics G110	13
➤ Sensor Sonda Temperatura Ds18b20 tipo K	13
➤ Tipo k	14
➤ Pantalla Lcd 2.4’’	14
➤ Tarjeta de adquisición de datos	15
➤ Adquisición de datos	15
➤ Etapa de la adquisición de datos	15
➤ Tarjeta Arduino MEGA 2560.....	17
➤ Tarjeta Arduino UNO.....	17
➤ Hardware y Software de Arduino.....	18
➤ LabVIEW	18
➤ Anatomía del VI	19
➤ Controles, indicadores y cables	20
➤ Sistema SCADA.....	20
➤ Hardware de SCADA.....	21
➤ Software de SCADA	24
9. HIPOTESIS:	25
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
➤ Métodos	26
➤ Técnicas:	26
➤ Instrumentos	26
➤ Selección de los componentes del Módulo HVAC	26
➤ Calculo de ductos	26

➤	Unidad manejadora de aire (UMA).....	29
➤	Selección del motor trifásico.....	30
➤	Variador de Frecuencia modelo SINAMICS G110	31
➤	Filtros	31
➤	Actuadores, transductores y control del módulo HVAC	31
➤	Servomotor Futaba S3003.....	32
➤	Control de lazo cerrado	33
➤	Diseño de la placa de acondicionamiento de señales.....	34
➤	Programación de la tarjeta Arduino MEGA 2560.....	35
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	39
➤	Pantalla principal del software LabVIEW.....	39
➤	Diagrama de bloques de bloques para el la lectura de los sensores temperatura	40
➤	Panel frontal de visualización de datos de temperatura.....	41
➤	Diagrama de bloques de bloques para el control de servomotores	44
➤	Panel frontal de visualización de caudales	45
12.	IMPACTOS	47
➤	Aspecto Técnico	47
➤	Aspecto Social	47
➤	Aspecto Económico.....	47
➤	Aspecto Ambiental	47
13.	PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	47
14.	CONCLUSIONES.....	49
15.	RECOMENDACIONES	49
16.	BIBLIOGRAFÍA	50
17.	ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Tipos de ventilador centrífugo.....	8
Figura N° 2: Ventilador centrífugo.....	8
Figura N° 3: Conductos de chapa de hierro galvanizado	10
Figura N° 4: Conductos de chapa de hierro galvanizado	10
Figura N° 5: Filtros de fibra sintética	12
Figura N° 6: Filtros de bolsa	13
Figura N° 7: Variador de Frecuencia SINAMICS G110.....	13
Figura N° 8: Sensor Sonda Temperatura.....	14
Figura N° 9: Pantalla Lcd de 2.4’’	15
Figura N° 10: Etapas de adquisición de datos	15
Figura N° 11: Etapa de Procesamiento.....	16
Figura N° 12: Tarjeta Arduino2560	17
Figura N° 13: Tarjeta Arduino UNO.....	18
Figura N° 14: Scada, arquitectura básica de hardware	21
Figura N° 15: Arquitectura general de una RTU.....	23
Figura N° 16: Concepto de driver, o controlador	24
Figura N° 17: Monograma de pérdida de fricción en ductos	27
Figura N° 18: Diagrama para cálculo de ductos.....	27
Figura N° 19: Módulo HVAC	29
Figura N° 20: Ventilador centrífugo con palas hacia adelante.....	29
Figura N° 21: Servomotor Futaba S3003	33
Figura N° 22: Servomotor Futaba S3003	34
Figura N° 23: Circuito inferior de la placa de	34
Figura N° 24: Circuito inferior de la placa de	35
Figura N° 25: Programación de sensores de caudal y temperatura.....	36
Figura N° 26: Código de programación de los servomotores	37
Figura N° 27: Envío de datos a la pantalla LCD	38
Figura N° 28: Código de programación para visualizar datos de caudal	39
Figura N° 29: Pantalla Principal HMI.....	40
Figura N° 30: Diagrama de bloques para la lectura de datos de los sensores de temperatura	41
Figura N° 31: Pantalla Principal HMI.....	42
Figura N° 32: Grafico de coeficientes de transferencia de calor	43

Figura N° 33: Diagrama de bloques para el control de servomotores.....	45
Figura N° 34: Pantalla principal HMI	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Número de estudiantes Beneficiados por ciclos	4
Tabla N° 2: Sistema de tareas de acuerdo a los objetivos planteados	6
Tabla N° 3: Espesores de conductos de chapa de hierro galvanizado.....	10
Tabla N° 4: Operacionalización de Variables	25
Tabla N° 5: Diámetros de los ductos.....	28
Tabla N° 6: Características del ventilador Centrífugo	30
Tabla N° 7: Elementos del sistema de control de aire acondicionado	32
Tabla N° 8: Especificaciones del Servomotor Futaba S3003.....	33
Tabla N° 9: Tabla de resultados	46
Tabla N° 10: Presupuesto general del proyecto de investigación	48

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec. (1) Cálculo de flujo de cfm a m^3/s	28
Ec. (2) Cálculo de la potencia del ventilador	30
Ec. (3) Cálculo de la potencia del eje del ventilador	30
Ec. (4) Cálculo de la fuerza motriz	32
Ec. (5) Cálculo de la transferencia de calor en ductos	42

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO HVAC, PARA EL ANÁLISIS, CONTROL Y MONITOREO DE VARIABLES DE CAUDAL Y TEMPERATURA, MEDIANTE SISTEMA SCADA”

Autores: Chillagana Caguata Luis Fernando
Sasintuña Sani Denis Mauricio

RESUMEN

El proyecto de investigación tiene como finalidad la implementación de un módulo HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), controlado mediante sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), para prácticas de control y monitoreo de variables de caudal y temperatura, en el Laboratorio de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Debido a que es importante obtener el control y visualización de los datos de caudal y temperatura en tiempo real, se diseñó la interfaz hombre máquina desarrollado en software LabVIEW para la visualización de datos obtenidos por los sensores. Para establecer los parámetros de diseño del módulo HVAC se utilizó el método científico experimental el cual permite procedimientos de medición, dando como resultado los diámetros de cada tramo de ducto, la potencia del ventilador centrífugo y los accesorios que consta el sistema de ductos, así como los actuadores y transductores para la medición de datos de caudal y temperatura. Los datos obtenidos se muestran en el software LabVIEW, desde el cual se controla y visualiza el funcionamiento del módulo HVAC en tiempo real, mediante de la tarjeta Arduino MEGA 2560. Por último la comunicación se la realizó a través del puerto serial bluetooth; obteniendo datos de temperatura variable verificando que existe una pérdida de temperatura de 5 °C en comparación del ducto con recubrimiento térmico y el ducto que no posee recubrimiento alguno, concluyendo que existe eficiencia térmica en el sistema de ductos. En lo que respecta a los datos de caudal se varió la velocidad del flujo de aire, a diferentes tipos de frecuencia desde 20 Hz a 30Hz, dando como resultado caudales desde 0.0081 m³/s a 0,18 m³/s.

Palabras clave: Sistema HVAC, SCADA, UMA, Eficiencia térmica.

TITLE: "IMPLEMENTATION OF AN HVAC MODULE, FOR THE ANALYSIS, CONTROL AND MONITORING OF FLOW AND TEMPERATURE VARIABLES, THROUGH SCADA SYSTEM"

ABSTRACT

The research project has the purpose of implementing an HVAC module (control of temperature, ventilation and air conditioning), controlled by SCADA (Supervision, Control and Data Acquisition), for practices of control and monitoring of variables of flow and temperature , In the Laboratory of the Electromechanical Engineering of the Technical University of Cotopaxi. Because it is important to obtain the control and visualization of the data of flow and temperature in real time, the man machine interface developed in software LabVIEW was designed for the visualization of data obtained by the sensors. In order to establish the design parameters of the HVAC module, the experimental scientific method was used, which allows measurement procedures, resulting in the diameters of each section of the duct, the power of the centrifugal fan and the accessories that comprise the pipeline system, as well as Actuators and transducers for the measurement of flow and temperature data. The data obtained is displayed in the LabVIEW software, from which the operation of the HVAC module is controlled and displayed in real time, using the Arduino MEGA 2560. Finally the communication was made through the bluetooth serial port; Obtaining data of variable temperature verifying that there is a temperature loss of 5 ° C in comparison of the duct with thermal coating and the duct that does not have any coating, concluding that there is thermal efficiency in the pipeline system. In terms of flow data, the air flow velocity was varied at different frequency rates from 20 Hz to 30 Hz, resulting in flow rates from 0.0081 m³ / s to 0.18 m³ / s.

Keywords: HVAC system, SCADA, UMA, Thermal efficiency.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del Proyecto de Titulación II, al Idioma Inglés presentado por los señores **Chillagana Caguante Luis Fernando, Sasintuña Sani Denis Mauricio**, Egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, con el título de: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO HVAC, PARA EL ANÁLISIS, CONTROL Y MONITOREO DE VARIABLES DE CAUDAL Y TEMPERATURA, MEDIANTE SISTEMA SCADA"**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 19 de Enero del 2017

Atentamente,

Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna
DOCENTE CARRERA DE INGLÉS
C.C. 0502617350

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

Implementación de un módulo HVAC, para el análisis, control y monitoreo de variables de caudal y temperatura, mediante sistema SCADA.

Fecha de inicio: Octubre /2016

Fecha de finalización: Febrero / 2016

Lugar de ejecución:

Barrió El Ejido Sector San Felipe, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Zona 3, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

Facultad que auspicia:

CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica.

Equipo de Trabajo:

Tutor del Proyecto Investigación:

- Nombre: Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda
- Celular: 0974744165
- Correo electrónico: chinoespinel@yahoo.es espinelc.caec@gmail.com
- Dirección: Urbanización Miño Molina

Coordinador del Proyecto:

- Nombre: Chillagana Caguante Luis Fernando
- Celular: 0979320265
- Correo electrónico: luis.chillagana4@utc.edu.ec / luifervicionerds@live.com.ar

Coordinador del Proyecto:

- Nombre: Sasintuña Sani Denis Mauricio

- Teléfonos: 0979911603
- Correo electrónico: denis.sasintuna1@utc.edu.ec / mauricio.193@hotmail.com

Área de Conocimiento:

Fluidos, Aire Acondicionado y Refrigeración, Termodinámica

Línea de investigación:

Explotación eficiente de sistemas electromecánicos

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Eficiencia Térmica.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación está enfocado en la implementación de un módulo HVAC (Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado), mediante el cual se logra controlar y visualizar las variables de temperatura y caudal de aire del sistema de ductos de aire acondicionado a pequeña escala.

El módulo consta de dos partes fundamentales, una unidad manejadora de aire (UMA) la cual cuenta con un ventilador centrífugo con palas hacia adelante, óptimo para trabajar a bajas presiones acoplado a un motor trifásico de 1/3Hp, para obtener un caudal de aire variable se utilizó un variador de frecuencia SINAMICS G110.

La otra parte consta de una mesa de soporte para fijar los ductos de aire, los cuales cuentan con los siguientes accesorios como son: filtros de fibra sintética y de bolsa, codos a 90 grados, reducciones y dampers; que están conectados a la UMA, la unidad incluye secciones de ductos con puntos de medición de temperatura y caudal. De esta manera el modulo permite controlar el caudal mediante la variación de la frecuencia del ventilador centrífugo, así como la distribución del caudal de aire con la apertura y cierre de los dampers ubicados en las derivaciones de los ductos.

Para la variación de la temperatura de los tramos de ductos de 4 pulgadas de diámetro se utiliza una resistencia eléctrica de 900W a 220V, para realizar una comparación por transferencia de calor se cubrió un tramo del ducto con recubrimiento térmico y otro sin recubrimiento, para así determinar la eficiencia térmica que tiene un ducto aislado y uno sin

aislar, los datos de temperatura se miden con la ayuda de 4 sensores de temperatura Ds18b20 tipo K.

Para el control y monitoreo de las variables de caudal y temperatura en tiempo real se lo realiza mediante el sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), y los datos obtenidos se visualizan en el software LabVIEW que permite la interfaz HMI (Interfaz Hombre Máquina).

Palabras claves: (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado) HVAC, (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) SCADA, UMA (Unidad Manejadora de Aire), eficiencia térmica.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El desarrollo de este proyecto de investigación se lo realiza para dotar al laboratorio de Ingeniería Electromecánica de un módulo de aire acondicionado que permita el control y visualización de las variables de caudal y temperatura mediante sistema SCADA, el cual es un software para ordenadores que permite controlar y monitorear procesos a distancia, facilitando la retroalimentación en tiempo real mediante dispositivos de campo, como sensores y actuadores que controlan los procesos automáticamente, proporcionando toda la información que se genera en el proceso de prácticas.

Este proyecto otorgará al estudiante la capacidad de controlar y visualizar las variables de caudal y temperatura en tiempo real, mediante las prácticas que se desarrollarán en el módulo, variando la velocidad del flujo de aire, por ende se controla el caudal en las salidas de cada uno de los ductos. En lo respecta a la temperatura se visualizará la variación que existe en el sistema de ductos identificando la eficiencia térmica por transferencia de calor.

Los principales beneficiarios serán los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, ya que les permitirá visualizar los datos de temperatura y caudal de acuerdo a las condiciones que establezcan en cada uno de los ensayos, proporcionando un módulo amigable en lo que respecta a la comunicación hombre máquina; de esta manera se genera un impacto positivo ante la sociedad en general de educación superior de la provincia y del país, debido a que se proporciona nueva tecnología, brindando mayor prestigio a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

En la presente investigación se beneficiara directamente a los postulantes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, específicamente a los estudiantes de las asignaturas de Termodinámica, Fluidos y Aire Acondicionado. Con un total de 137 hombres, 7 mujeres.

Los beneficiarios indirectos son los docentes de las asignaturas antes mencionadas quienes podrán complementar sus clases teóricas mediante la realización de prácticas de laboratorio.

Fuente: Sistema escolástico de la Universidad Técnica de Cotopaxi del periodo académico Abril 2016 - Agosto 2016.

Tabla N° 1: Número de estudiantes Beneficiados por ciclos

ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA										
Materias/ciclo	NÚMERO DE ALUMNOS POR NIVEL									
	QUINTO A		QUINTO B		SEXTO A		SEXTO B		OCTAVO	
	hombres	mujeres	hombres	mujeres	hombres	mujeres	hombres	mujeres	hombres	mujeres
Termodinámica	24	0								
Termodinámica			31	1						
Fluidos					33	4				
Fluidos							25	2		
Refrigeración y aire acondicionado									24	2
									Total de estudiantes mujeres	
									7	
									Total de estudiantes hombres	
									137	
									Total de estudiantes	
									144	

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Desde la antigüedad se han venido desarrollando diferentes mecanismos de control, mediante la introducción de los amplificadores electrónicos, las llamadas a larga distancia que conforme la distancia aumenta, aumenta la pérdida de energía eléctrica requiriéndose de más amplificadores para reemplazar las pérdidas, dando lugar a mucha distorsión de la señal; para el control de temperatura anteriormente se realizaba a través de estrategias clásicas como es el control ON/OFF. Sin embargo las exigencias de un mejor control, lleva la necesidad de

emplear estrategias de control PID que a través de un lazo de retroalimentación permite regular la temperatura.

En la actualidad la Universidad no cuenta con un módulo de aire acondicionado que permita la visualización de los datos de temperatura, caudal y su respectivo control en tiempo real. La investigación se enfocará en identificar la problemática actual y en base a esos resultados proponer metodologías de solución que aporten a la innovación tecnológica del taller de Ingeniería Electromecánica.

Con la implementación del módulo didáctico HVAC, controlado mediante sistema SCADA, se busca tener el control y visualización de los datos de caudal y temperatura, a pequeña escala, así los datos obtenidos se visualizarán en el software LabVIEW, que permite una interfaz hombre máquina amigable con el usuario, por ende los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica tendrán la oportunidad de realizar prácticas de control y visualización de las condiciones de caudal y temperatura que establezcan en cada ensayo.

6. OBJETIVOS

Objetivo general:

Implementar un módulo HVAC, mediante un sistema SCADA, para el análisis, control y monitoreo de variables de caudal y temperatura.

Objetivos específicos:

- Recopilar información teórica necesaria que permita realizar el diseño de un sistema HVAC.
- Diseñar y construir un sistema de ductos, que proporcione un módulo de aire acondicionado óptimo y eficiente.
- Desarrollar un sistema SCADA, que permita controlar y monitorear las variables de caudal y temperatura del módulo HVAC.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Para alcanzar los objetivos del proyecto de investigación se plantean las siguientes actividades junto con su respectivo resultado, de acuerdo a la metodología que permite la

elaboración de cada una de ellas, con lo cual se planifica la ejecución del proyecto en tiempos establecidos, como se muestra en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2: Sistema de tareas de acuerdo a los objetivos planteados

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
Recopilar información teórica necesaria que permita realizar el diseño de un sistema HVAC.	Buscar información para el diseño del sistema HVAC	Obtener conocimiento para el diseño de un sistema HVAC.	Documentación
Diseñar y construir un sistema de ductos, que proporcione un módulo de aire acondicionado óptimo y eficiente.	Cálculo de ductos por el método de pérdida de carga unitaria constante. Selección del material para la construcción de los ductos.	Dimensionamiento del sistema de ductos en chapa acero galvanizado de 0.8mm de espesor.	Prototipo del módulo HVAC
Desarrollar un sistema SCADA, que permita controlar y monitorear las variables de caudal y temperatura del módulo HVAC.	Desarrollar un lenguaje de programación en Arduino. Diseño del panel frontal y el diagrama de bloques del software LabVIEW.	Adquisición de datos de los sensores de caudal y temperatura. Control y visualización de datos de caudal y temperatura.	Observación de datos de caudal y temperatura.

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

➤ Temperatura

La temperatura es una medida, o indicación, de que tan caliente o frío esta un objeto. Por ejemplo, decimos que una estufa caliente tiene una temperatura alta; y que un cubo de hielo, una temperatura baja. Si un objeto tiene una temperatura más alta que otro, decimos que está más caliente, o que el otro objeto esta mas frio. Caliente y frio son términos relativos, como alto y bajo. (Wilson, Buffa, & Lou , 2007)

La temperatura nos indica si un objeto tiene una temperatura alta o baja, para el presente proyecto se maneja rango de temperatura elevada y ambiente.

➤ **Calor**

El calor es un término que usamos para describir un tipo de transferencia de energía. Cuando hablamos de calor o energía calorífica, nos referimos a la cantidad de energía que se agrega o se quita a la energía interna total de un objeto, por causa de una diferencia de temperatura. (Wilson, Buffa, & Lou , 2007)

En este caso el metal es un conductor térmico por lo cual se debe aislar térmicamente de la intemperie para evitar la pérdida de calor.

➤ **Caudal de aire**

Depende de la cantidad de calor que se debe extraer o suministrar al local.

“El flujo implica el movimiento o traslado de una cantidad de masa, o de volumen de materia a través de un área a lo largo de una trayectoria” (p. 232). (Valera, 2005).

➤ **Calentadores eléctricos**

“Los calentadores eléctricos transforman la corriente eléctrica en calor. Los elementos calentadores están contruidos a base de resistencias calentadoras, por ejemplo de cromo-níquel, y suelen ir empotradas en materiales de aislantes naturales” (p.188). (Díaz & Barreneche, 2005).

➤ **Ventiladores**

Los ventiladores son los encargados de hacer circular el aire en un conducto o una red de conductos, ya que una red de ductos se genera una pérdida de energía continua, debida al rozamiento, elementos particulares (filtros, codos, derivaciones, etc.) y la turbulencia, el ventilador debe compensar estas pérdidas de manera que el aire se mantenga en movimiento. (Díaz & Barreneche, 2005).

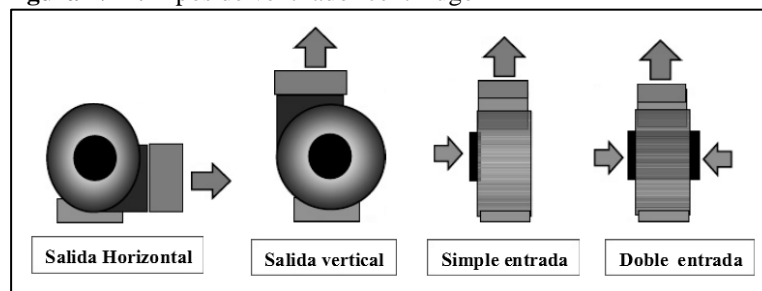
➤ **Ventilador centrífugo**

Es un ventilador centrífugo consiste en un rotor encerrado en una envolvente en forma de espiral. El aire entra a través del conducto horizontal, en sentido paralelo al eje del ventilador, succionado por el rotor. El aire es impulsado por el rotor y recogido por la

envolvente de descarga hasta el conducto vertical de salida. Los rotores pueden disponer de álabes curvados hacia delante o hacia atrás. (Díaz & Barreneche, 2005)

Este tipo de ventiladores se clasifican de acuerdo a la salida y entrada de aire que tiene en su envolvente. En la figura N° 1 se aprecia los ventiladores con sus diferentes salidas y entradas de aire.

Figura N° 1: Tipos de ventilador centrífugo



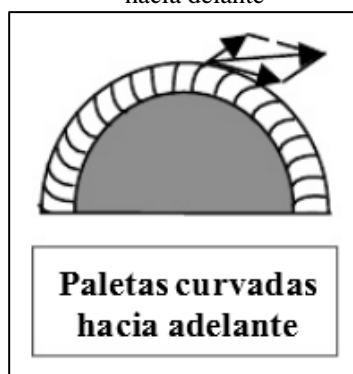
Fuente: Acondicionamiento Térmico de Edificios

➤ Ventilador centrífugo con palas curvadas hacia delante

Se denomina comúnmente “multipalas” porque está constituido por paletas angostas, curvadas en el mismo sentido de la dirección de giro. Estos ventiladores necesitan poco espacio, baja velocidad periférica y son muy silenciosos. Se utilizan cuando la presión estática sea baja a media, estos se utilizan para los sistemas de calefacción, aire acondicionado y renovación de aire. (Díaz & Barreneche, 2005)

No es recomendable utilizar estos ventiladores en lugares con polvos, ya que el polvo se puede adherir a los alabes y esto causar inestabilidad en el rotor del ventilador. En la figura N° 2 se observa el ventilador con palas hacia delante

Figura N° 2: Ventilador centrífugo con la palas curvadas hacia delante



Fuente: Acondicionamiento Térmico de Edificios

➤ **Motor**

Son máquinas eléctricas rotatorias, que transforma la energía eléctrica en energía mecánica. Algunos motores son reversibles ya que pueden funcionar como generadores, transformando la energía mecánica en energía eléctrica. Tienen muchas ventajas en las cuales podemos citar, son económicos, una fácil limpieza y mantenimiento, tienen un par de giro elevado y son muchos más pequeños que los motores de corriente continua, son de diferentes tamaños y voltajes de funcionamiento, los motores de corriente alterna son los más utilizados en las industrias, la generación de energía, sistemas de calefacción y aire acondicionado, transporte de fluidos, sistemas de transporte, maquinaria de manufactura, en el hogar y entre otros. (https://www.ecured.cu/Motor_el%C3%A9ctrico_trif%C3%A1sico)

➤ **Conductos**

“La función principal de los conductos es transportar el aire desde la planta de tratamiento a los locales a acondicionar, y retornar el aire desde los ambientes acondicionados a la planta de tratamiento” (p.195). (Díaz & Barreneche, 2005).

Para la construcción de la red de conductos. Debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Materiales
- Uniones
- Aislaciones

➤ **Material**

“Los materiales más utilizados son por orden de importancia, chapa de hierro galvanizado, fibra de vidrio, mampostería y chapa de aluminio” (p.195). (Díaz & Barreneche, 2005).

➤ **Conducto de chapa de hierro galvanizado**

Los conductos construidos en chapa de hierro galvanizado es el más utilizado, ya que aún condiciones técnicas-económicas son las más adecuadas. Los conductos construidos en hierro galvanizado son conductores térmicos, estos deben aislarse térmicamente, ya que si no se aíslan se tendrán pérdidas al momento de circular aire por los mismos. (Díaz & Barreneche, 2005).

Los espesores de la misma dependen del tamaño del lado mayor del conducto, pudiéndose establecer los mismos en los siguientes valores:

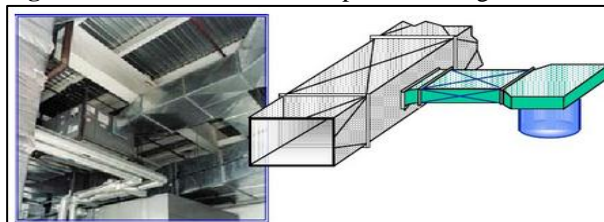
Tabla N° 3: Espesores de conductos de chapa de hierro galvanizado

LM= 0,7m	BW24 4,8 Kg/m ²
LM= 0,7 a 1,30 m	BW22 6,1 Kg/m ²
LM= 1,3 a 2,00 m	BW20 7,6 Kg/m ²
LM= mayor a 2,00	BW22 10,4 Kg/m ²

Fuente: Acondicionamiento Térmico de Edificios

Para darle una mayor rigidez a los conductos se prisma sus lados, dándole así mayor rigidez.

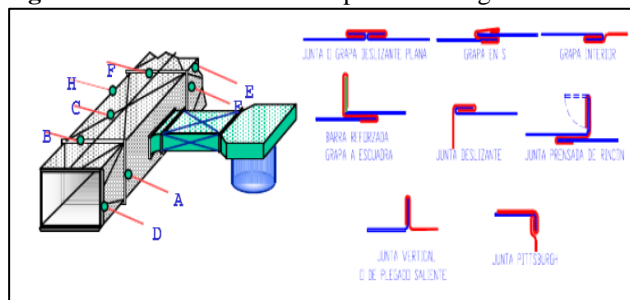
La ventaja que tiene este material es que permite una buena distribución del aire, pero su peso puede ocasionar dificultades en la fijación, sobre todo en estructuras existentes. En la figura N° 3 se visualiza los ductos de chapa de hierro galvanizado.

Figura N° 3: Conductos de chapa de hierro galvanizado

Fuente: Acondicionamiento Térmico de Edificios

➤ Uniones

Los conductos construidos de chapa metálica se unen a través de pestanas, juntas o marcos. En la figura N° 4 se muestran los diferentes tipos de uniones que se utilizan en los conductos de hierro galvanizado.

Figura N° 4: Conductos de chapa de hierro galvanizado

Fuente: Acondicionamiento Térmico de Edificios

➤ Aislaciones

“Los conductos construidos en hierro galvanizado deben ser aislados, ya que el metal es conductor térmico y por ende deben ser aislados térmicamente” (p.197). (Díaz & Barreneche, 2005).

Los conductos de chapa metálica pueden ser aislados con:

- Lana de vidrio
- Poliestireno expandido
- Corcho

El aislamiento de lana de vidrio es el más utilizado, y tiene una barrera de vapor, este se emplea como aislante térmico externo para los ductos de transporte de aire acondicionado y ventilación de instalaciones comerciales, residenciales e industriales. Con este aislante se controla la transferencia de calor de aire del interior con el medio ambiente, además la condensación relativa del medio, evitando así la corrosión del ducto. (Díaz & Barreneche, 2005)

Según el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios) los conductos y accesorios deben tener un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor del 4% de la potencia que transportan los ductos. Cuando la potencia de transporte sea calor o frío no supere los 70Kw son válidos espesores mínimos de recubrimiento térmico, si la potencia es mayor de 70Kw de deberá justificar que las pérdidas no sean mayores a las mencionadas anteriormente. (<http://www.fergotub.com/conductos-de-ventilacion-2/conductos-de-aire-acondicionado/>)

➤ **Equipos para la purificación del aire**

El objetivo de los equipos de purificación es reducir o eliminar el contenido de partículas sólidas o de gases indeseables contenidos en el aire al inyectar dentro del local, y constituye una necesidad primordial de todas las instalaciones de acondicionamiento de aire o ventilación, a fin de lograr un ambiente saludable para las personas. (Díaz & Barreneche, 2005)

➤ **Purificación fisicoquímica**

Consiste en la separación de los cuerpos extraños, como son el polvo, los residuos de combustión, gases, vapores, etc. En un ambiente con el aire en reposo, los cuerpos sólidos que forman el polvo, debido a su densidad, se depositan en el suelo, muebles, etc. Quedando alejados de las vías respiratorias. Si se remueve a consecuencia de la ventilación, las partículas de polvo, humos, etc., son arrastrados alrededor de los ocupantes. La necesidad de contar con un ambiente limpio y saludable para las

personas, nos hace la necesidad de filtrar el aire, no solo el tomado aire del exterior sino también el aire recirculado. (Díaz & Barreneche, 2005)

➤ Filtro de fibra sintética

Existen diferentes fibras sintéticas que se usan en este tipo de filtros, los más comunes son el poliéster, el polipropileno, el poliuretano y el nylon. Estos filtros son de baja eficiencia.

“Estos filtros poseen una malla que produce una carga estática autogenerada por la fricción del aire que la atraviesa, reteniendo a través de sus iones diversas partículas” (181). (Díaz & Barreneche, 2005).

Por tratarse de una tela plástica, este filtro a diferencia de otros, impide el desarrollo de bacterias en su interior. Estos filtros son lavables. En la figura N° 5 se observa el filtro de fibra sintética que tiene una retención al polvo del 60% al 90% con una eficiencia del menor 20%.

Figura N° 5: Filtros de fibra sintética

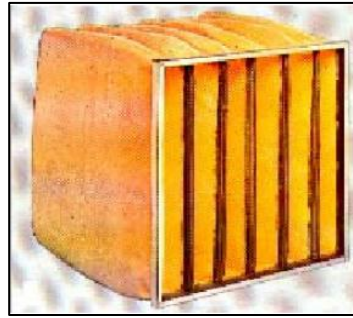


Fuente: Acondicionamiento térmico de Edificios

➤ Filtro de bolsa

Se lo denomina de esta manera porque esta: formado por varias bolsas agrupadas por un marco. El medio filtrante está compuesto por microfibras de polipropileno de densidad progresiva formando por lo común bolsas iguales, vinculadas por un marco metálico de chapa galvanizada en la cara de ingreso de aire. (Díaz & Barreneche, 2005)

Este filtro tiene separadores para cada bolsa con lo cual le permite el máximo aprovechamiento de la superficie de filtración. En la figura N° 6 se visualiza el filtro de bolsa que tiene una retención al polvo del 97% al 99%, con una eficiencia del 60% al 95%.

Figura N° 6: Filtros de bolsa

Fuente: Acondicionamiento térmico de Edificios

➤ Variador de Frecuencia Sinamics G110

“Los convertidores SINAMICS G110 son convertidores de frecuencia para regular la velocidad en motores trifásicos. Los diferentes modelos que se suministran cubren una margen de potencia de 120 W a 3,0 kW en redes monofásicas” (p.17). (Siemens)

Los controladores están controlados por microprocesador y utilizan tecnología IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) de última generación. Esto hace fiables y versátiles. Un método especial de modulación por ancho de impulsos con frecuencia de pulsación seleccionable permite un funcionamiento silencioso del motor. Extensas funciones de seguridad ofrecen una protección excelente tanto del convertidor como del motor. En la figura N° 7 se aprecia el variador de frecuencia utilizado. (Siemens)

Figura N° 7: Variador de Frecuencia SINAMICS G110

Fuente: Manual SINAMICS G110

➤ Sensor Sonda Temperatura Ds18b20 tipo K

El sensor DS18B20 permite medir temperaturas de hasta 125°C de forma fácil y además está sellado en un envoltorio estanco que permite sumergirlo en un líquido o protegerlo de la intemperie, dado que es un sensor digital, la señal leída no se degrada debido a la distancia del cableado. Puede funcionar en modo –Wire con una precisión de $\pm 0.5^\circ\text{C}$ con una resolución de 12 bits. También pueden utilizarse varios sensores

sobre el mismo pin ya que internamente viene programado con un ID único de 65 bits para diferenciarlos. El rango de funcionamiento es de 3 a 5V por lo que se puede utilizar en prácticamente cualquier sistema que use microcontroladores. (<http://electronilab.co/tienda/sensor-de-temperatura-ds18b20-tipo-sonda/>)

En la figura N° 8 se observa el sensor utilizado para la lectura de la temperatura del módulo.

➤ Tipo k

Es de tipo k por su uso es continuo en vacío y en atmósferas oxidantes, reductoras e inertes. Resultan adecuadas para mediciones debajo de 0°C.

Figura N° 8: Sensor Sonda Temperatura Ds18b20 tipo K

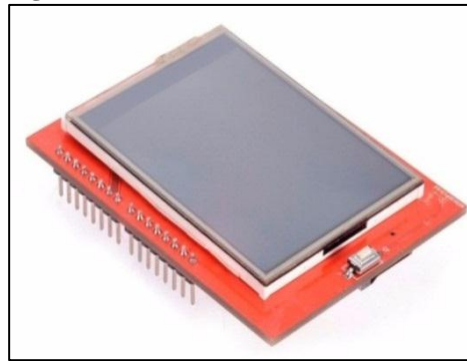


Fuente: <http://electronilab.co/tienda/sensor-de-temperatura-ds18b20-tipo-sonda/>

➤ Pantalla Lcd 2.4''

La pantalla cuenta con display LCD TFT de 2.4'', con membrana touch screen y lector de tarjetas SD incorporado, y se lo utiliza con Arduino. El driver de la pantalla TFT está basado en el SPFD5408 con 8 bits de datos y 4 bits de control. (<http://electrosdr.com/es/arduino/144-pantalla-tactil-lcd-tft-24-para-arduino-uno-r3-mega-.html>)

Esta pantalla puede funcionar con 3.3V o con 5V, así que funciona perfectamente con microcontroladores Arduino y compatibles. En la figura N° 8 se visualiza la pantalla utilizada.

Figura N° 9: Pantalla Lcd de 2.4’’

Fuente: <http://electrosdr.com/es/arduino/144-pantalla-tactil-lcd-tft-24-para-arduino-uno-r3-mega-.html>

➤ Tarjeta de adquisición de datos

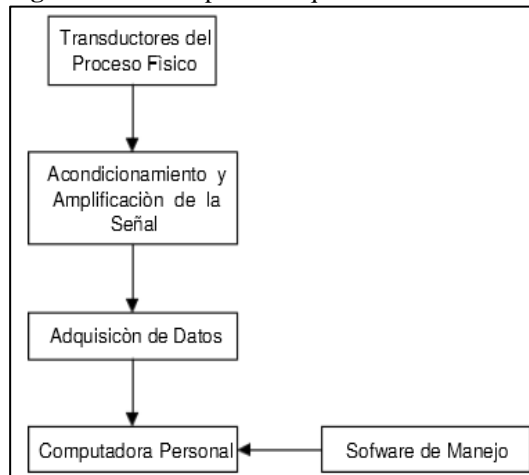
➤ Adquisición de datos

La adquisición de datos consiste básicamente en captar una señal física y llevarla a una computadora, esto significa tomar un conjunto de variables en forma física y convertirlas en tensiones eléctricas, de tal manera que puedan ser leídas en la PC (Mendiburu, 2006).

Para que una computadora sea capaz de interpretar las señales que recibe es necesario que la señal física pase por una serie de etapas, de la misma manera se puede tomar una señal digital y convertirla en una eléctrica, de esta manera la PC recibe y envía señales hacia y desde los actuadores. (Mendiburu, 2006).

➤ Etapa de la adquisición de datos

En la figura N° 10 se muestra la señal física que pasa por una serie de etapas para poder ser leída por la computadora, estas son:

Figura N° 10: Etapas de adquisición de datos

Fuente: Instrumentación Virtual Industrial

➤ **Etapa de transductores**

“Los transductores son dispositivos que convierten una señal física, en señales eléctricas de voltaje o corriente” (69). (Mendiburu, 2006).

➤ **Etapa de transmisión**

“Envía las señales de salida de una etapa hacia otra situada en una localización remota. Para distancias no excesivas, es común emplear un bucle de corriente 4-20mA para la transmisión de las señales” (69). (Mendiburu, 2006).

➤ **Etapa de acondicionamiento**

Contiene circuitos electrónicos encargados de transformar las señales de sensado en nuevas variables eléctricas, de forma que sean más fáciles de tratar por el resto de etapas del sistema. Implica filtrado de radio escalonamiento, ajuste al rango del convertidor A/D, etc. (Mendiburu, 2006).

➤ **Etapa de adquisición**

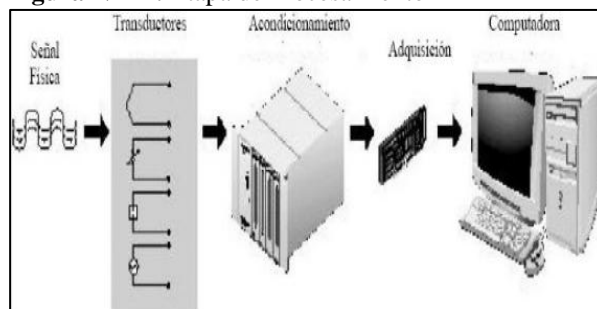
“En este paso se trasforma la información de analógica a un formato digital, lo que hace posible un posterior procesamiento y almacenamiento mediante el uso de una computadora” (70). (Mendiburu, 2006).

➤ **Etapa de procesamiento**

“Tiene lugar dentro de la computadora, consiste en la realización de operaciones sobre la información digital obtenida, decisiones para el control de un sistema, detección de situaciones de alarma, corrección de medidas, almacenamiento y reportes de información, etc.” (70). (Mendiburu, 2006).

La etapa de procesamiento se muestra en la figura N° 11.

Figura N° 11: Etapa de Procesamiento



Fuente: Instrumentación Virtual Industrial

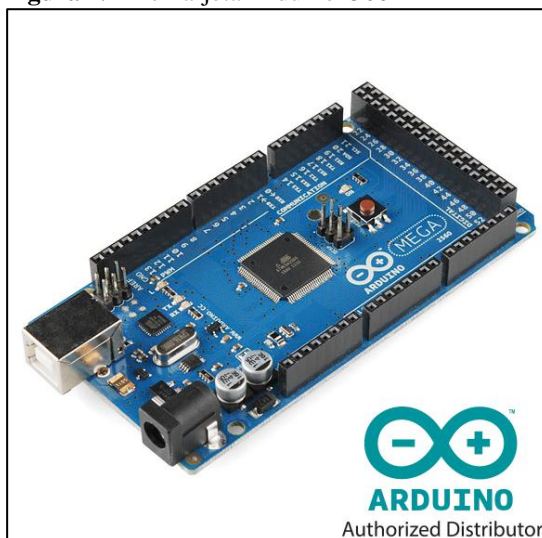
➤ Tarjeta Arduino MEGA 2560

Arduino es una plataforma física computacional open-hardware basada en una sencilla placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales, y en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring. Arduino puede utilizarse en el desarrollo de objetos interactivos autónomos o puede conectarse a un PC a través del puerto serie utilizando lenguajes como flash, Processing, MaxMSP, etc. Las posibilidades de realizar desarrollos basados en Arduino tienen como límite la imaginación. (<http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>).

El Arduino Mega está basado en el microcontrolador ATmega2560. Tiene 54 pines de entradas/salidas digitales, de las cuales 14 pueden ser utilizadas como salidas PWM, 16 entradas analógicas, 4 UARTs, cristal oscilador de 16 Mhz, conexión USB, Jack de alimentación, conector ICSP y botón reset. (<http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>).

El Arduino MEGA 2560 se visualiza en la figura N°12. Las características mencionadas anteriormente se las detallan en el Anexo 6.

Figura N° 12: Tarjeta Arduino2560



Fuente: <http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>

➤ Tarjeta Arduino UNO

La tarjeta Arduino Uno utiliza el ATmega16U2 para el manejo de USB en lugar del 8U2. Esto permite ratios de transferencia más rápidos y más memoria. La tarjeta Arduino Uno R3 añade pines SDA y SCL cercanos al AREF. Cuenta con dos nuevos pines cerca del pin RESET. Uno es el IOREF, que permite a los shields adaptarse al

voltaje brindado por la tarjeta. El otro pin no se encuentra conectado y está reservado para propósitos futuros. (<http://arduino.cl/arduino-uno/>).

En la figura N° 13 se muestra el Arduino Uno R3 el cual puede ser utilizado para desarrollar objetos interactivos o puede ser conectado a software de tu computadora. Las características mencionadas anteriormente se las detallan en el Anexo 7.

Figura N° 13: Tarjeta Arduino UNO



Fuente: <http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>

➤ **Hardware y Software de Arduino**

El hardware y el software de Arduino son tanto de código abierto, lo que significa que el código, esquemas, diseño, etc., son todas abiertas para que cualquiera pueda tomar libremente y hacer con lo que les gusta. Por lo tanto, hay muchas placas de clones y otros tableros basados en Arduino disponibles para comprar o para hacer de un esquema. De hecho, no hay nada que nos impida la compra de los componentes adecuados y hacer su propio Arduino en un tablero o en su propio PCB casera (placa de circuito impreso). La única salvedad de que el equipo de Arduino hace de esto es que no se puede utilizar la palabra Arduino, ya que está reservado para la placa oficial. Por lo tanto, las tablas de clones todos tienen nombres como Freeduino, roboduino, etc. (McRoberts, 2010).

➤ **LabVIEW**

LabVIEW significa: Laboratorio virtual de ingeniería de instrumentación mesa de trabajo, y es una herramienta de programación gráfica, donde se pueden crear rápidamente aplicaciones con interfaces de usuario profesionales. Es ampliamente

utilizado por los ingenieros científicos y estudiantes para desarrollar aplicaciones de medición, de prueba y de control. (Bress, 2013).

La interfaz de usuario se crea automáticamente a medida que se desarrolla el código y se puede personalizar fácilmente. LabVIEW contiene elementos típicos de un lenguaje de programación: una amplia gama de tipos de datos, bucles sentencias condicionales, estructuras de datos, matrices, funciones de manipulación de cadenas, etc. (Bress, 2013).

Los programas creados en LabVIEW se guardarán en ficheros llamados VI (instrumento virtual) con la misma extensión. Tiene dos ventanas principales: un instrumento real donde tendrá un Panel frontal donde estarán sus dos botones, pantallas, etc. y una circuitería interna. (Pelegrí & Lajara, 2007).

Estas partes reciben el nombre de Panel Frontal y Diagrama de Bloques respectivamente.

- **Panel Frontal**, es la parte que vera el usuario, suele tener fondo gris.
- **Diagrama de Bloques**, es donde se realizara la programación y suele tener fondo blanco.

El Panel Frontal y el Diagrama de Bloques esta conectados a través de terminales. De la misma forma que un indicador luminoso de la caratula de un instrumento está representado como un diodo en la circuitería interna, en LabVIEW un mismo indicador luminoso estará representado en el Diagrama de Bloques como una salida de tipo booleano sobre el que escribirá un valor. (Pelegrí & Lajara, 2007).

Labview tiene integración incomparable con miles de legado de hardware y viene con cientos de bibliotecas integradas para el análisis y visualización de datos. Además tiene dos aspectos únicos que lo hace diferente de los otros tipos de lenguaje de programación, tiene una interfaz de programación gráfica y un paradigma de flujo de datos. Cada una de estas tiene una forma de aprendizaje distinta. (Bress, 2013).

➤ **Anatomía del VI**

Los programas de LabVIEW son llamados “instrumentos virtuales o VI”, debido a que están destinados a verse y sentirse como instrumentos de medición físicos, como multímetros digitales y osciloscopios. Cada VI tiene tres elementos básicos: un panel

frontal, un diagrama de bloques, y un panel de icono / conector. Estos elementos se crean cuando se realiza una nueva programación. El diagrama del panel frontal y el bloque se crean como dos ventanas separadas. (Bress, 2013).

El panel frontal contiene la interfaz de usuario. Lo que es las perillas, botones, diales, gráficos y pantallas de texto están contenidos en el panel frontal. El diagrama de bloques contiene el código de programación. Cuando un botón o un gráfico se colocan en la interfaz de usuario un terminal correspondiente aparece en el diagrama de bloques. Estos terminales pueden ser utilizados en el diagrama de bloques como fuentes o sumideros de información. (Bress, 2013).

El panel de icono / conector son medios para conectar los VI y otros Vis aparecen en la esquina superior derecha del panel frontal. El panel de conector es una plantilla de las entradas y salidas del VI. Se define cómo se asignan los terminales de cableado del icono de un VI a los controles e indicadores del panel frontal y el VI. (Bress, 2013).

➤ **Controles, indicadores y cables**

Son diagrama de bloques pueden ser vistos como iconos o terminales, los iconos son más grandes y más detallados, los terminales son más pequeños y ocupan menos espacio en la pantalla. La vista predeterminada en LabVIEW es la vista de iconos, y es la vista que se utilizará en el Vis. (Bress, 2013).

Si se utiliza vista de iconos o la vista terminal, cada control e indicador en un VI deben tener una etiqueta única. La etiqueta es visible por defecto tanto en el panel frontal y diagrama de bloques. Controles e indicadores tienen títulos y subtítulos descriptivos largos opcionales que sólo se visualizaran en el panel frontal, mientras que los de etiqueta corta se visualizaran en el diagrama de bloques ya que conservan espacio. (Bress, 2013).

➤ **Sistema SCADA**

“Los sistemas SCADA (Supervisory Control and Adquisition Data) son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos” (56). (Mendiburu, 2006).

“Estos sistemas actúan sobre los dispositivos instalados en la planta, como son los controladores, autómatas, sensores, actuadores, registradores, etc. Además permiten controlar el proceso desde una estación remota y en tiempo real” (p.56). (Mendiburu, 2006).

Para realizar el intercambio de datos entre los dispositivos de campo y la estación central de control y gestión, se requiere un medio de comunicación, existen diversos medios que pueden ser cableados (cable coaxial, fibra óptica, cable telefónico) o no cableados (microondas, ondas de radio, comunicación satelital). (Mendiburu, 2006).

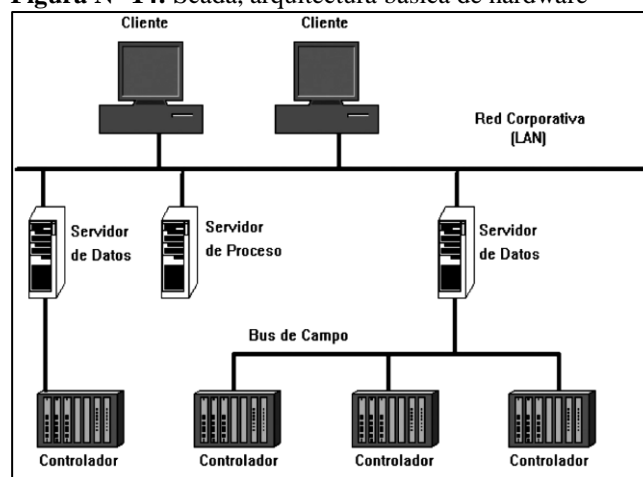
Funciones y características principales:

- Supervisión remota de instalaciones y equipos
 - Control remoto de instalaciones y equipos
 - Procesamiento de datos e información
 - Visualización grafica dinámica que representen el comportamiento del proceso
 - Almacenamiento de información histórica.
- **Hardware de SCADA**

En la figura N° 14 se visualiza un sistema de SCADA, a escala conceptual; que está dividido en dos grandes bloques:

- **Captadores de datos:** recopilan los datos de los elementos de control del sistema y los procesan para su utilización. Son los servidores del sistema.
- **Utilizadores de datos:** los que utilizan la información recogida por los anteriores, como pueden ser las herramientas de análisis de datos o los operadores del sistema. Son los clientes.

Figura N° 14: Scada, arquitectura básica de hardware



Fuente: Sistemas Scada

Mediante los clientes los datos residentes pueden evaluarse, permitiendo realizar las acciones para mantener las condiciones nominales del sistema.

Estos sistemas están formados por los siguientes elementos básicos:

- Interface Hombre-Maquina
- Unidad Central
- Unidad Remota
- Sistema de Comunicaciones

- **Interface Hombre-Máquina (HMI, MMI)**

Forma parte del programa donde un usuario entra en contacto con la maquina ya que nos proporciona la información y el control del proceso con el que estamos trabajando. En otras palabras en una manera con la cual nosotros podemos interactuar con las maquinas. (Rodríguez, 2007).

- **Unidad Central (MTU, Master Terminal Unit)**

“Es el Centro de Control se realiza principalmente la tarea de recopilación y archivado de datos. Toda esta información que se genera en el proceso productivo y se pone a disposición de los diversos usuarios que puedan requerirla” (36). (Rodríguez, 2007).

Se encarga de:

- Gestionar las comunicaciones.
- Recopilar los datos de todas las estaciones remotas (RTU).
- Envío de información.
- Comunicación con los Operadores.
- Análisis.
- Impresión.
- Visualización de datos.
- Mando.
- Seguridad.

Estas tareas están encomendadas a equipos informáticos con funciones específicas y exclusivas, tales como:

- **Almacenar Datos (Database Server):** guarda los datos del proceso anterior para su posterior análisis.
- **Almacenar archivos (File Server):** almacena los resultados de los análisis de los datos recogidos.
- **Administración:** permite la gestión y el almacenamiento de los resultados obtenidos.

- **Comunicaciones:** permite el intercambio de datos en tiempo real con estaciones remotas.

- **Unidad Remota (RTU, Remote Terminal Unit)**

Es el conjunto de elementos dedicados a labores de control y/o supervisión de un sistema, nos permite enviar y recibir señales de control de procesos a un Centro de Control alejado y comunicados con este mediante algún canal de comunicación (37). (Rodríguez, 2007).

- **Sistemas remotos**

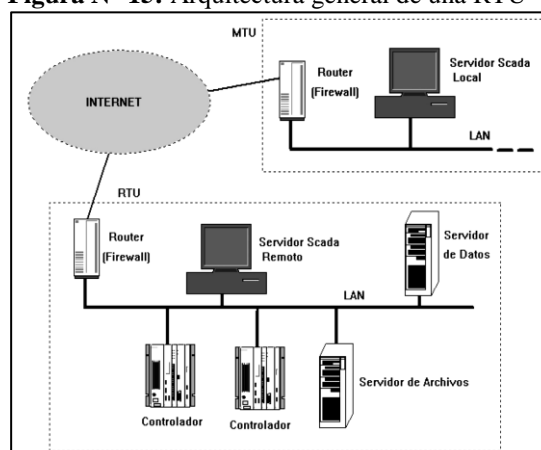
“La estación remota tiene implementadas funciones de control, interface hombre-máquina, adquisición de datos, control de bases de datos, protocolos de seguridad y comunicaciones internas entre subsistemas” (38). (Rodríguez, 2007).

En la figura N° 15, se puede observar una subestación de control de una depuradora dentro del sistema de distribución y gestión de agua para consumo de una región determinada.

La subestación está protegida de dos maneras:

- **Hardware:** funcionan como barreras físicas; desde la valla de protección de los recintos y los sistemas de vigilancia, hasta las llaves de las salas de control o de los armarios que contienen los elementos de mando. (Rodríguez, 2007).
- **Software:** son barreras lógicas. Los accesos desde dentro, no autorizados, se evitan mediante sistemas de contraseñas en los equipos. Los accesos desde afuera, mediante dispositivos especiales que limitan el acceso (Cortafuegos o firewalls). (Rodríguez, 2007).

Figura N° 15: Arquitectura general de una RTU



Fuente: Sistemas Scada

➤ **Sistemas de comunicaciones**

Es el intercambio de información entre servidores y clientes se basa en la relación de productor-consumidor.

Un servidor de datos puede gestionar varios protocolos de forma simultánea, estando limitado por su capacidad física de soportar las interfaces de hardware (tarjetas de comunicación). Estas permiten el intercambio de datos bidireccional entre la Unidad Central y las remotas (RTU) mediante un protocolo de comunicaciones determinado y un sistema de transporte de la información para mantener el enlace entre los diferentes elementos de la red. (Rodríguez, 2007).

Elementos de red:

- Línea telefónica, dedicada o no.
- Cable coaxial.
- Fibra óptica.
- Telefonía celular (GPRS, UMTS)
- Radio (enlaces de radio VHF, UHF, Microondas).

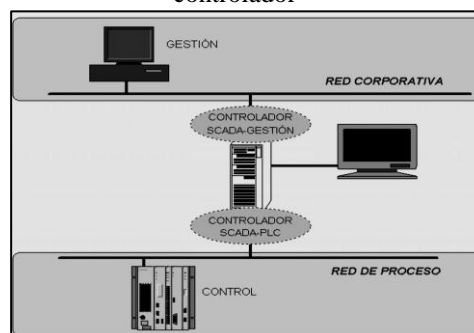
➤ **Software de SCADA**

Un programa tipo HMI se ejecuta en un ordenador o Terminal gráfico y unos programas específicos le permiten comunicarse con los dispositivos de control de planta y los elementos de gestión. Estos programas son lo que se denominan controladores de comunicaciones. (Rodríguez, 2007).

“Una parte del paquete contiene todos los controladores de comunicación entre nuestra aplicación y el exterior, ocupándose de gestionar los enlaces de comunicación, tratamiento de la información a transferir y protocolos de comunicación” (43). (Rodríguez, 2007).

En la figura N° 16 se observa los programas y los dispositivos que conforman el software de SCADA.

Figura N° 16: Concepto de driver, o controlador



Fuente: Sistemas Scada

La configuración del controlador de comunicación se la realiza durante la instalación del software principal.

“Es posible especializar componentes, realizando tareas exclusivas dentro del sistema de control. Cuando los datos de la planta se han procesado, pueden transferirse a otras aplicaciones de software, tales como hojas de cálculo o bases de datos” (44). (Rodríguez, 2007).

9. HIPOTESIS:

¿La implementación de un módulo HVAC, a través de un sistema SCADA, permitirá la visualización y control en tiempo real de las variables de caudal y temperatura?

Variable Independiente:

Implementación de un módulo HVAC

Variable Dependiente:

Visualización y control en tiempo real de las variables de caudal y temperatura.

Tabla N° 4: Operacionalización de Variables

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos
Diseño y construcción de un módulo de Calefacción, Ventilación y Aire	Sistema HVAC.	Selección del ventilador centrifugo.	Investigación bibliográfica, experimental.
	Sistemas de ductos de aire acondicionado	Selección del variador de Frecuencia. Selección del aislamiento térmico. Dimensionamiento de los ductos de aire acondicionado.	Monograma de pérdidas de fricción en ductos.
Es la Interfaz Hombre Máquina que permite interactuar activamente con los datos de caudal y temperatura.	Supervisión, control y adquisición de datos.	Estabilidad de control de lazo cerrado. Temperatura Caudal	Investigación experimental. Anemómetro, multímetro, termómetro infrarrojo.

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

➤ Métodos

En el presente proyecto de investigación se ha utilizado el método científico experimental, el cual permite controlar las variables de caudal y temperatura para definir relaciones entre ellas, en base a datos estadísticos. Se utiliza también la modalidad de investigación bibliográfica - documental ya que los temas fueron consultados de la documentación existente: especificaciones técnicas, datos estadísticos, para comprender los antecedentes del sistema HVAC y compararlo con otros sistemas existentes ya usados actualmente; mediante ello se procedió al dimensionamiento del sistema de ductos y selección de accesorios para obtener un sistema eficiente.

➤ Técnicas:

La técnica que se utilizó es la observación científica, con la se puede obtener información de las variables de caudal y temperatura para su posterior análisis, y su posterior aplicación en el dimensionamiento y selección de la potencia del motor para el ventilador centrífugo, el sistema de ductos de aire acondicionado, resistencia eléctrica con la cual se realizará prácticas de transferencia de calor en los ductos.

➤ Instrumentos

Se utilizó instrumentos técnicos de medición como son: anemómetro, termómetro infrarrojo, multímetro, para recolectar datos de las condiciones a las que funciona el módulo HVAC, así también cuaderno de notas donde se registró datos y resultados.

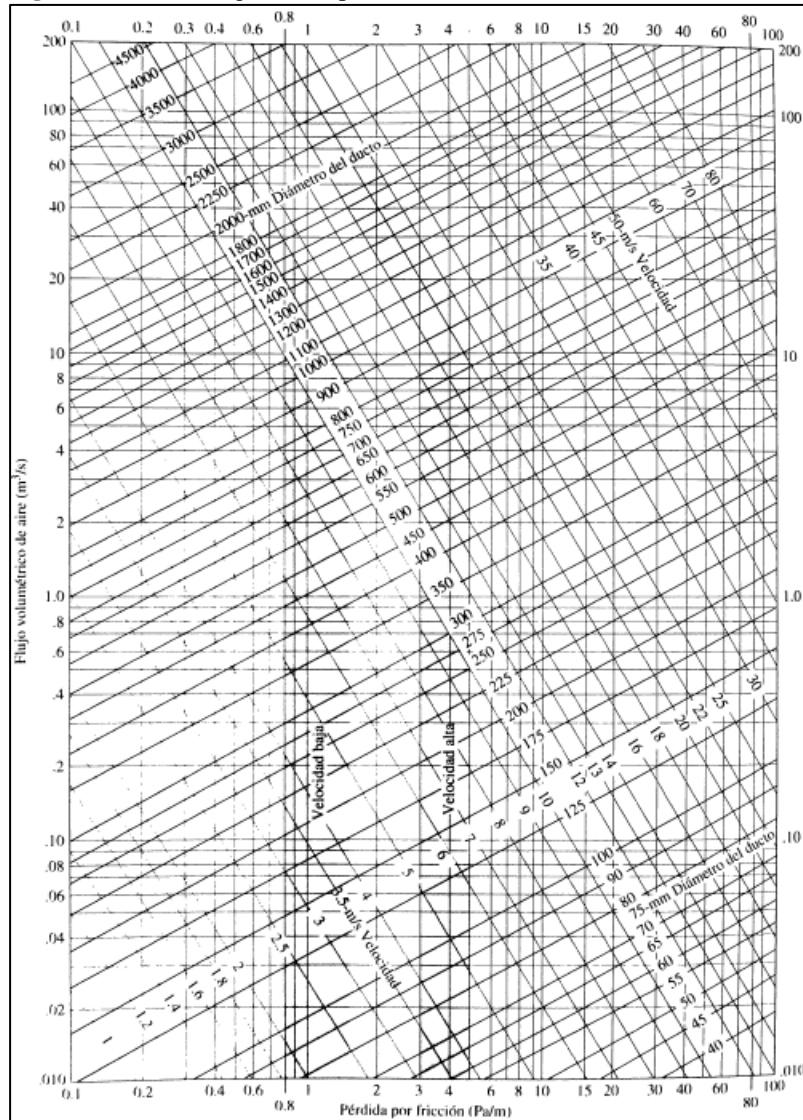
➤ Selección de los componentes del Módulo HVAC

➤ Calculo de ductos

➤ Método de pérdida de carga unitaria constante

Con este método se selecciona un valor para la pérdida de presión por fricción, por longitud de ducto, y se mantendrá constante para todas las secciones de ducto del sistema. Mediante el valor seleccionado se dimensiona los diámetros de los ductos para cada tramo. Para ello se utiliza la Figura N° 18 monograma de pérdida de fricción en ductos.

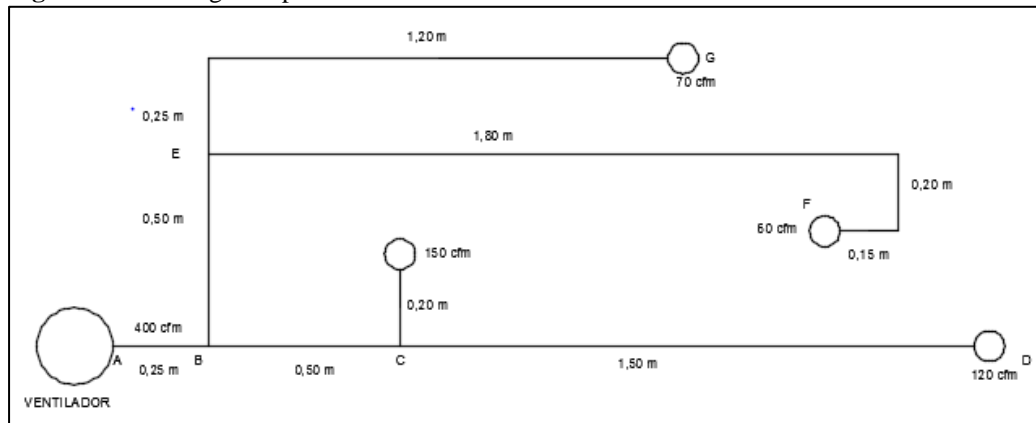
Figura N° 17: Monograma de pérdida de fricción en ductos



Fuente: Mecánica de fluidos

Con el diagrama del sistema de ductos que se indica en la Figura N° 18 y con el monograma de pérdida de fricción en ductos de la Figura N° 17, se calculará los diámetros equivalentes para cada tramo del sistema.

Figura N° 18: Diagrama para cálculo de ductos



Fuente: Chillagana L., Sasintuña D.

Para realizar el cálculo se selecciona la velocidad a la entrada del ducto, en este caso 10 m/s, y se realiza la suma de todos los caudales del sistema, dando un valor final de 400cfm que requiere todo el sistema, para encontrar los diámetros de los ductos es necesario transformar los 400cfm a m^3/s , para ello utilizamos la siguiente formula.

Flujo del aire 400cfm

1 cfm equivale a $0,0004719 m^3/s$

400cfm equivale a x

Ec. (1)

$$x = \frac{0,00044719 \frac{m^3}{s} \times 400cfm}{1}$$

$$x = 0,18876 m^3/s$$

400cfm nos equivale a $0,18876 m^3/s$, para nuestro dimensionamiento se utiliza $0,19 m^3/s$.

Con los datos de 10 m/s y $0,19 m^3/s$ se revisa el monograma de la Figura N° 18 de pérdida de fricción y se busca los 10 m/s y los $0,19 m^3/s$, estos dos valores darán un valor de pérdida por fricción de 9 Pa/m, este valor obtenido del monograma se lo mantendrá constante para todo los tramos de los ductos; con los 10m/s y 9Pa/m se revisa nuevamente el monograma y se obtendrá el diámetro del primer tramo siendo 150mm, se realiza el mismo proceso para los tramos siguientes.

Se realiza una tabla con los diámetros obtenidos con el monograma de la Figura N° 18 de perdida de fricción en ductos, como se puede apreciar en la Tabla N° 5.

Tabla N° 5: Diámetros de los ductos

Tramo	Caudal		Pérdida de fricción	Diámetros mm	Velocidad m/s
	CFM	m^3/s			
AB	400	0.19	9	150	10
BC	270	0.12	9	150	9
CD	120	0.056	9	150	7.5
BE	130	0.061	9	100	7.7
EF	60	0.028	9	100	6.5
EG	70	0,033	9	100	6.7

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

Obtenidos los diámetros equivalentes de los diferentes tramos de ductos, se procede a la construcción de los ductos en chapa de acero galvanizado, ya que este material es el más

utilizado y presenta condiciones técnicas-económicas adecuadas para la construcción de los mismos. En el ducto superior se instaló un recubrimiento de lana de vidrio con revestimiento de aluminio, además se colocó en el tramo superior e inferior una filtro de fibra sintética para la retención de partículas, en tramo intermedio se colocó un filtro de bolsa para el mismo fin. En la figura N° 19 se aprecia la estructura mecánica del módulo finalizada.

Figura N° 19: Módulo HVAC



Fuente: Chillagana L., Sasintuña D.

➤ Unidad manejadora de aire (UMA)

La unidad manejadora de aire es la encargada de suministrar el caudal de aire que será distribuido por el sistema de ductos a cada una de los difusores del módulo HVAC, de acuerdo a los datos obtenidos en la Tabla N° 5, la cual muestra que se maneja una velocidad comprendida entre 6.7m/s y 10 m/s que son velocidades de baja presión, se procede a la selección del ventilador centrífugo con palas hacia adelante, óptimo para el manejo de bajas presiones en la Figura N° 20 se aprecia el ventilador instalado para la unidad manejadora de aire.

Figura N° 20: Ventilador centrífugo con palas hacia adelante



Fuente: Chillagana L., Sasintuña D.

Para el cálculo del ventilador centrífugo de palas hacia adelante utilizamos la siguiente formula:

$$Pot_a = Q * h_{TV} * g \quad \text{Ec. (2)}$$

Pot_a: potencia que se debe entregar al aire para que pueda vencer las resistencias de sistema de ductos.

Q: caudal de flujo de aire.

h_{TV}: altura de la presión entregada por el ventilador.

g: aceleración de la gravedad.

$$Pot_a = 0,41 \frac{m^3}{s} * 25mmca * 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$Pot_a = 100,45 \text{ W}$$

Mediante la potencia calculada se procede a la selección del ventilador centrifugo con la condición de operación más cercana a las calculada dando como resultado ventilador de la serie SYZ 7-7111, características que se muestran en la tabla N°6.

En la Tabla N° 5, se aprecia las características del ventilador centrífugo instalado.

Tabla N° 6: Características del ventilador Centrífugo

Air Conditioning Ventilator	
Model	SYZ 7-7111
Product	03190005
Power	150W- A11
PIN	120615339354
Date	2015-04-01

Fuente: Chillagana L., Sasintuña D.

➤ Selección del motor trifásico

Para el cálculo del motor se debe tener la potencia del eje del ventilador centrífugo, y teniendo en cuenta que el rendimiento total oscila entre 0.3 y 0.5 en ventiladores centrífugos pequeños, quedando así la siguiente formula:

$$Pot_v = \frac{Pot_a}{\eta_v}$$

Ec. (3)

Pot_v: potencia del ventilador.

Pot_a: potencia que se debe entregar al aire para que pueda vencer las resistencias de sistema de ductos.

η_v: eficiencia de ventiladores pequeños.

$$Pot_v = \frac{100,45 \text{ W}}{0,5}$$

$$Pot_v = 200,9 \text{ W}$$

Con la potencia entregada en el eje del ventilador se determina la potencia necesaria del motor trifásico en este caso de 1/3 hp, equivalente a 248,6 W.

➤ **Variador de Frecuencia modelo SINAMICS G110**

El variador de frecuencia permitirá el control de caudal de aire, mediante la variación de la frecuencia de operación del motor, de acuerdo a las necesidades que el módulo HVAC requiera, conforme se modifique sus variables de funcionamiento, a través del programa LabVIEW. La selección del variador de frecuencia se la realiza en función del motor con la que consta la unidad manejadora de aire, teniendo en cuenta que es un motor trifásico de 248,6 W, se selecciona el variador de frecuencia SINAMICS G110, que tiene un rango de operación entre 120W y 3kW, en el Anexo 4 se aprecia las características del mismo, así como también su control y programación.

➤ **Filtros**

Los filtro a utilizar son el Filtro de Fibra Sintética el cual tiene una eficiencia del 25 al 30% y el Filtro de Bolsa una eficiencia del 90 al 95%, estos cumplen la función de tratar el aire reteniendo las diferentes impurezas, polvo y partículas en suspendidas en el aire. El grado de filtrado se comparara con los sensores de caudal, así se comprobara la diferencia entre ellos, de acuerdo a la cantidad de caudal que cada uno de ellos deja pasar, por ende retendrán menos o más partículas suspendidas en el aire correspondientemente.

➤ **Actuadores, transductores y control del módulo HVAC**

Una vez definido los elementos que componen el módulo HVAC, se procede a la selección de los elementos del sistema de control y adquisición de datos como se define en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7: Elementos del sistema de control de aire acondicionado

Actuadores	Transductores	Control	Supervisión
Unidad manejadora de aire (UMA) YILIDA VENTILATOR SYZ; 7-7111 de 750W Variador de Frecuencia SINAMICS G110 Resistencia eléctrica (900 W)	Sensor Sonda Temperatura Ds18b20 tipo K	Tarjeta Arduino MEGA 2560	Software LabView

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

➤ Servomotor Futaba S3003

Teniendo en cuenta que el m² de acero galvanizado laminado en frio equivale a 6,370 Kg, se define que para un área de 0,00182 m² el su masa es 0,116 Kg, mediante estos datos se procede al cálculo del torque que necesita el servomotor para mover el Damper.

Teniendo en cuenta la ventaja mecánica se deduce que:

$$P = \frac{Rb_R}{b_P}$$

Ec. (4)

Dónde:

P: Fuerza Motriz
bP: Brazo de la Fuerza Motriz
R. Carga
bR: Brazo de la carga

$$P = \frac{1.14Kg * 0.1524m^2}{0.05m}$$

$$P = 3.47 Kgm/s^2$$

Por último se define el torque que necesita el servomotor

$$\tau = P \cdot r$$

$$\tau = (3.473.47 Kgm/s^2) * (0.05m)$$

$$\tau = 0.173Nm$$

Con lo cual se selecciona un servomotor Futaba S3003 que dispone de una capacidad de 0.3 Nm, a un voltaje de operación de 4.8V a 6.0V. En la tabla N° 8 se muestra las especificaciones del servomotor.

Tabla N° 8: Especificaciones del Servomotor Futaba S3003

Especificaciones del Servomotor Futaba S3003			
Sistema de control:	+ Control de la anchura de pulso 1520usec neutral	Drenaje de corriente (4.8V):	7.2mA/idle
Pulso requerido:	3-5 voltios de pico a pico de onda cuadrada	Drenaje de corriente (6.0V):	8mA/idle
Voltaje de operación:	4.8-6.0 Voltios	Dirección:	En sentido contrario a las agujas del reloj / pulso 1520-1900 usec
Rango de temperatura de operación:	-20 hasta 60 grados Centígrados	Tipo de motor:	Ferrita de 3 polos
Velocidad de operación (4.8V):	0,23 seg / 60 grados sin carga	Potenciómetro:	Unidad indirecta
Velocidad de operación (6.0V):	0.19 seg /60 grados sin carga	Tipo de cojinete:	Cojinete plástico
Par de paro (4.8V):	44 oz/pulg. (3.2kg.cm)	Tipo de engrane:	Todos los engranes de nylon
Par de paro (6.0V):	56.8 oz/pulg. (4.1kg.cm)	Longitud del cable del conector:	12"
Angulo de operación:	45 grados. Un pulso lateral que viaja 400 usec	Dimensiones:	1.6" x 0.8"x 1.4" (41 x 20 x 36mm)
360 modificable:	Si	Peso:	1.3oz. (37.2g)

Fuente: <http://www.es.co.th/schematic/pdf/et-servo-s3003.pdf>

Figura N° 21: Servomotor Futaba S3003



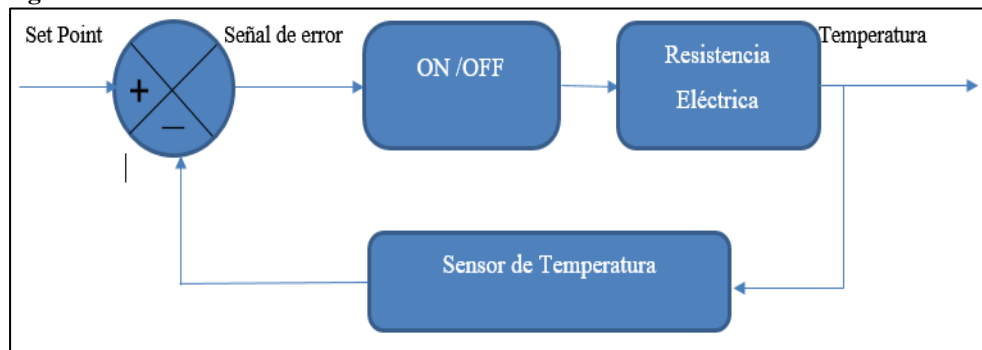
Fuente: <http://www.es.co.th/schematic/pdf/et-servo-s3003.pdf>

➤ Control de lazo cerrado

Se utiliza el control de lazo cerrado debido a que se cuenta con sensores de temperatura, los cuales registran los datos de temperatura a los que opera el módulo permanentemente

mediante el control de la Tarjeta Arduino, se modificarán estas variables de acuerdo al Set Point establecido, quien envía una señal a los actuadores los cuales se activarán y corregirán los valores.

Figura N° 22: Servomotor Futaba S3003



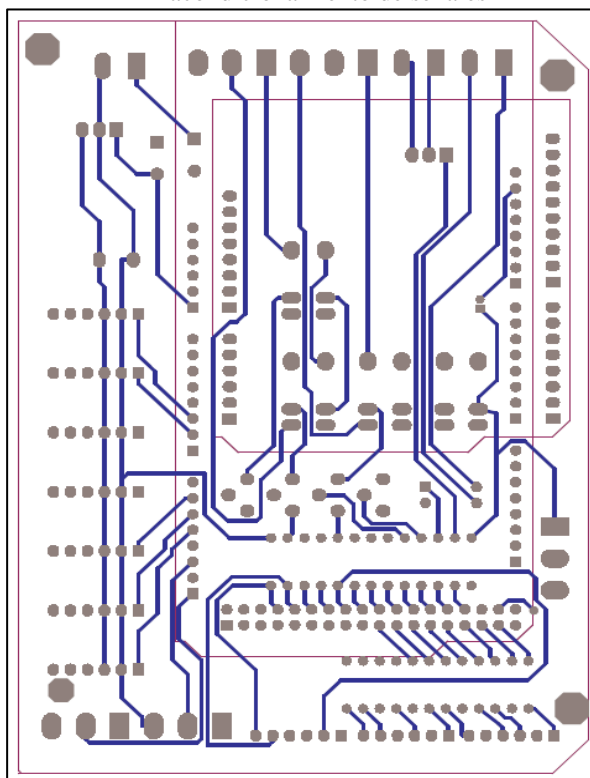
Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

➤ **Diseño de la placa de acondicionamiento de señales**

➤ **Diseño inferior de la placa**

En la figura N° 23 se observa el diseño para el circuito impreso inferior de la placa de acondicionamiento de señales, que se acoplara a la tarjeta Arduino MEGA 2560.

Figura N° 23: Circuito inferior de la placa de acondicionamiento de señales

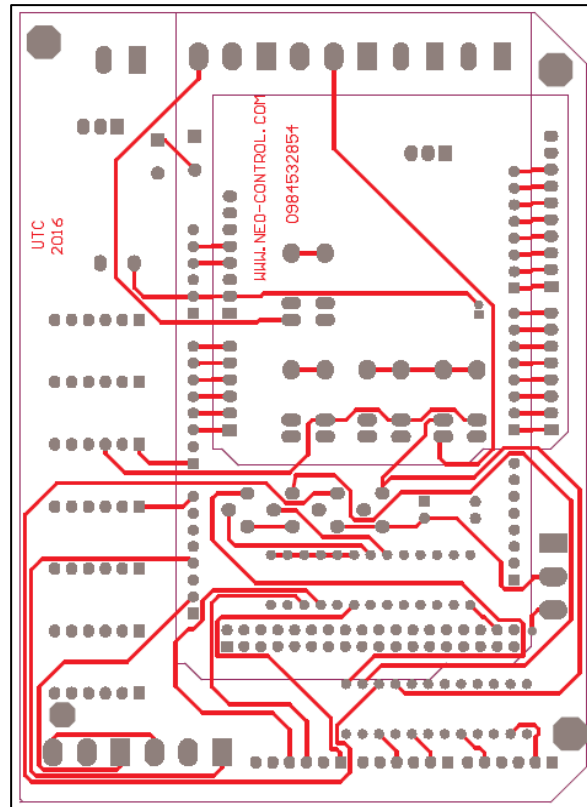


Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

➤ Diseño superior de la placa

En la figura N° 24 se observa el diseño superior de la placa de acondicionamiento de señales, en donde se soldaran los diferentes elementos que se utilizara para la adquisición de datos de temperatura y caudal.

Figura N° 24: Circuito inferior de la placa de acondicionamiento de señales



Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

➤ Programación de la tarjeta Arduino MEGA 2560

➤ Programación de sensores de caudal y temperatura

En la figura N° 25 se muestran el lenguaje de programación de los sensores de caudal y temperatura, para ello en primer lugar se asigna las librerías OneWire.h y DallasTemperature.h, a continuación se ingresa el área de los ductos, las variables de caudal y temperatura, así como los auxiliares para el registro de valores medidos; en la estructura void setup se inicia las librerías, el puerto serial y por último se define la acción que se realizara para cada uno de los sensores; teniendo en cuenta que el sensor de temperatura proporciona una señal digital y los de caudal un señal analógica.

Figura N° 25: Programación de sensores de caudal y temperatura

```

Sensores Arduino 1.6.10
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Nuevo
Sensores $
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
//*****Valores de areas de ducto en metros cuadrados*****
int area1=0;
int area2=0;
//*****Variables de caudal*****
int Q1=0;
int Q2=0;
//*****
float val=0; // variable donde guardaremos la temperatura leida del sensor
float aux=0;
float aux2=0;
float aux3=0;
int i; //variable que contiene el numero de sensores empleados en el caso de ser mas de 1
float tempmax=0; //Varibale donde guardamos la temperatura maxima registrada
float dato[15]={ 0 }; // Arreglo donde se almacena temporalmente los datos para ser enviados por serial
int datoS[15]={ 0 }; //Arreglo para transmision serial 1
int led = 13;
int incomingByte;
void setup(void){
  pinMode(led,OUTPUT); //Indicamos led como salida
  Serial.begin(9600); // Iniciamos el puerto serie a 9600 baudios
  Serial1.begin(9600);
  sensores.begin(); // Inicializamos la libreria
  digitalWrite(led,LOW); //Ponemos a 0 las salidas ledverde y ledrojo
}
void loop(void){
  //*****Sensores de temperatura*****
  for(i=0;i<=3;i++) { // Inicio la lectura de los sensores de temperatura
    sensores.requestTemperatures(); //Enviamos el comando para obtener la temperatura
    float val = sensores.getTempCByIndex(i); // Almacenamos la temperatura en la variable val
    dato[i]=val;
  }
  //-----caudal 1-----
  aux=analogRead(sensor1);
  if (aux>=105){
    aux3=1.5;
  }
  else{
    aux3=0;
  }
  aux=aux/205;
  aux=(aux*56)-(aux-aux3);
  dato[4]=aux;
  delay(10); //Esperamos 50ms
}

```

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

➤ Programación de los servomotores FUTABA S3003

En la figura N° 26 se muestra los pasos para la programación de un servomotor, como se mencionó anteriormente incluimos la librería Servo.h, se designa la cantidad de servomotores, se crea los registros de posición, memoria de posición; definimos el pin PWM para cada uno, finalmente se especifica el movimiento del servo en este caso la letra “A” para ubicar a 90 grados, y la letra “B” para la posición 0 grados, quedando limitado el cierre y apertura de los dampers.

Figura N° 26: Código de programación de los servomotores

```

Servos Arduino 1.6.10
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Servos §

#include <Servo.h>
Servo myservo1;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
Servo myservo4;
//*****Registro de posiciones de los servos*****
int pos1=0;
int pos2=0;
int pos3=0;
int pos4=0;
//*****Memorias de posicion de los servos*****
int mem1=0;
int mem2=0;
int mem3=0;
int mem4=0;
void setup(void){
  myservo1.attach(9);
  myservo2.attach(8);
  myservo3.attach(7);
  myservo4.attach(6);
}
void loop(void){
  //*****Servo 1*****
  if (Serial.available() > 0) {
    incomingByte = Serial.read();
    if (incomingByte == 'A') {
      if (mem1==0){
        for (pos1 = 0; pos1 <= 90; pos1 += 1) {
          myservo1.write(pos1);
          delay(15);
        }
        mem1=1;
      }
    }
    if (incomingByte == 'B') {
      if (mem1==1){
        for (pos1 = 90; pos1 >= 0; pos1 -- 1) {
          myservo1.write(pos1);
          delay(15);
        }
        mem1=0;
      }
    }
  }
}

```

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

➤ Programación de la pantalla LCD

A continuación se visualiza en la figura N°27 el envío de datos a la pantalla LCD, en donde se envía a escribir el dato enviado desde el Serial1 de la tarjeta Arduino Mega 2560, definidos con valor “T” los datos de temperatura y “Q” de caudal.

Figura N° 27: Envío de datos a la pantalla LCD

```

Sensores Arduino 1.6.10
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Sensores §
//*****Envío de datos a la pantalla tactil*****
void TTF(){
  int pantalla;
  if (Serial1.available() > 0) {
    pantalla = Serial1.read();

    if (pantalla == 'I') {
      Serial1.print('+');
      for(i=0;i<=3;i++)
      {
        Serial1.write(datoS[i]); //Mostramos por puerto serie el valor de la temperatura leida
      }
    }
    if (pantalla == 'Q') {
      Serial1.print('-');
      for(i=4;i<=10;i++)
      {
        Serial1.write(datoS[i]); //Mostramos por puerto serie el valor de la temperatura leida
      }
    }
  }
}

```

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

➤ Configuración de la pantalla LCD

En el siguiente lenguaje de programación se establece la configuración de inicio y registro de datos de temperatura y caudal; como se puede visualizar en la figura N° 28 se establece tanto el tamaño y posición de texto, igualmente el color de fondo de la pantalla; tanto para los datos de caudal y temperatura.

Figura N° 28: Código de programación para visualizar datos de caudal

```

Ejemplo_Tactil2 $
//*****
tft.fillScreen(BLACK);
tft.fillRect(40, 10, 230, 40, BLUE); // Dibujamos el fondo de nuestro boton en cyan

tft.setCursor(85,20); // Colocamos el cursor
tft.setTextSize(4); // Especificamos el tamaño del texto
tft.setTextColor(WHITE); // Definimos el color del texto
tft.println("CAUDAL"); // Escribimos por pantalla

tft.setCursor(40,80); // Colocamos el cursor
tft.setTextSize(3);
tft.setTextColor(YELLOW); // Definimos el color del texto
tft.print("Q1="); // Escribimos por pantalla
tft.print(dato[4]);
tft.setCursor(40,130); // Colocamos el cursor
tft.setTextSize(3);
tft.setTextColor(YELLOW); // Definimos el color del texto
tft.print("Q2="); // Escribimos por pantalla
tft.print(dato[5]);
tft.setCursor(40,180); // Colocamos el cursor
tft.setTextSize(3);
tft.setTextColor(YELLOW); // Definimos el color del texto
tft.print("Q3="); // Escribimos por pantalla
tft.print(dato[6]);
tft.setCursor(180,80); // Colocamos el cursor
tft.setTextSize(3);
tft.setTextColor(YELLOW); // Definimos el color del texto
tft.print("Q4="); // Escribimos por pantalla
tft.print(dato[7]);
tft.setCursor(180,130); // Colocamos el cursor
tft.setTextSize(3);
tft.setTextColor(YELLOW); // Definimos el color del texto
tft.print("Q5="); // Escribimos por pantalla
tft.print(dato[8]);
tft.setCursor(180,180); // Colocamos el cursor
tft.setTextSize(3);
tft.setTextColor(YELLOW); // Definimos el color del texto
tft.print("Q6="); // Escribimos por pantalla
tft.print(dato[9]);

digitalWrite(ledA, LOW);
digitalWrite(ledK, LOW);

a = 0; // Ponemos la variable flag en 0 para evitar los rebotes
delay(150);

```

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

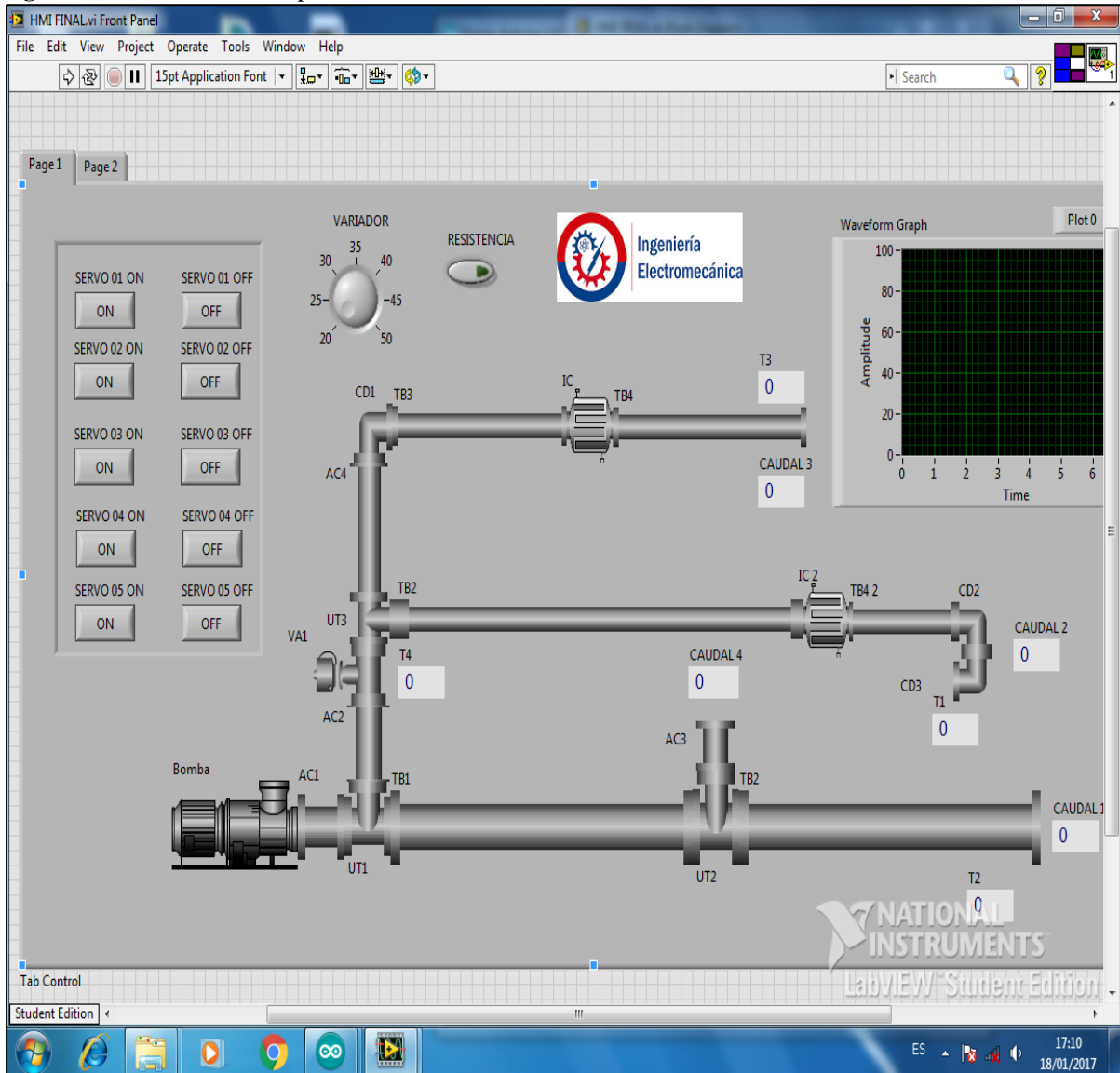
11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

➤ Pantalla principal del software LabVIEW

El diseño del programa en el software LabVIEW para controlar y monitorear los datos de temperatura y caudal que se obtienen, queda definida la siguiente pantalla HMI como se

muestra en la figura N° 29, para el control de la resistencia eléctrica se la realiza mediante control de lazo cerrado de acuerdo al set point establecido, en base a la temperatura medida por el sensor ubicado en la resistencia eléctrica.

Figura N° 29: Pantalla Principal HMI



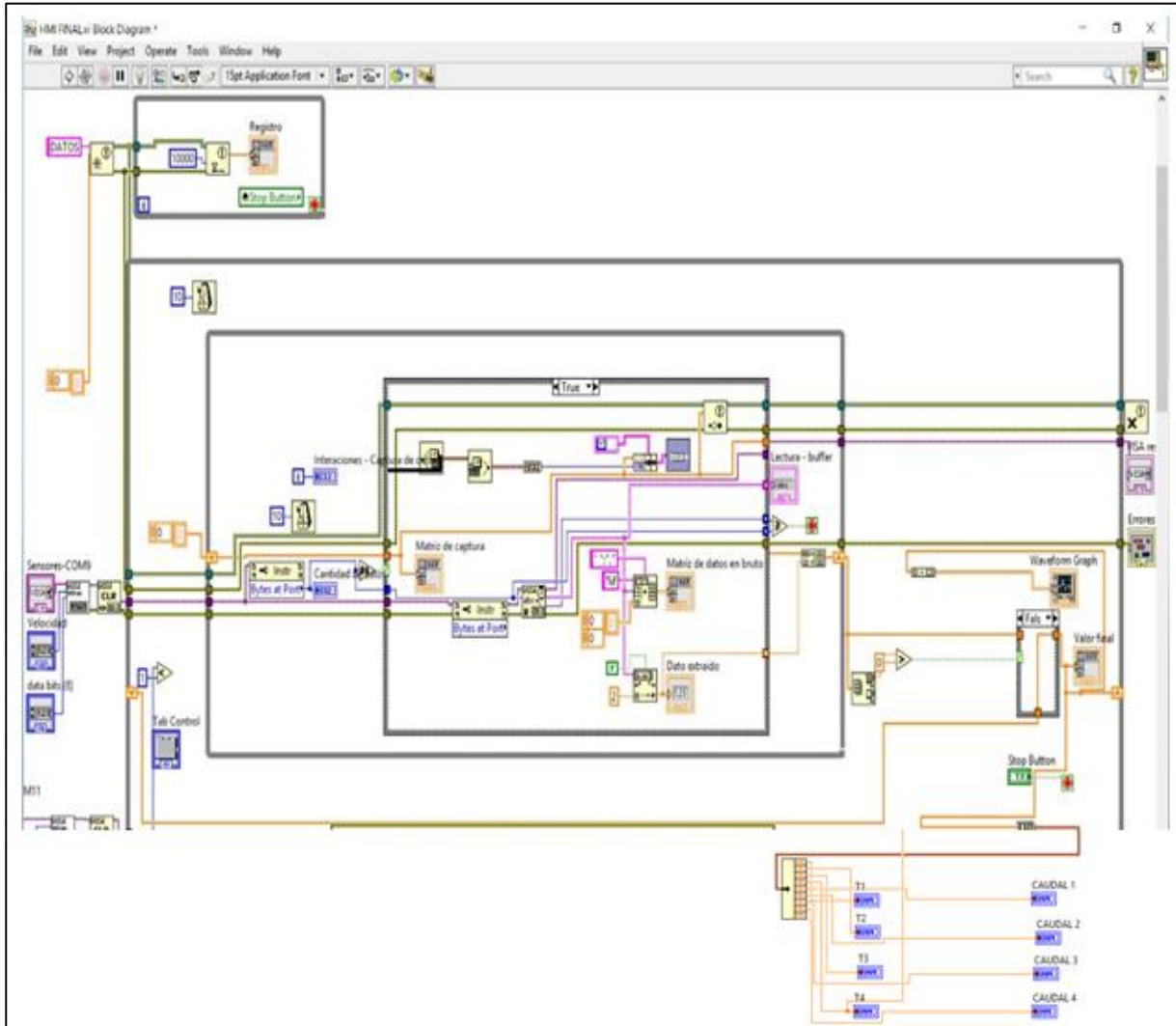
Elaborado por: Chillagana L., Sasintuñía D.

➤ Diagrama de bloques de bloques para el la lectura de los sensores temperatura

A continuación en la figura N° 30 se muestra el diagrama de bloques para la lectura de datos de los sensores de temperatura, para ello primero se selecciona el puerto de comunicación serial en este caso el COM 9, a continuación se procede con la lectura de datos de las referencias que son los sensores de caudal y temperatura, posteriormente se lee el número de bytes especificada por el recurso VISA y devuelve los datos en el buffer de lectura; por último descomponemos los datos en cada uno de sus elementos individuales así la temperatura (1, 2,

3 y 4), del mismo modo los datos de caudal (1,2,3 y 4) para visualizarlos en la pantalla principal.

Figura N° 30: Diagrama de bloques para la lectura de datos de los sensores de temperatura

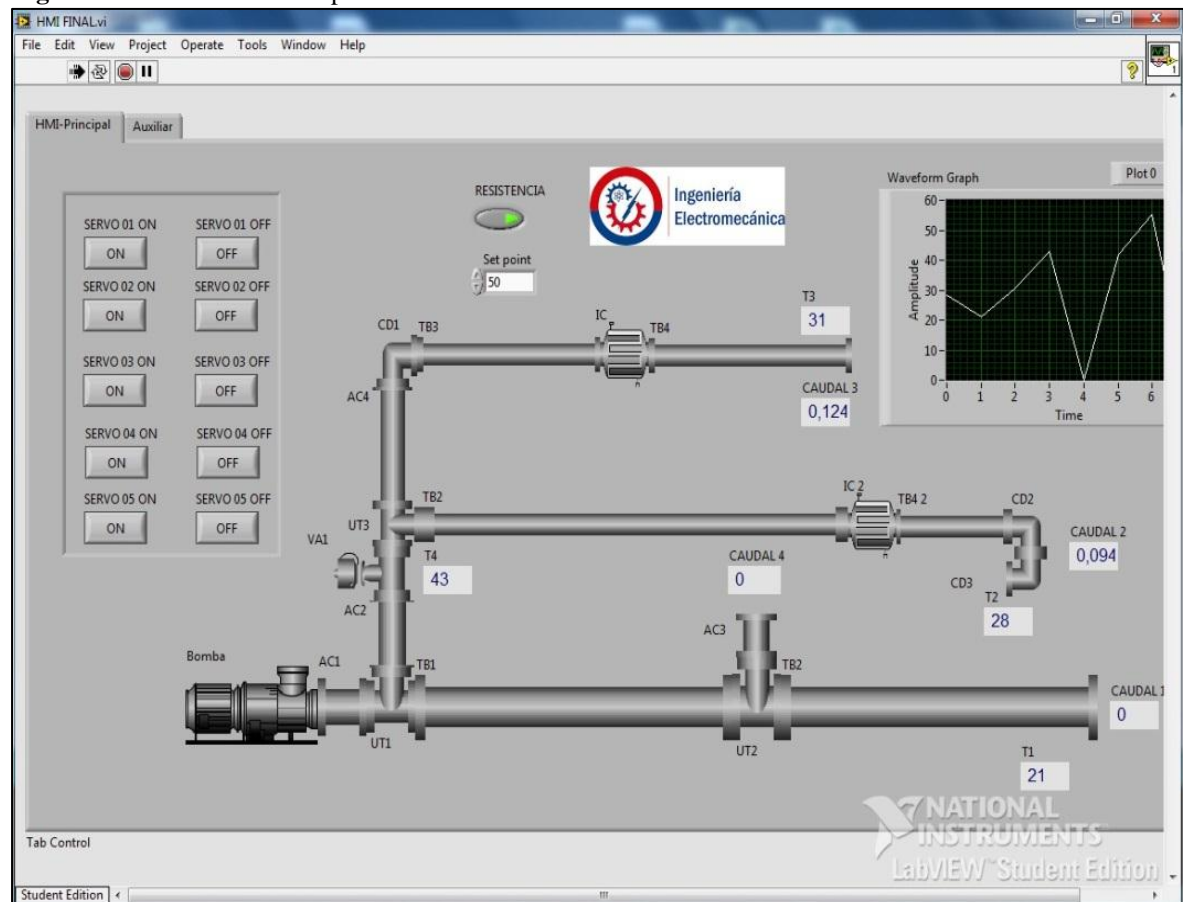


Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

➤ Panel frontal de visualización de datos de temperatura

En la figura N° 31 se muestran los valores de la temperatura T2 y T3, presentando una temperatura de 28 °C y 31°C correspondientemente, tomando en cuenta que el ducto en el cual se mide la temperatura T3, cuenta con recubrimiento térmico, con lo cual existe una diferencia de temperatura de 3°C, en comparación al ducto que no posee recubrimiento térmico.

Figura N° 31: Pantalla Principal HMI



Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

La reducción del consumo energético se lo realizo entre el ducto con recubrimiento térmico y el ducto sin recubrimiento. Utilizando la trasferencia de calor en un sistemas de ductos. Con la siguiente ecuación nos permite calcular la transferencia de calor para cada ducto del módulo.

Ec. (5)

$$Q_e = \frac{UPL}{1000} \left(\frac{te + ti}{2} - ta \right)$$

Dónde:

Q_e : pérdida/ganancia de calor a través de las paredes de conductos, W (negativa para ganancia de calor).

U : coeficiente de transferencia de calor total de la pared de conducto, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$

P : perímetro del conducto, mm.

L : Longitud del conducto, m.

te : Temperatura a la entrada.

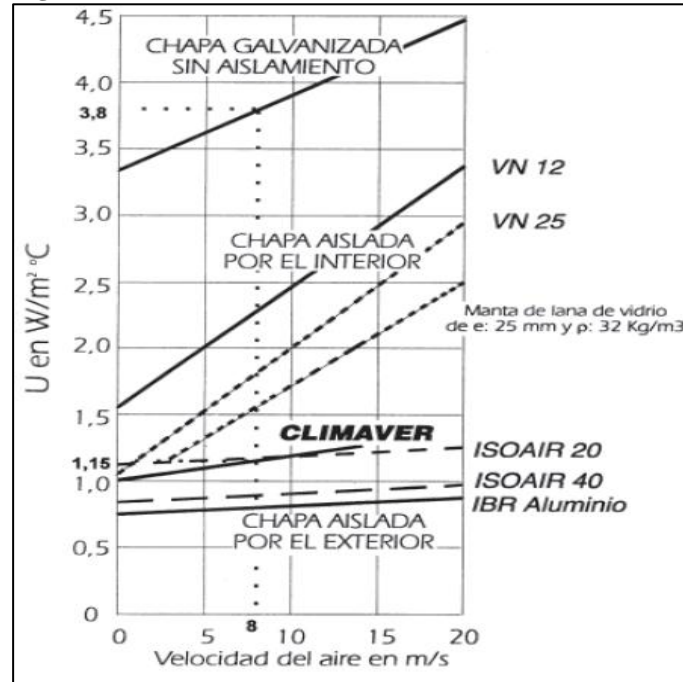
ti : Temperatura a la salida del conducto.

ta : Temperatura ambiente.

En la figura N° 32 se observa los coeficientes de transferencia de calor de los ductos de chapa galvanizada sin recubrimiento térmico y con diferentes tipos de recubrimientos térmicos, en este caso se utilizó el recubrimiento IBR Aluminio.

Los coeficientes se obtienen al intersecar la velocidad del aire en el ducto con la recta del ducto sin recubrimiento térmico y con recubrimiento.

Figura N° 32: Grafico de coeficientes de transferencia de calor



Fuente: Manual de conceptos técnicos para aire acondicionado, calefacción y ventilación CLIMAVER

Con los datos obtenidos en el módulo se realiza el cálculo de transferencia de calor tanto para el ducto con recubrimiento y sin recubrimiento:

Datos del ducto con recubrimiento:

- Sección del conducto: 4 pulg.
- Longitud del conducto: 2m
- Velocidad del aire circulante: 10 m/s
- Temperatura del aire a la entrada (temperatura de la resistencia): 50°C
- Temperatura a la salida del ducto: 38°C
- Temperatura ambiente: 18°C
- Coeficiente de transferencia de calor: 0,8 W/(m²°C)

Aplicamos la ecuación N° 5:

$$Q_e = \frac{UPL}{1000} \left(\frac{t_e + t_i}{2} - t_a \right)$$

$$Q_e = \frac{0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{°C}) * 319,186\text{mm} * 2\text{m}}{1000} \left(\frac{50\text{°C} + 38\text{°C}}{2} - 18\text{°C} \right)$$

$$Q_e = 13,26\text{W}$$

Datos del ducto sin recubrimiento:

- Sección del conducto: 4 pulg.
- Longitud del conducto: 2,65m
- Velocidad del aire circulante: 10 m/s
- Temperatura del aire a la entrada (temperatura de la resistencia): 50°C
- Temperatura a la salida del ducto: 32°C
- Temperatura ambiente: 18°C
- Coeficiente de transferencia de calor: 3,9 W/(m²°C)

$$Q_e = \frac{UPL}{1000} \left(\frac{t_e + t_i}{2} - t_a \right)$$

$$Q_e = \frac{3,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{°C}) * 319,186\text{mm} * 2,65\text{m}}{1000} \left(\frac{50\text{°C} + 32\text{°C}}{2} - 18\text{°C} \right)$$

$$Q_e = 75,85\text{W}$$

Los valores de transferencia de calor son de:

Ducto con recubrimiento:

$$Q_e = 13,26 \text{ W}$$

Ducto sin recubrimiento

$$Q_e = 75,85\text{W}$$

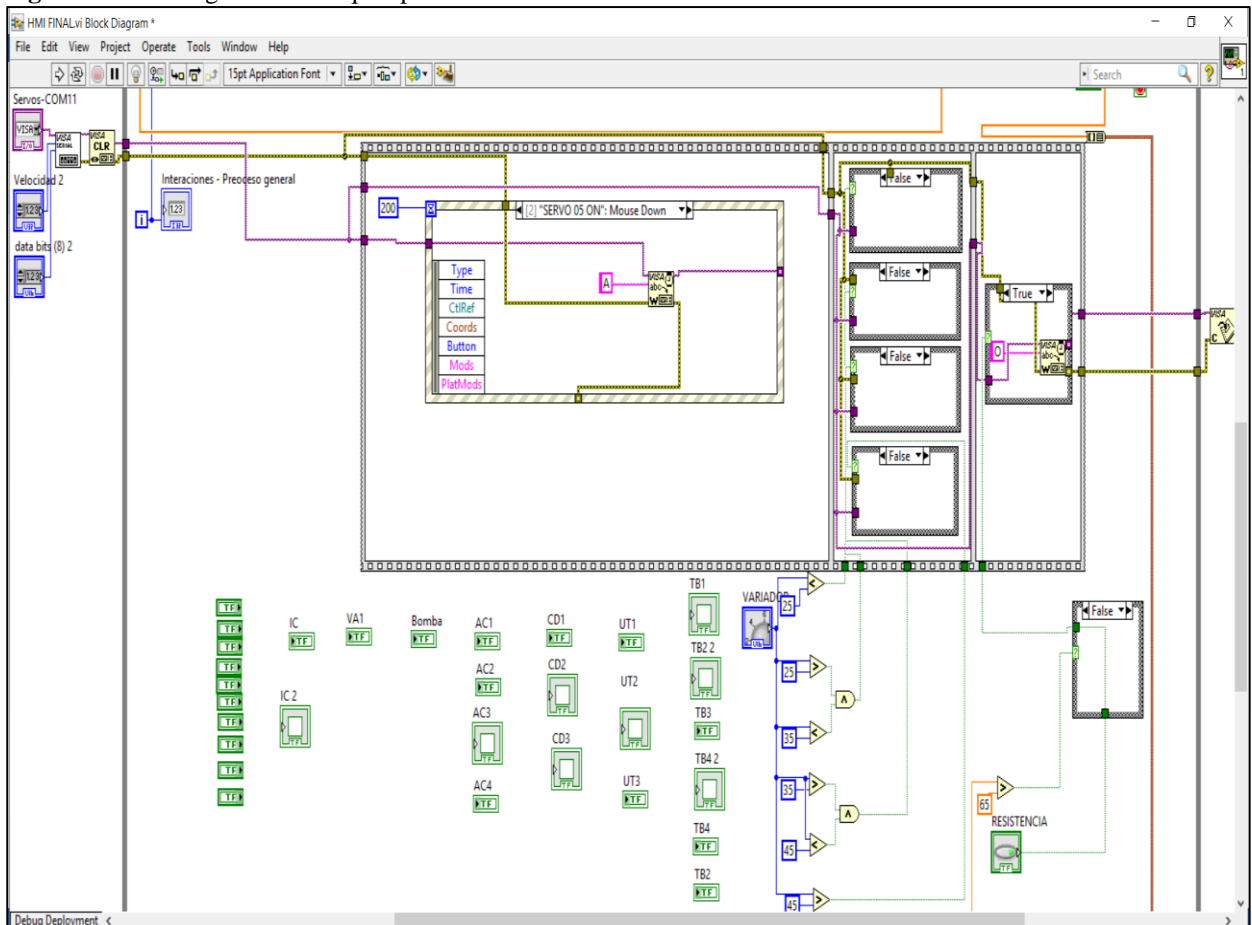
Con los valores obtenidos se comprueba que el ducto con recubrimiento es un 82,51% más eficiente que el ducto sin recubrimiento térmico.

➤ **Diagrama de bloques de bloques para el control de servomotores**

En la Figura N° 33 se observa el diagrama de bloques para el control de servomotores como se puede visualizar, en primera instancia se realiza el diagrama de bloques inicial que permite la comunicación entre Arduino y LabVIEW, en el cual se elige el puerto serial de comunicación en este caso el COM 11, la velocidad de baudios y el número de bits, en los datos entrantes; posteriormente se especifica la acción que realizarán cada uno de los

servomotores, utilizando la opción “ case structure”, la cual nos permite hacer uno o mas casos, los mismos que se ejecutan cuando se iniciar la estructura, dependiendo del valor asignado al selector de cada caso, así utilizando las letras del abecedario “A-J” para encender y apagar los servomotores, las mismas que se establecieron el lenguaje de programación de Arduino, como se muestra en la Figura N° 26, así se define el movimiento de los servomotores; de igual manera para el control de la resistencia eléctrica, en este caso las letras “O y P” para el encendido y apagado correspondientemente.

Figura N° 33: Diagrama de bloques para el control de servomotores

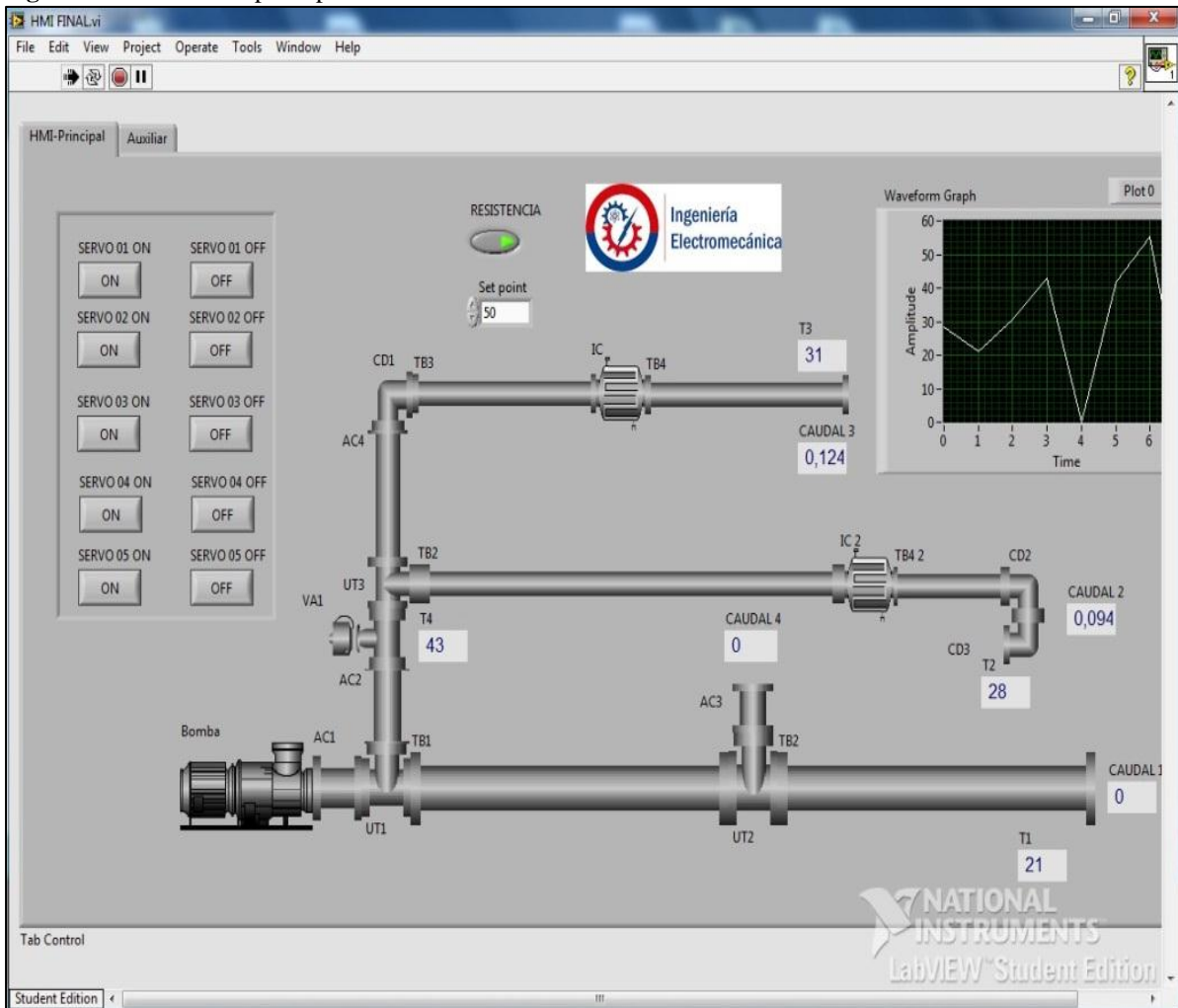


Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

➤ Panel frontal de visualización de caudales

Para el control y distribución del caudal se utiliza cinco servomotores, los cuales accionan dampers o compuertas ubicadas en cada derivación del sistema de ductos, como se aprecia en el anexo N° 29. Para distribuir el caudal Q2 y Q3 se cierra el servomotor 1 con el fin de enviar el flujo de aire por los tramos de ducto de 4 pulg. de diámetro, a una frecuencia de 30 Hz dando como resultado velocidades de 10 m/s y caudales de 0,0810 m³/s.

Figura N° 34: Pantalla principal HMI



Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

En la tabla N° 9 se muestran los datos obtenidos en las pruebas realizadas a una frecuencia de 30 y 40Hz, con todos los dampers abiertos y a una temperatura ambiente.

Tabla N° 9: Tabla de resultados

Caudales	Frecuencia					
	30Hz			40Hz		
	Caudal	Temperatura		Caudal	Temperatura	
	m3/s	m3/h	°C	m3/s	m3/h	°C
caudal 1	0,163	586,8	23	0,213	766,8	21
caudal 2	6,51x10-3	23,43	22	0,0413	148,68	22
caudal 3	0,08	288	23	0,126	453,6	22
caudal 4	0,49	1764	23	0,652	2347,2	21

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

12. IMPACTOS

➤ Aspecto Técnico

El impacto del proyecto de investigación es técnico. Mediante el estudio y adquisición de conocimientos técnicos se dimensionó los ductos para nuestro sistema de aire acondicionado, selección del ventilador centrífugo, variador de frecuencia, resistencia eléctrica, sensores de caudal y temperatura que conjuntamente con el software LabVIEW se puede tener un control y una visualización de los datos que nos entregan los sensores.

➤ Aspecto Social

El proyecto tendrá un impacto social positivo debido a que el módulo permitirá a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, el estudio de los sistemas de aire acondicionado a gran escala, ya que mediante el modulo pondrán en práctica sus conocimientos del área de fluidos, termodinámica y aire acondicionado, para posteriormente aplicarlos en diseños industriales.

➤ Aspecto Económico

El sistema SCADA tiene un aspecto económico a gran nivel, ya que mediante una computadora situada en un lugar remoto se supervisan todos los procesos que se realizan, se recibe y envía señales desde y hacia los actuadores, sensores, transductores, etc., con el sistema SCADA se reconoce y se encuentran fácilmente los problemas que puedan existir y ser reparados rápidamente, ahorrando tiempo y dinero.

➤ Aspecto Ambiental

Los sistemas SCADA tienen un aspecto ambiental positivo, con este sistema se controla y monitorea todos los procesos de una fábrica y mediante esto se puede predecir una falla de algún proceso, enviar a técnico a repararla antes que la avería se agrave y tenga un impacto irreversible sobre el medio ambiente.

13. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO

De acuerdo a las actividades planificadas al inicio del proyecto de investigación, conforme se cumplen cada uno de los objetivos planteados en el tiempo establecido, se llegó a la culminación de nuestro proyecto con un costo total de \$ 3789, como se muestra en la Tabla N° 10 en la cual se detalla los costos por resultados y actividades realizadas.

Tabla N° 10: Presupuesto general del proyecto de investigación

Resultados/Actividades	Primer año				
	1er bimestre	2do bimestre	3er bimestre	4to bimestre	5to bimestre
Formación del equipo de investigación					
Investigación bibliográfica	30	25	25	25	25
Elaboración del documento de investigación		10	10	10	
Diseño mecánico		100			
Diseño Eléctrico		50			
Adquisición del motor y ventilador centrifugo			500		
Construcción del modulo			1300		
Adquisición del variador de frecuencia		250			
Adquisición de tarjetas Arduino Mega 2560			144		
Adquisición de tarjeta Arduino UNO			36		
Adquisición de sensores y actuadores			258		
Fabricación de tarjeta de acondicionamiento de señal			70		
Adquisición de Triac 3A, 400V para control de resistencia			51		
Adquisición de gabinete			70		
Instalación eléctrica			350		
Programación en LabVIEW			150		
Pruebas del modulo				50	
Impresión y empastado del documento de investigación					100
Gastos varios					150
Subtotal	30	435	2964	85	275
TOTAL					3789

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

14. CONCLUSIONES

- Mediante la investigación bibliográfica realizada se adquiere los conocimientos necesarios para realizar el diseño y la construcción del módulo HVAC, utilizando método de pérdida de carga unitaria constante, permite una fácil comprensión al momento de seleccionar los diámetros de los ductos del sistema de aire acondicionado, dando como resultado tramo de ductos de 4 y 6 pulgadas de diámetro.
- Mediante el diseño realizado se determina los sensores de temperatura, la potencia de la resistencia (900W) con la cual se realizara cálculos de eficiencia térmica, selección del recubrimiento térmico de lana de vidrio con revestimiento de aluminio que actúa como barrera de vapor.
- En el software LabVIEW se crea un panel frontal en el cual se puede controlar y visualizar los datos que envían los sensores y actuadores, un diagrama de bloques donde se muestran todos los controladores e indicadores interconectados pareciéndose a un esquema eléctrico.
- La comunicación entre las tarjetas Arduino y el software LabVIEW se lo ejecuta mediante puerto serial bluetooth COM9 y COM11, con lo cual se tiene ventaja de no utilizar cable de comunicación.

15. RECOMENDACIONES

- La presión es un aspecto muy importante en los sistemas de aire acondicionado para ello se recomienda el uso de sensores de presión diferencial para obtener presiones en diferentes tramos de los ductos.
- Se recomienda realizar un estudio más profundo con nuevas plataformas de control, en el cual se incluya la parte de refrigeración del módulo de aire acondicionado, debido a que es una unidad de calentamiento y no posee la unidad condensadora.
- Para estudios posteriores se recomienda la utilización de un PLC, ya que por su configuración robusta es adecuado para procesos industriales.
- La humedad que contiene el aire debe ser controlada, para ello se recomienda el uso de sensores de humedad con los cuales se podrá controlar la humedad que contiene el aire.

16. BIBLIOGRAFÍA

- Appold, Feiler, Reinhard y Schmidt, H. (2005). *Tecnología de los Metales*. Barcelona, España: Reverté.
- Arduino.cl. (s.f.). *Arduino.cl*. Recuperado el s.f., de <http://arduino.cl/>:
<http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>
- Arduino.cl. (s.f.). *Arduino.cl*. Recuperado el s.f., de <http://arduino.cl/>:
<http://arduino.cl/arduino-uno/>
- Bress, T. J. (2013). *Effective LabVIEW Programming*. National Technology & Science.
- Díaz, V. S., & Barreneche, R. O. (2005). *Acondicionamiento Térmico de Edificios*. Buenos Aires: Nobuko.
- Electronilab, I. y. (s.f.). *Electronilab. Ingeniería y Diseño Electrónico*. Recuperado el 12 de 4 de 2016, de <http://electronilab.co/tienda/sensor-de-temperatura-ds18b20-tipo-sonda/>:
<http://electronilab.co/tienda/sensor-de-temperatura-ds18b20-tipo-sonda/>
- Fajardo , A., Ojeda , F., Hay Harb, A. K., & Perilla, G. (Enero-Marzo de 2014). *Scielo: Scientific Electronic Library Online*. Recuperado el 23 de Agosto de 2012, de <http://www.scielo.org/php/index.php?lang=en>:
<http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v18n39/v18n39a08.pdf>
- McRoberts, M. (2010). *Beginning Arduino*. United States of America: Apress.
- Mendiburu, H. A. (2006). *Instrumentación Virtual Industrial*. Perú: Indecopi.
- Pelegrí, J., & Lajara, J. R. (2007). *Introducción a la LabVIEW. Entorno*. México D.F.: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR.
- Rodríguez, A. (2007). *Sistemas SCADA*. México D.F.: MARCOMBO, EDICIONES TECNICAS.
- SDR, E. (s.f.). *Electro SDR*. Recuperado el s.f., de <http://electrosdr.com/es/arduino/144-pantalla-tactil-lcd-tft-24-para-arduino-uno-r3-mega-.html>:
<http://electrosdr.com/es/arduino/144-pantalla-tactil-lcd-tft-24-para-arduino-uno-r3-mega-.html>

Siemens, E. (s.f.). *Siemens Ecuador*. Recuperado el 6 de Abril de 2016, de http://www.technical.cat/PDF/Siemens/MECATRONICA/manual_sinamics_G110.pdf

Valera, J. P. (2005). *Apuntes de Física General*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Wilson, J. D., Buffa, A. J., & Lou , B. (2007). *Física*. México: Pearson Educacion.

17. ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1	Hoja de vida del Tutor de Investigación	1/2
<p data-bbox="217 338 622 371">Carlos Alfredo Espinel Cepeda</p> <div data-bbox="1209 392 1436 618" style="float: right;">  </div> <p data-bbox="217 450 584 483">1. DATOS PERSONALES</p> <p data-bbox="217 535 1015 568">NOMBRES Y APELLIDOS: Carlos Alfredo Espinel Cepeda</p> <p data-bbox="217 591 860 624">FECHA DE NACIMIENTO: 16 de Abril de 1983</p> <p data-bbox="217 647 802 680">CEDULA DE CIUDADANÍA: 050268518-3</p> <p data-bbox="217 703 963 736">NUMEROS TELÉFONICOS: 032812162 / 0984744165</p> <p data-bbox="217 759 1031 792">E-MAIL: chinoespinel@yahoo.es espinelc.caec@gmail.com</p> <p data-bbox="217 815 584 848">ESTUDIOS REALIZADOS</p> <p data-bbox="217 871 823 904">NIVEL PRIMARIO: Escuela “Simón Bolívar”</p> <p data-bbox="217 927 1086 960">NIVEL SECUNDARIO: Colegio Técnico “Ramón Barba Naranjo”</p> <p data-bbox="217 983 927 1016">NIVEL SUPERIOR: Universidad Técnica de Cotopaxi</p> <p data-bbox="217 1061 392 1095">2. TITULOS</p> <p data-bbox="217 1151 620 1184">Ingeniero en Electromecánica.</p> <p data-bbox="217 1207 628 1240">Suficiencia en el Idioma Ingles.</p> <p data-bbox="217 1285 644 1319">3. EXPERIENCIA LABORAL</p> <p data-bbox="217 1375 1442 1464">Universidad Técnica de Cotopaxi. Docente de la Carrera de Ingeniería Electromecánica (2015/2016)</p> <p data-bbox="217 1487 1334 1520">Novacero (032998400). Comprador de Repuestos Mecánicos y Eléctricos (2011/2015)</p> <p data-bbox="217 1543 1434 1576">Industrias Verton (023260641). Automatización de una inyectora de poliuretanos (2009/2010)</p> <p data-bbox="217 1599 1318 1632">Eduplastic (032271303). Jefe de producción y mantenimiento industrial (2001/2009)</p> <p data-bbox="217 1655 1027 1688">Tecni Industrias Mash. Operador de tornos y fresadoras (1999)</p> <p data-bbox="217 1711 1174 1744">Tornos Mena e Hijos (032809766). Ayudante y operador de tornos (1998)</p>		

Anexo 1	Hoja de vida del Tutor de Investigación	2/2
<p>4. SEMINARIOS Y CAPACITACIONES</p>		
<p>Motor de Combustión Interna. Aplicaciones Informáticas para el Análisis Financiero en Proyectos de Inversión. Alternativas en Multimedia para la Enseñanza Aprendizaje en las Ciencias. Sistema Nacional Interconectado del Ecuador. Recursos Energéticos No Convencionales. Control de Calidad. Automatización Industrial. Segundas Jornadas Nacionales de Ingeniería en Electromecánica. Terceras Jornadas Nacionales de Ingeniería en Electromecánica. Montaje y Desmontaje de Rodamientos. Clasificación de Áreas Peligrosas y Tecnologías de Iluminación. Termografía y Alineación de Ejes. Licencia de riesgos eléctricos. Materiales para la ingeniería, tecnología del mecanizado y metrología dimensional. Prevención de Riesgos Eléctricos y de la Construcción. Primer congreso ELINDELM (Eléctrica, Industrial y Electromecánica) VII Feria UTCiencia (expositor) Segundo lugar en la Feria Interna Utecina 2016 Ponente del II Seminario Internacional “Universidad-Sociedad” Ponente y participante en el I Congreso Internacional De Electromecánica y Eléctrica. Organizador y participante en las Jornadas Científicas Internacionales 2016.</p>		
<p>5. OTROS MERITOS Y CONOCIEMIENTOS</p>		
<p>Mejor Egresado de la Segunda Promoción de la Especialización de Ingeniería Electromecánica. Curso de AUTODESK INVENTOR 2013 Manejo de Paquetes Informáticos (Word , Excel, Power Point, Internet) Brigadista y líder de brigada de primeros auxilios en Novacero Planta Lasso. Poder de Negociación con Proveedores Externos. Buenas Relaciones Interpersonales.</p>		

Anexo 2	Hoja de vida del Investigador 1	1/1
----------------	--	------------

HOJA DE VIDA



DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Chillagana Caguata
NOMBRES: Luis Fernando
CEDULA DE IDENTIDAD: 050379832-4
FECHA DE NACIMIENTO: 10 de Octubre de 1992
ESTADO CIVIL: Soltero
DOMICILIO: Ciudadela Los Nevados, calles Río Guayas y Río Cristal
CELULAR: 0979320265
E-MAIL: luis.chillagana4@utc.edu.ec

FORMACIÓN ACADÉMICA

ESTUDIOS PRIMARIOS: Escuela Fiscal Mixta “Club Rotario”
ESTUDIOS SECUNDARIOS: Instituto Tecnológico Superior “Vicente león”
Título de Bachiller: Físico Matemático (FF.MM)
ESTUDIOS SUPERIORES: Universidad Técnica de Cotopaxi
Título: Ingeniero Electromecánico
Nivel en curso: Decimo Semestre

CURSOS REALIZADOS

UNIVERSIDAD DE CUENCA
 Seminario de Electricidad y Energías Alternativas
 Duración: 32 Horas
 Fecha: 7,8 y 9 de noviembre de 2013
 UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
 Seminario Internacional “Uso Energético Fuentes Alternativas y Desarrollo Sostenible”
 Duración: 40 Horas
 Fecha: 8, 9, 10, 11 de Abril del 2015

.....
 Chillagana Caguata Luis Fernando
 C.I. 050379832-4

Anexo 3	Hoja de vida del Investigador 2	1/1
----------------	--	------------

HOJA DE VIDA



DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Sasintuña Sani
NOMBRES: Denis Mauricio
CEDULA DE IDENTIDAD: 1600542771
FECHA DE NACIMIENTO: Puyo, 22 de Enero de 1993
ESTADO CIVIL: Soltero
DOMICILIO: Ottawa y La Habana
CELULAR: 0979911603
E-MAIL: denis.sasintuna1@utc.edu.ec

FORMACIÓN ACADÉMICA

ESTUDIOS PRIMARIOS: Unidad Educativa Santo domingo de Guzmán
ESTUDIOS SECUNDARIOS: Instituto Tecnológico Superior Francisco de Orellana
Título de Bachiller: Técnico en Electricidad, Especialización en Instalaciones, Equipos Y Maquinas Eléctricas
ESTUDIOS SUPERIORES: Universidad Técnica de Cotopaxi
Título: Ingeniero Electromecánico
Nivel en curso: Decimo Semestre

CURSOS REALIZADOS

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Seminario de Electricidad y Energías Alternativas
Duración: 32 Horas
Fecha: 7,8 y 9 de noviembre de 2013
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
Seminario Internacional “Uso Energético Fuentes Alternativas y Desarrollo Sostenible”
Duración: 40 Horas
Fecha: 8, 9, 10, 11 de Abril del 2015

.....
Denis Mauricio Sasintuña Sani
C.I. 1600542771

Anexo 4	Hoja de datos del variador de frecuencia SIEMENS modelo SINAMICS G110	1/6
----------------	--	------------

1 Aspectos generales

1.1 SINAMICS G110

Los convertidores SINAMICS G110 son convertidores de frecuencia para regular la velocidad en motores trifásicos. Los diferentes modelos que se suministran cubren un margen de potencia de 120 W a 3,0 kW en redes monofásicas.

Los convertidores están controlados por microprocesador y utilizan tecnología IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) de última generación. Esto los hace fiables y versátiles. Un método especial de modulación por ancho de impulsos con frecuencia de pulsación seleccionable permite un funcionamiento silencioso del motor. Extensas funciones de seguridad ofrecen una protección excelente tanto del convertidor como del motor.

Con sus ajustes por defecto realizados en fabrica, SINAMICS G110 es ideal para una gran gama de aplicaciones sencillas de control de motores V/f.

Haciendo uso del gran número de parámetros de ajuste de que dispone, también puede utilizarse SINAMICS G110 en aplicaciones más avanzadas para control de accionamientos.

Los valores de parámetros para el SINAMICS G110 se pueden modificar con el panel BOP (Basic Operator Panel) o bien mediante la interface USS.

SINAMICS G110 existe en dos variantes:

- Variante USS
- Variante analógica

Ambos modelos con o sin filtro EMC y disipador plano.

El SINAMICS G110 puede utilizarse tanto en aplicaciones donde se encuentre aislado como integrado en sistemas de automatización.

Anexo 4	Hoja de datos del variador de frecuencia SIEMENS modelo SINAMICS G110	2/6
<p>1.2 Características</p> <p>Características principales</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fácil de instalar ➤ Puesta en marcha sencilla <ul style="list-style-type: none"> ◆ puesta en servicio rápida ◆ función "reposición a valores de fábrica" (reajusta los parámetros a sus valores por defecto) ➤ Diseño robusto en cuanto a EMC ➤ Puede funcionar en redes de alimentación IT (modelos sin filtro) ➤ 1 entrada digital con separación galvánica ➤ 3 entradas digitales sin separación galvánica ➤ 1 entrada analógica AIN: 0 – 10 V (solo en la variante analógica) se puede utilizar como cuarta entrada digital. ➤ Altas frecuencias de pulsación para funcionamiento silencioso del motor ➤ La información de estado y alarmas se visualizan en el panel BOP (obtenible como opción) ➤ BOP opcional con funcionalidad de copia de parámetros para juegos de parámetros ➤ Interface interna RS485 (solo en la variante USS) ➤ Kit de conexión para el enlace PC-convertidor (RS232) <p>Funciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tiempo de respuesta a señales de mando rápido ➤ Limitación rápida de corriente (fast current limit FCL) para funcionamiento seguro sin desconexiones por fallo ➤ Freno combinado ➤ Freno por inyección de corriente continua integrado ➤ Frecuencias fijas ➤ Función de potenciómetro motorizado ➤ Tiempos de aceleración y deceleración ajustables con redondeo parametrizable ➤ Característica V/f multipunto ➤ 150% de sobrecarga en 60 segundos ➤ Control con 2-hilos/3-hilos control ➤ Rearranque automático después de cortes de red ➤ Rearranque al vuelo <p>Características de protección</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Protección sobretensión / subtensión ➤ Protección de sobretemperatura para el convertidor ➤ Protección de defecto a tierra ➤ Protección de cortocircuito ➤ Protección térmica del motor por i^2t ➤ Protección contra la pérdida de estabilidad (vuelco) del motor 		

2.3 Condiciones ambientales para el servicio

Temperatura

-10 °C hasta +50 °C (14 °F hasta 122 °F). Encontrará mayores detalles sobre factores de reducción en la Tabla 7-8, en la página 76.

Humedad

Humedad relativa \leq 95 % sin condensación.

Altitud

Si el convertidor debe instalarse a una altitud $>$ 1000 m o a partir de 2000 m sobre el nivel del mar rigen las curvas de reducción de la figura Figura 2-2:

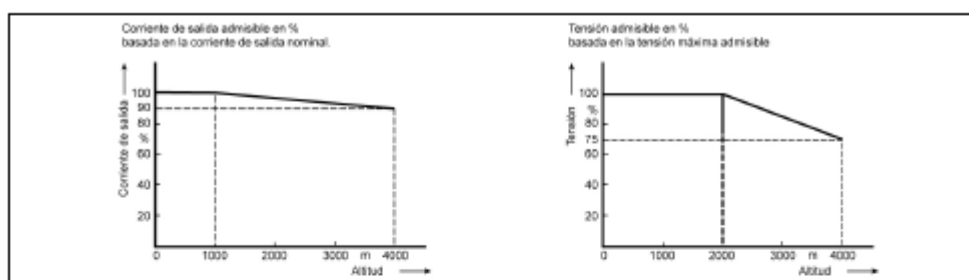


Figura 2-2 Curvas de reducción para corriente y tensión en función de la altitud.

Choques y Vibraciones

No dejar caer el convertidor o exponerlo a choques bruscos. No instalar el convertidor en un área que puede estar expuesta a vibraciones constantes.

Resistencia mecánica según EN 60721-3-3

- Movimiento de adaptación: 0,075 mm (10 Hz a 58 Hz)
- Aceleración: 10 m/s² (58 Hz a 200 Hz)

Radiación electromagnética

No instalar el convertidor cerca de fuentes de radiación electromagnética.

Contaminación atmosférica

No instalar el convertidor en un entorno que contenga contaminantes atmosféricos tales como polvo, gases corrosivos, etc.

Agua y humedad

Tomar las precauciones necesarias para evitar instalar el convertidor en lugares donde pueda presentarse humedad y condensación excesivas, p. ej. no instalarlo cerca de tuberías con peligro de condensación.

Instalación y refrigeración



ADVERTENCIA

Los convertidores se deben montar en posición frontal - vertical para asegurar la refrigeración necesaria.

Instalación eléctrica

ADVERTENCIA

- Para asegurar el funcionamiento correcto de este equipo, deberá ser instalado y puesto en servicio por personal cualificado y cumpliendo plenamente las advertencias especificadas en estas Instrucciones.
- En los cables que están conectados al convertidor nunca se deben llevar a cabo ensayos de aislamiento de alta tensión.
- Considerar especialmente los reglamentos de instalación y seguridad generales y regionales relativos al trabajo en instalaciones con tensión peligrosa (p. ej. EN 50178), al igual que los reglamentos importantes sobre uso correcto de herramientas y equipos de protección personal.
- Debido a los condensadores del circuito intermedio, las conexiones de los cables de red, del motor y del circuito intermedio conducen tensiones peligrosas aunque este desconectada la alimentación. Espere **cinco minutos** para permitir que se descarguen los condensadores antes de comenzar cualquier trabajo de instalación en el equipo.
- Para montar convertidores uno junto a otro, es absolutamente necesario mantener las separaciones prescritas (véase Figura 2-4, en la página 25).

PRECAUCIÓN

Los cables de alimentación y los del motor, es necesario tenderlos separados de los cables de mando. No llevarlos a través del mismo conducto/canaleta.

Generalidades

ADVERTENCIA

El convertidor debe ponerse siempre a tierra. Si el convertidor no está puesto a tierra correctamente se puede destruir el convertidor, así como producirse altas tensiones peligrosas para las personas. Lo mismo rige si el convertidor trabaja en redes no puestas a tierra.

Anexo 4	Hoja de datos del variador de frecuencia SIEMENS modelo SINAMICS G110	5/6
----------------	--	------------

Conexiones a la red y al motor

ADVERTENCIA

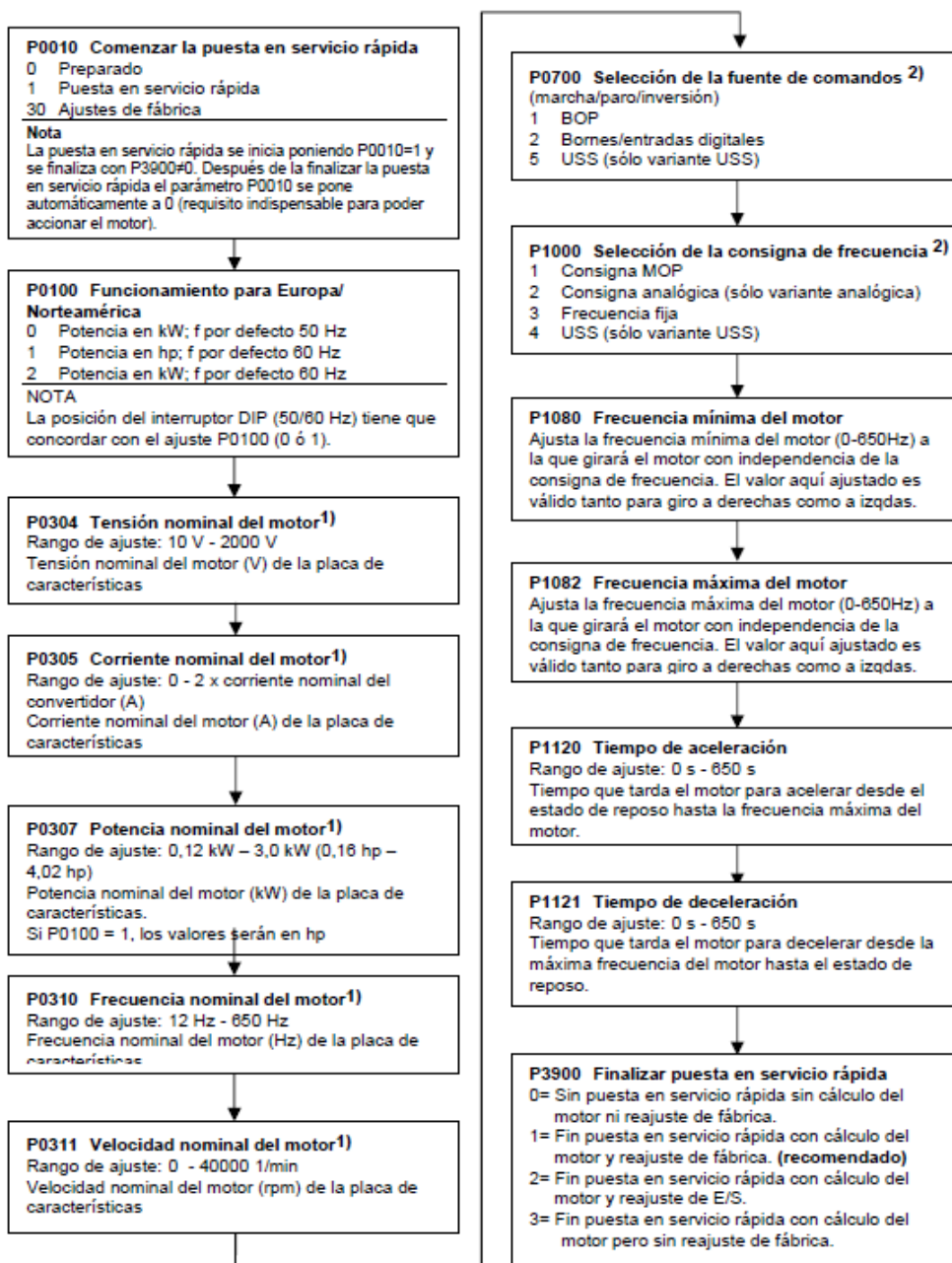
- Antes de realizar o cambiar conexiones en la unidad, desconectar la fuente de alimentación del equipo.
 - Asegurarse de que el convertidor está configurado para la tensión de alimentación correcta: SINAMICS G110 no deberán conectarse a una tensión de alimentación superior a 1 AC 230 V.
-

NOTA

- Asegurarse de que entre la fuente de alimentación y el convertidor estén conectados interruptores o fusibles de protección dimensionados para la corriente nominal especificada (véase capítulo 7, en la página 73).
- Utilizar únicamente hilo de cobre de la clase 1, 75 °C. Sección como en la Tabla 7-4 o Tabla 7-5, páginas 74 y 75 (al menos AWG 16 para cumplir con UL). Ver valores de pares de apriete en Tabla 7-2 en la página 74.
- Para apretar las conexiones de los cables utilice un destornillador tipo "Pozidrive" de 4 – 5 mm.
- Para cumplir con la normativa UL, se tienen que conectar los bornes de control del convertidor G110 con cables monofilares.
- Para cumplir con la normativa UL, se debe poner en la terminal del cable un engarce a presión que disponga de homologación UL para las siguientes conexiones PE del SINAMICS G110:

Forma constructiva A: conexión PE de red y de motor.
Formas constructivas B y C: conexión PE de red

Diagrama de flujo para puesta en servicio rápida (nivel de acceso 1 - P0003=1)



1) Parámetros relacionados con el motor. Consulte la placa de características del motor.

2) Son parámetros que contienen una lista más detallada de posibles ajustes para su uso en aplicaciones específicas. Consulte la Lista de parámetros.

DS18B20**Programmable Resolution
1-Wire Digital Thermometer****General Description**

The DS18B20 digital thermometer provides 9-bit to 12-bit Celsius temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

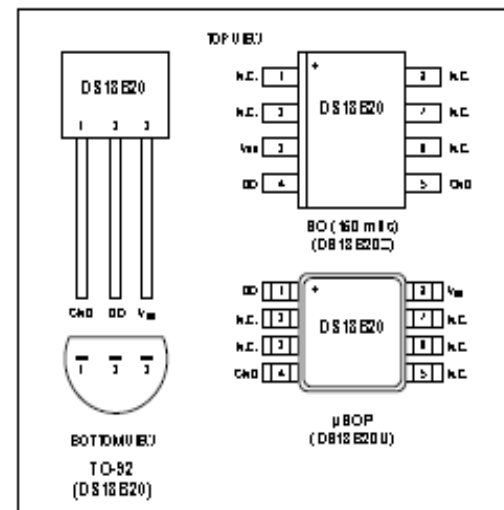
Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment, or machinery, and process monitoring and control systems.

Applications

- Thermostatic Controls
- Industrial Systems
- Consumer Products
- Thermometers
- Thermally Sensitive Systems

Benefits and Features

- Unique 1-Wire[®] Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Reduce Component Count with Integrated Temperature Sensor and EEPROM
 - Measures Temperatures from -55 °C to +125 °C (-67 °F to +257 °F)
 - ± 0.5 °C Accuracy from -10 °C to +85 °C
 - Programmable Resolution from 9 Bits to 12 Bits
 - No External Components Required
- Parasitic Power Mode Requires Only 2 Pins for Operation (DQ and GND)
- Simplifies Distributed Temperature-Sensing Applications with Multidrop Capability
 - Each Device Has a Unique 64-Bit Serial Code Stored in On-Board ROM
- Flexible User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings with Alarm Search Command Identifies Devices with Temperatures Outside Programmed Limits
- Available in 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin μ SOP, and 3-Pin TO-92 Packages

Pin Configurations

[Ordering Information](#) appears at end of data sheet.

1-Wire is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

DS18B20

Programmable Resolution
1-Wire Digital Thermometer

Absolute Maximum Ratings

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground -0.5V to +6.0V Storage Temperature Range -55°C to +125°C
 Operating Temperature Range -55°C to +125°C Solder Temperature Refer to the IPC/JEDEC
 J-STD-020 Specification.

These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

DC Electrical Characteristics

(-55°C to +125°C; $V_{DD} = 3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{DD}	Local power (Note 1)	+3.0		+5.5	V
Pullup Supply Voltage	V_{PU}	Parasitic power	+3.0		+5.5	V
		Local power	+3.0		V_{DD}	
Thermometer Error	t_{ERR}	-10°C to +85°C			±0.5	°C
		-55°C to +125°C			±2	
Input Logic-Low	V_{IL}	(Notes 1, 4, 5)	-0.3		+0.8	V
Input Logic-High	V_{IH}	Local power	+2.2		The lower of 5.5 or	V
		Parasitic power	+3.0		$V_{DD} + 0.3$	
Sink Current	I_L	$V_{IO} = 0.4V$	4.0			mA
Standby Current	I_{DDBS}	(Notes 7, 8)		750	1000	µA
Active Current	I_{DD}	$V_{DD} = 5V$ (Note 9)		1	1.5	mA
DQ Input Current	I_{DQ}	(Note 10)		5		µA
Drift		(Note 11)		±0.2		°C

Note 1: All voltages are referenced to ground.

Note 2: The Pullup Supply Voltage specification assumes that the pullup device is ideal, and therefore the high level of the pullup is equal to V_{PU} . In order to meet the V_{IH} spec of the DS18B20, the actual supply rail for the strong pullup transistor must include margin for the voltage drop across the transistor when it is turned on; that is: $V_{PU_ACTUAL} = V_{PU_IDEAL} + V_{TRANSISTOR}$.

Note 3: See typical performance curve in [Figure 1](#).

Note 4: Logic-low voltages are specified at a sink current of 4mA.

Note 5: To guarantee a presence pulse under low voltage parasitic power conditions, V_{IHLMAX} may have to be reduced to as low as 0.5V.

Note 6: Logic-high voltages are specified at a source current of 1mA.

Note 7: Standby current is specified up to +70°C. Standby current typically is 3µA at +125°C.

Note 8: To minimize I_{DDBS} , DQ should be within the following ranges: $GND \leq DQ \leq GND + 0.3V$ or $V_{DD} - 0.3V \leq DQ \leq V_{DD}$.

Note 9: Active current refers to supply current during active temperature conversions or EEPROM writes.

Note 10: DQ line is high ("high-Z" state).

Note 11: Drift data is based on a 1000-hour stress test at +125°C with $V_{DD} = 5.5V$.

DS18B20

Programmable Resolution
1-Wire Digital Thermometer**AC Electrical Characteristics—NV Memory**(-55°C to +125°C; $V_{DD} = 3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
NV Write Cycle Time	t_{WR}			2	10	ms
EEPROM Writes	N_{EERW}	-55°C to +55°C	50k			writes
EEPROM Data Retention	t_{EEDR}	-55°C to +55°C	10			years

AC Electrical Characteristics(-55°C to +125°C; $V_{DD} = 3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Conversion Time	t_{CONV}	9-bit resolution			93.75	ms
		10-bit resolution	(Note 12)		187.5	
		11-bit resolution			375	
		12-bit resolution			750	
Time to Strong Pull Up	t_{SPOW}	Start of the RT command issued			10	μs
Time Slot	t_{LSLOT}	(Note 12)	60		120	μs
Recovery Time	t_{RE}	(Note 12)	1			μs
Write 0 Low Time	t_{LOW0}	(Note 12)	60		120	μs
Write 1 Low Time	t_{LOW1}	(Note 12)	1		15	μs
Read Data Valid	t_{RDV}	(Note 12)			15	μs
Reset Time High	t_{RSTH}	(Note 12)	480			μs
Reset Time Low	t_{RSTL}	(Notes 12, 13)	480			μs
Presence-Detect High	t_{PDHIGH}	(Note 12)	15		60	μs
Presence-Detect Low	t_{PDL0W}	(Note 12)	60		240	μs
Capacitance	$C_{IN/OUT}$				25	pF

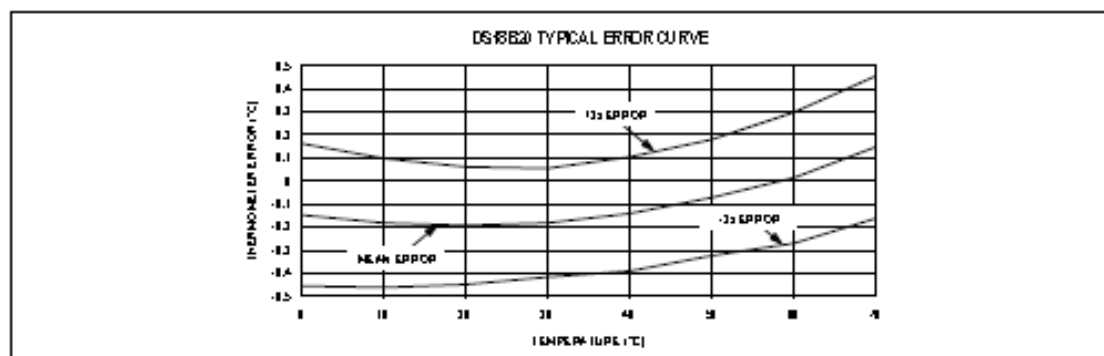
Note 12: See the timing diagrams in [Figure 2](#).Note 13: Under parasitic power, if $t_{RSTL} > 960 \mu s$, a power-on reset can occur.

Figure 1. Typical Performance Curve



Arduino Mega 2560 es una placa electronica basada en el Atmega2560. Cuenta con 54 pines de entrada / salida digital (de los cuales 14 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP. Y cuenta con un botón de reinicio.

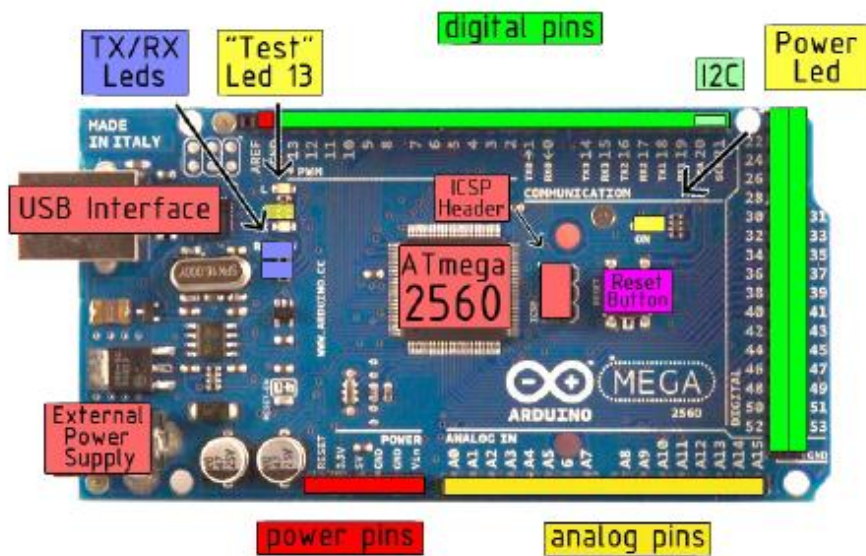
Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; Simplemente conéctelo a un ordenador con un cable USB o conéctelo con un adaptador AC-DC o una batería para empezar. La Mega es compatible con la mayoría de los shield para el Arduino Duemilanove o Diecimila.

Especificaciones Técnicas de la Tarjeta Arduino MEGA 2560

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



Operación de voltaje

El Arduino Mega2560 se puede alimentar a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación se selecciona automáticamente. La alimentación externa (no USB) puede venir de un adaptador de CA a CC (verrugas de pared) o de una batería. El adaptador puede conectarse enchufando un conector positivo de centro de 2,1 mm en el conector de alimentación de la tarjeta. Las derivaciones de una batería se pueden insertar en los conectores de los conectores POWER y Gnd.

La placa puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios. Si se suministra con menos de 7V, sin embargo, el pin de 5V puede suministrar menos de cinco voltios y la placa puede ser inestable. Si utiliza más de 12V, el regulador de voltaje puede sobrecalentarse y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios.

Los pines de alimentación son los siguientes:

- VIN. El voltaje de entrada a la tarjeta Arduino cuando está utilizando una fuente de alimentación externa. Usted puede suministrar voltaje a través de este pin, o, si el suministro de voltaje a través de la toma de corriente, el acceso a través de este pin.
- 5V. La fuente de alimentación regulada utilizada para alimentar el microcontrolador y otros componentes de la placa. Esto puede venir de VIN a través de un regulador de a bordo, o ser suministrado por USB u otro suministro regulado de 5V.
- 3V3. Una fuente de 3.3 voltios generada por el regulador de a bordo. El consumo máximo de corriente es de 50 mA.
- GND. Pasadores de tierra.

Memoria de la Tarjeta

El ATmega2560 tiene 256 KB de memoria flash para almacenar código (de los cuales 8 KB se utiliza para el gestor de arranque), 8 KB de SRAM y 4 KB de EEPROM (que se pueden leer y escribir con la librería EEPROM).

Entradas

Cada uno de los 54 pines digitales del Mega se puede utilizar como entrada o salida, usando `pinMode()`, `digitalWrite()`, y funciones `digitalRead()`. Funcionan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up interna (desconectada por defecto) de 20-50 kOhms. Además, algunos pins tienen funciones especializadas:

- Serial: 0 (RX) y 1 (TX); Serie 1: 19 (RX) y 18 (TX); Serie 2: 17 (RX) y 16 (TX); Serie 3: 15 (RX) y 14 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y transmitir (TX) datos en serie TTL. Los pins 0 y 1 también están conectados a las clavijas correspondientes del chip ATmega8U2 USB-to.TTL Serial.
- Interrupciones externas: 2 (interrupción 0), 3 (interrupción 1), 18 (interrupción 5), 19 (interrupción 4), 20 (interrupción 3) y 21 (Interrupción 2). Estos pines pueden configurarse para activar una interrupción en un valor bajo, un flanco ascendente o descendente o un cambio de valor.
- PWM: 0 a 13. Proporciona salida PWM de 8 bits con la función `analogWrite()`.
- SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Estos pines soportan la comunicación SPI, la cual, aunque proporcionado por el hardware subyacente, no está incluida actualmente en el lenguaje Arduino. Los pines SPI también están desatados en la cabecera ICSP, que es físicamente compatible con el Duemilanove y Diecimilla.
- LED: 13. Hay un LED incorporado conectado a la clavija digital 13. Cuando el pin es valor ALTO, el LED está encendido, cuando el pin es LOW, está apagado.
- I2C: 20 (SDA) y 21 (SCL). Apoya la comunicación de I2C (TWI) usando la biblioteca del alambre. Tenga en cuenta que estos pines no están en la misma ubicación que los pines I2C en el Duemilanove.

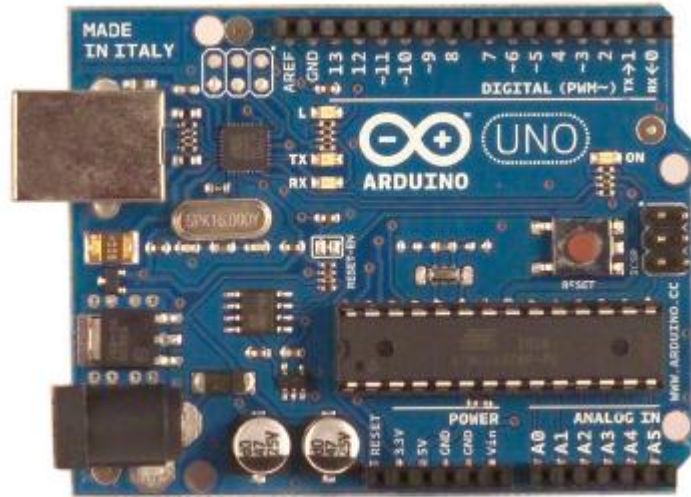
Salidas

El Mega2560 tiene 16 entradas analógicas, cada una de las cuales proporciona 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes). Por defecto miden de tierra a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango usando el alfiler AREF y la función `analogReference()`.

Hay un par de otros pines en la placa:

- AREF. Tensión de referencia para las entradas analógicas. Se utiliza con `analogReference()`.
- Reiniciar. Lleva esta línea LOW para reiniciar el microcontrolador. Se utiliza normalmente para agregar un botón de reinicio a los escudos que bloquear el que está en el tablero.

Anexo 6	Hoja de datos de la tarjeta Arduino meja 2560	5/5
<p>Comunicación</p> <p>El Arduino Mega2560 tiene una serie de instalaciones para comunicarse con una computadora, otro Arduino, u otros microcontroladores. El ATmega2560 proporciona cuatro UART de hardware para la comunicación en serie TTL (5V).</p> <p>Un ATmega8U2 en la placa canaliza uno de ellos a través de USB y proporciona un puerto virtual a software en el equipo (las máquinas con Windows necesitarán un archivo .inf, pero las máquinas OSX y Linux reconocerán la placa como un puerto COM automáticamente. Incluye un monitor en serie que permite enviar datos simples desde y hacia la placa Los LEDs RX y TX de la placa parpadearán cuando se transmitan datos a través del chip ATmega8U2 y la conexión USB al ordenador (pero no para la comunicación serie en Pins 0 y 1).</p> <p>Una biblioteca de SoftwareSerial permite la comunicación en serie en cualquiera de los pines digitales de MEGA.</p> <p>El ATmega2560 también soporta comunicación I2C (TWI) y SPI. El software Arduino incluye una biblioteca de cables para simplificar el uso del bus I2C.</p> <p>Programación</p> <p>El Arduino Mega2560 se puede programar con el software Arduino.</p> <p>El Atmega2560 en el Arduino Mega viene pre-quemado con un gestor de arranque que le permite cargar un nuevo código sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica utilizando el protocolo STK500 original.</p> <p>También puede omitir el gestor de arranque y programar el microcontrolador a través de la cabecera ICSP (In-Circuit Serial Programming).</p>		



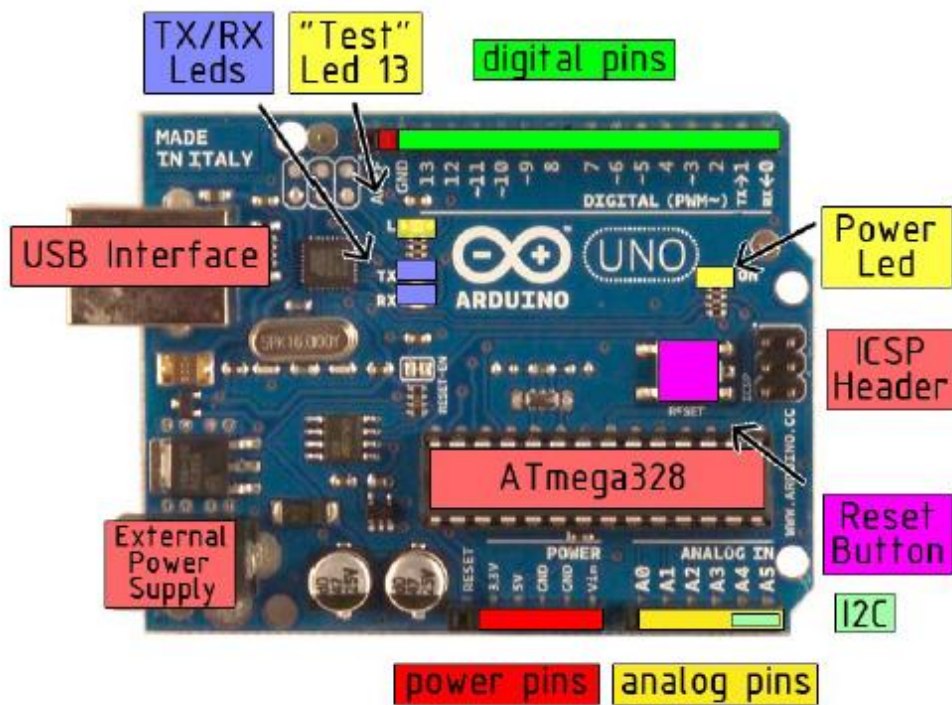
El Arduino Uno es un tablero de microcontroladores basado en el ATmega328. Tiene 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 se pueden utilizar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un oscilador de cristal de 16 MHz, un Conexión USB, una toma de corriente, una cabecera ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; Simplemente conéctelo a un ordenador con un cable USB o conéctelo con un adaptador AC-DC o una batería para empezar. El Uno difiere de todos los tableros anteriores en que no utiliza el chip driver FTDI USB-to-serial. En su lugar, cuenta con el Atmega8U2 programado como un convertidor de USB a serie. "Uno" significa uno en italiano y se nombra para marcar el próximo lanzamiento de Arduino 1.0. El Uno y la versión 1.0 serán las versiones de referencia de Arduino, avanzando. El Uno es el último de una serie de placas USB Arduino, y el modelo de referencia para la plataforma Arduino.

Especificaciones Técnicas del Arduino Uno

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



Voltaje de operación

El Arduino Uno puede alimentarse a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación se selecciona automáticamente.

La alimentación externa (no USB) puede venir de un adaptador de CA a CC (verrugas de pared) o de una batería. El adaptador puede conectarse enchufando un conector positivo de centro de 2,1 mm en el conector de alimentación de la tarjeta. Las derivaciones de una batería se pueden insertar en los conectores de los conectores POWER y Gnd.

La placa puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios. Si se suministra con menos de 7V, sin embargo, el pin de 5V puede suministrar menos de cinco voltios y la placa puede ser inestable. Si utiliza más de 12V, el regulador de voltaje puede sobrecalentarse y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios.

Los pines de alimentación son los siguientes:

- VIN. El voltaje de entrada a la tarjeta Arduino cuando se utiliza una fuente de alimentación externa. Usted puede suministrar voltaje a través de este pin, o, si el suministro de voltaje a través de la toma de corriente, el acceso a través de este pin.
- 5V. La fuente de alimentación regulada utilizada para alimentar el microcontrolador y otros componentes de la placa. Esto puede venir de VIN a través de un regulador de a bordo, o ser suministrado por USB u otro suministro regulado de 5V.
- 3V3. Una fuente de 3.3 voltios generada por el regulador. El consumo máximo de corriente es de 50 mA.
- GND. Pasadores de tierra.

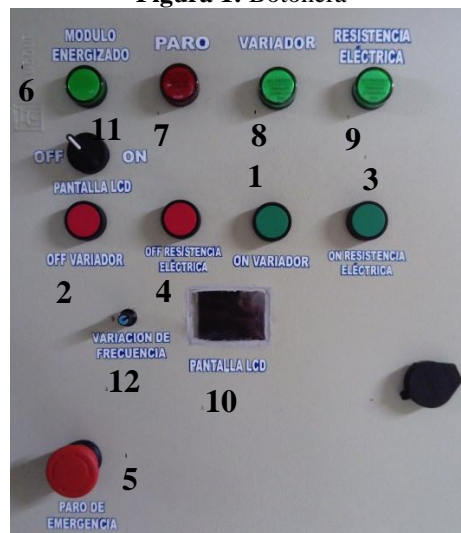
Anexo 7	Hoja de datos de la tarjeta Arduino UNO	4/6
<p>Memoria</p> <p>El Atmega328 tiene 32 KB de memoria flash para almacenar código (de los cuales 0,5 KB se utiliza para el gestor de arranque); También tiene 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM (que se puede leer y escribir con la librería EEPROM).</p> <p>Entradas</p> <p>Cada uno de los 14 pines digitales del Uno se puede utilizar como entrada o salida, utilizando las funciones pinMode (), digitalWrite () y digitalRead (). Funcionan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia pull-up interna (desconectada por defecto) de 20-50 kOhms. Además, algunos pins tienen funciones especializadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Serie: 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y transmitir (TX) datos en serie TTL. Estos pines están conectados a los pines correspondientes del chip ATmega8U2 USB-to TTL Serial. • Interrupciones externas: 2 y 3. Estas clavijas se pueden configurar para activar una interrupción en un valor bajo, un flanco ascendente o descendente o un cambio de valor. Vea la función attachInterrupt () para más detalles. • PWM: 3, 5, 6, 9, 10 y 11. Proporciona salida PWM de 8 bits con la función analogWrite (). • SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines soportan la comunicación SPI, que, aunque proporcionada por el hardware subyacente, no está incluida actualmente en el lenguaje Arduino. • LED: 13. Hay un LED incorporado conectado a la clavija digital 13. Cuando el pin es valor ALTO, el LED está encendido, cuando el pin es LOW, está apagado. 		

Anexo 7	Hoja de datos de la tarjeta Arduino UNO	5/6
<p>Salidas</p> <p>El Uno tiene 6 entradas analógicas, cada una de las cuales proporciona 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes). Por defecto miden de tierra a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango usando el alfiler AREF y la función <code>analogReference()</code>. Además, algunos pins tienen funcionalidad especializada:</p> <p>I²C: 4 (SDA) y 5 (SCL). Apoya la comunicación I2C (TWI) utilizando la biblioteca <code>Wire</code>.</p> <p>Hay un par de otros pines en la tarjeta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AREF. Tensión de referencia para las entradas analógicas. Se utiliza con <code>analogReference()</code>. • Reiniciar. Lleva esta línea LOW para reiniciar el microcontrolador. Se utiliza normalmente para agregar un botón de reinicio a los escudos que bloquean el de la placa. <p>Comunicación</p> <p>El Arduino Uno tiene una serie de facilidades para comunicarse con una computadora, otro Arduino, u otros microcontroladores. El ATmega328 proporciona una comunicación serie UART TTL (5V), que está disponible en los pines digitales 0 (RX) y 1 (TX). Un ATmega8U2 en la placa canaliza esta comunicación en serie a través de USB Y aparece como un com virtual al software en la computadora. El firmware '8U2 utiliza los controladores USB COM estándar y no se necesita ningún controlador externo. Sin embargo, en Windows, se requiere un archivo * .inf.</p> <p>El software Arduino incluye un monitor en serie que permite enviar datos simples desde y hacia la placa Arduino. Los LEDs RX y TX de la placa parpadearán cuando se transmitan datos a través del chip USB-toserial y la conexión USB al ordenador (pero no para la comunicación en serie en los pines 0 y 1).</p>		

Anexo 7	Hoja de datos de la tarjeta Arduino UNO	6/6
<p data-bbox="215 309 419 342">Programación</p> <p data-bbox="215 398 1444 544">El Arduino Uno puede ser programado con el software Arduino (descarga). Seleccione "Arduino Uno w / ATmega328" en el menú Herramientas> Panel (según el microcontrolador de su placa).</p> <p data-bbox="215 595 1444 741">El ATmega328 en el Arduino Uno viene pre-quemado con un gestor de arranque que le permite cargar un nuevo código sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica utilizando el protocolo STK500 original (referencia, archivos de cabecera C).</p> <p data-bbox="215 792 1444 882">También puede omitir el gestor de arranque y programar el microcontrolador a través de la cabecera ICSP (In-Circuit Serial Programming).</p> <p data-bbox="215 934 1444 1247">El código fuente del firmware ATmega8U2 está disponible. El ATmega8U2 está cargado con un cargador de arranque DFU, que se puede activar conectando el puente de soldadura en la parte posterior de la placa (cerca del mapa de Italia) y luego restablecer el 8U2. A continuación, puede utilizar el software FLIP de Atmel (Windows) o el programador DFU (Mac OS X y Linux) para cargar un nuevo firmware. O puede usar el encabezado ISP con un programador externo (sobrescribiendo el cargador de arranque DFU).</p>		

Manual de funcionamiento**1. Descripción**

El modulo dispone de cuatro pulsadores ON/OFF, un pulsador para el encendido del variador (1), un pulsador de apagado (2), un pulsador de encendido de la resistencia (3), un pulsador de apagado (4), un pulsador de paro de emergencia (5), cuatro luces piloto, una luz piloto indicadora de fases energizadas (6), luz piloto de paro de emergencia (7), luz piloto de encendido del variador (8) y una luz piloto de encendido de resistencia eléctrica (9), pantalla LCD para visualización de datos de temperatura y caudal (10), selector para ON/OFF de la pantalla LCD (11) y un potenciómetro para regular la frecuencia del variador (12).

Figura 1: Botonera

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

Para el funcionamiento del módulo HVAC accionaremos los pulsadores de encendido del ventilador y de la resistencia de acuerdo a la práctica que se ha de realizar. Una vez en funcionamiento el ventilador y la resistencia visualizaremos los datos obtenidos en el software LabVIEW, controlaremos los servomotores y la temperatura de la resistencia. Es necesario configurar los puertos de comunicación desde la pantalla auxiliar de LabVIEW de la siguiente manera:

Tabla N° 1: Configuración de puertos de comunicación.

COMUNICACIÓN SERVOMOTORES		COMUNICACIÓN SENSORES	
Puerto de comunicación:	COM 11	Puerto de comunicación:	COM 9
Velocidad:	9600	Velocidad:	9600
Data bits:	8	Data bits:	8

Elaborado por: Chillagana L., Sasintuña D.

1.2. Paro de emergencia

En caso de ser necesario detener la maquina inmediatamente, el modulo cuenta con un pulsador de paro de emergencia el cual corta el suministro de energía. Para accionarlo basta con oprimirlo, para desactivarlo es necesario girar lo en el sentido que indican las flechas.

2. Funcionamiento

Cada vez que los estudiantes o docentes deseen trabajar con el modulo deberán seguir la secuencia de encendido y ejecutar unas operaciones de inicialización.

2.1. Secuencia de encendido y apagado

Para iniciar asegúrese de tener el modulo conectado a una red de 220 V / 60Hz. En seguida siga las instrucciones.

1. Configurar los puertos de comunicación y poner a correr el programa en LabVIEW. (Ver tabla N°1)
2. Accionar el pulsador ON para el funcionamiento del variador, el piloto verde debe encenderse.
3. En caso de que se requiera encender la resistencia eléctrica se debe accionar el pulsador de la resistencia, el piloto verde debe encenderse. (para tener control sobre la resistencia se debe accionar primero el pulsador del tablero y controlar la resistencia desde el programa LabVIEW)
4. Accionar los servomotores de acuerdo como se requiera la circulación del flujo de aire.
5. Fijar una temperatura mínima y máxima de la resistencia si se trabaja con la misma.
6. Visualizar los datos de temperatura y caudal que se obtienen en el módulo.

Luego de haber realizado las practicas necesarias apagar el variador y la resistencia accionando los pulsadores rojos, y asegurarse de cortar el suministro de energía eléctrica.

Manual de mantenimiento

3. Mantenimiento

1. Verificar que todas las instalaciones estén correctamente conectadas.
2. Si existe la presencia de polvo en el tablero, realizar una limpieza tomando la precaución de no desconectar las instalaciones.
3. Realizar una limpieza del polvo en los alabes del ventilador, para evitar el desbalance del mismo.

Posibles fallas

FALLA	SOLUCIÓN
Los datos de temperatura que se muestran son incorrectos.	Apagar la pantalla LCD, revisar en la bornera que todos los cables estén conectados.
El programa LabVIEW se cuelga.	Cerrar todo el programa y volver a ejecutar.
No existe comunicación HMI	Cortar el suministro de energía y volver a energizar.

Practica N° 1

Tema: Caudal de aire en los ductos

Objetivos:

- Medir la velocidad del aire que se distribuye a través del difusor y a las salidas de los ductos.

Equipos:

- Módulo HVAC
- Pantalla LCD
- Software LabVIEW

Desarrollo:

1. Conectar el tablero a la red de 220V.
2. Colocar el selector del tablero en la posición ON.
3. Abrir el software LabVIEW y ejecutar el programa HMI final.
4. Configurar los puertos de comunicación COM9 y COM11 en la pantalla auxiliar.
5. Colocar todos los dampers en posición de 0° utilizando los pulsadores de la pantalla principal de LabVIEW.
6. Encender el variador de frecuencia y ponerlo a 30Hz.
7. Visualizar las velocidades (Km/h) a la salida del difusor y a las salidas de los ductos en la pantalla LCD.
8. Calcular el caudal de aire que proporcionan cada una de las salidas.

Cuestionario:

1. ¿Defina la función del variador de frecuencia?
2. Complete los datos obtenidos en la tabla N° 1.

Tabla N° 1. Cálculo de caudal en las salidas de los ductos.

Salida de aire	Velocidad (km/h)	Velocidad (m/s)	Área del ducto (pugl.)	Caudal (m ³ /s)
Ducto 1			4	
Ducto 2			4	
Ducto 3			4	
Ducto 4			6	

Conclusiones:

.....

Recomendaciones:

.....

Practica N° 2

Tema: Grafica de la temperatura vs tiempo.

Objetivos:

- Determinar la capacidad de calentamiento requerida para variar un rango de temperatura.

Equipos:

- Módulo HVAC
- Software LabVIEW

Desarrollo:

1. Conectar el tablero a la red de 220V.
2. Colocar el selector del tablero en la posición ON.
3. Abrir el software LabVIEW y ejecutar la programación HMI final.
4. Configurar los puertos de comunicación COM9 y COM11 en la pantalla auxiliar de LabVIEW.
5. Colocar todos los dampers en la posición de 0° utilizando los pulsadores de la pantalla principal de LabVIEW.
6. Encender el variador de frecuencia y ponerlo a 30Hz.
7. Encender la resistencia eléctrica y setear una temperatura deseada.
8. Visualizar la temperatura en la pantalla principal de LabVIEW.
9. Una vez encendido la resistencia eléctrica tomar datos de la temperatura cada 30 segundos hasta obtener la temperatura seteada.
10. Realizar una gráfica de temperatura vs tiempo.

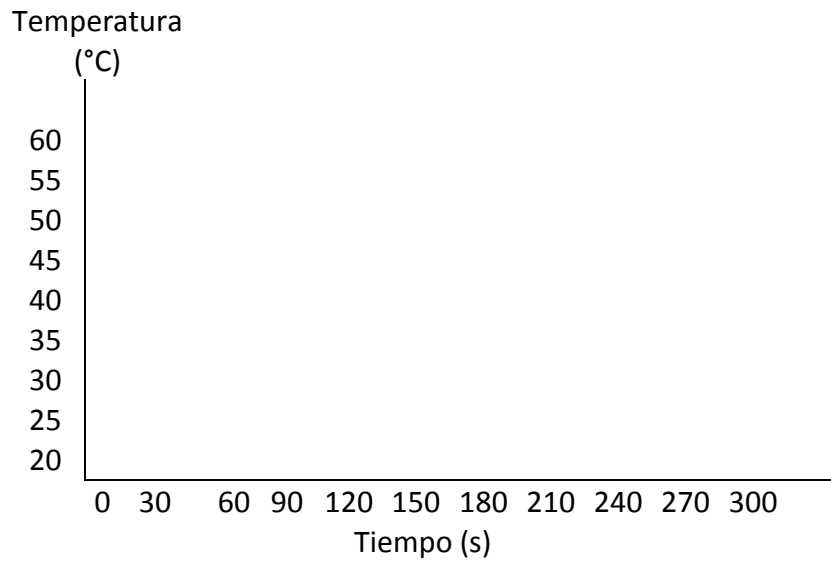
Cuestionario:

1. ¿Defina resistencia eléctrica?
2. Complete los datos obtenidos en la tabla N° 1.
3. Realice la gráfica de temperatura vs tiempo
4. Definir la temperatura de la resistencia para variar la temperatura al final del ducto.

Tabla N° 1. Cálculo de caudal en las salidas de los ductos.

N°	Tiempo(s)	Temperatura(°C)
1	0	
2	30	
3	60	
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Gráfico de la temperatura vs tiempo.



Conclusiones:

.....

Recomendaciones:

.....

Practica N° 3

Tema: Diferencia de temperatura entre el ducto con aislamiento térmico y el ducto sin aislamiento térmico.

Objetivo:

- Determinar la diferencia térmica que existe entre los dos ductos.

Equipos:

- Módulo HVAC
- Software LabVIEW

Desarrollo:

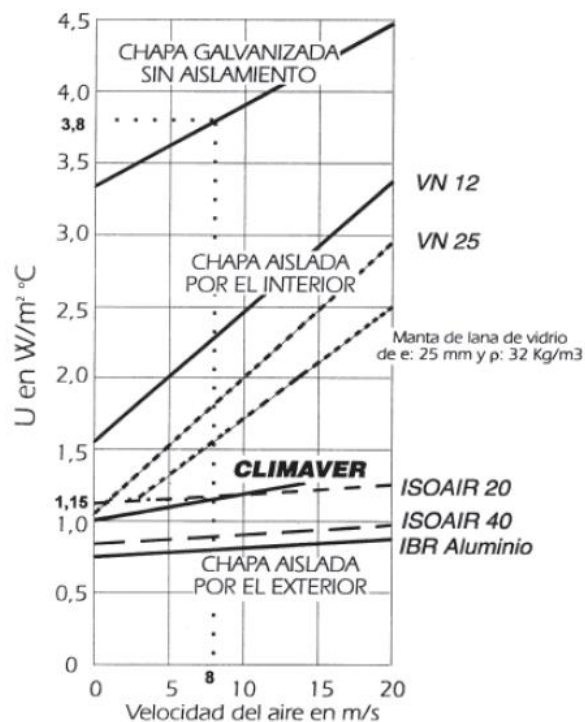
1. Conectar el tablero a la red de 220V
2. Colocar el selector del tablero en la posición ON.
3. Tomar dato de la temperatura que marcar el sensor N° 1.
4. Abrir el software LabVIEW y ejecutar la programación HMI final.
5. Configurar los puertos de comunicación COM9 y COM11 en la pantalla auxiliar de LabVIEW.
6. Encender el variador de frecuencia y ponerlo a una frecuencia de 30Hz.
7. Encender la resistencia eléctrica y setear a una temperatura de 50 °C.
8. Cerrar el damper N° 2 para que el flujo de aire fluya por los ductos superiores, utilizando el pulsador de la pantalla principal de LabVIEW.
9. Visualizar la temperatura en la pantalla principal de LabVIEW.
10. Cuando la temperatura llegue a la seteada tomar datos de la temperatura del ducto con aislamiento térmico y del ducto sin aislamiento.
11. Calcula el consumo energético de cada uno de los ductos con las fórmulas dadas a continuación.
12. Determinar la diferencia térmica que hay entre los dos ductos.

Datos del ducto con recubrimiento:

- Sección del conducto: 4 pulg.
- Longitud del conducto: 2m
- Velocidad del aire circulante: 10 m/s
- Temperatura del aire a la entrada (temperatura de la resistencia):
- Temperatura a la salida del ducto:
- Temperatura ambiente:
- Coeficiente de transferencia de calor (tabla N°1):

El coeficiente de transferencia se obtiene al intersecar la velocidad con la recta de la chapa aislada por el exterior, IBR Aluminio.

Tabla N° 1. Coeficientes de transferencia para ductos con recubrimiento y sin recubrimiento.



Se utiliza la siguiente fórmula para el cálculo de la eficiencia energética.

$$Q_e = \frac{UPL}{1000} \left(\frac{t_e + t_i}{2} - t_a \right)$$

Dónde:

Q_e: pérdida/ganancia de calor a través de las paredes de conductos, W (negativa para ganancia de calor).

U: coeficiente de transferencia de calor total de la pared de conducto, W/(m²°C)

P: perímetro del conducto, mm.

L: Longitud del conducto, m.

t_e: temperatura a la entrada.

t_i: temperatura a la salida del conducto.

t_a: temperatura ambiente.

Reemplazamos los valores en la fórmula:

$$Q_e = \frac{*}{1000} \frac{*}{*} \left(\frac{+}{2} - \quad \right)$$

$$Q_e = \dots\dots\dots W$$

Datos del ducto sin recubrimiento:

- Sección del conducto: 4 pulg.
- Longitud del conducto: 2,65m
- Velocidad del aire circulante: 10 m/s
- Temperatura del aire a la entrada (temperatura de la resistencia):
- Temperatura a la salida del ducto:
- Temperatura ambiente:
- Coeficiente de transferencia de calor (tabla N°1):

Se realiza el mismo procedimiento para encontrar el coeficiente de transferencia del ducto sin recubrimiento.

Reemplazamos los valores en la formula anterior:

$$Q_e = \frac{* *}{1000} \left(\frac{+}{2} - \right)$$

$$Q_e = \dots\dots\dots W$$

Determinamos la diferencia de perdida que existe entre el ducto con recubrimiento y sin recubrimiento.

Eficiencia del ducto con recubrimiento

$$Q_e: \dots\dots\dots W$$

Eficiencia del ducto sin recubrimiento

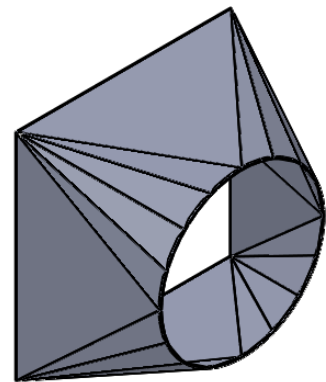
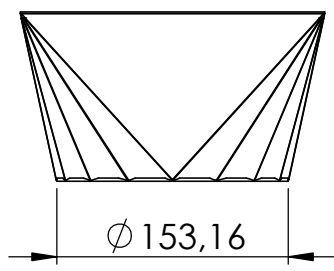
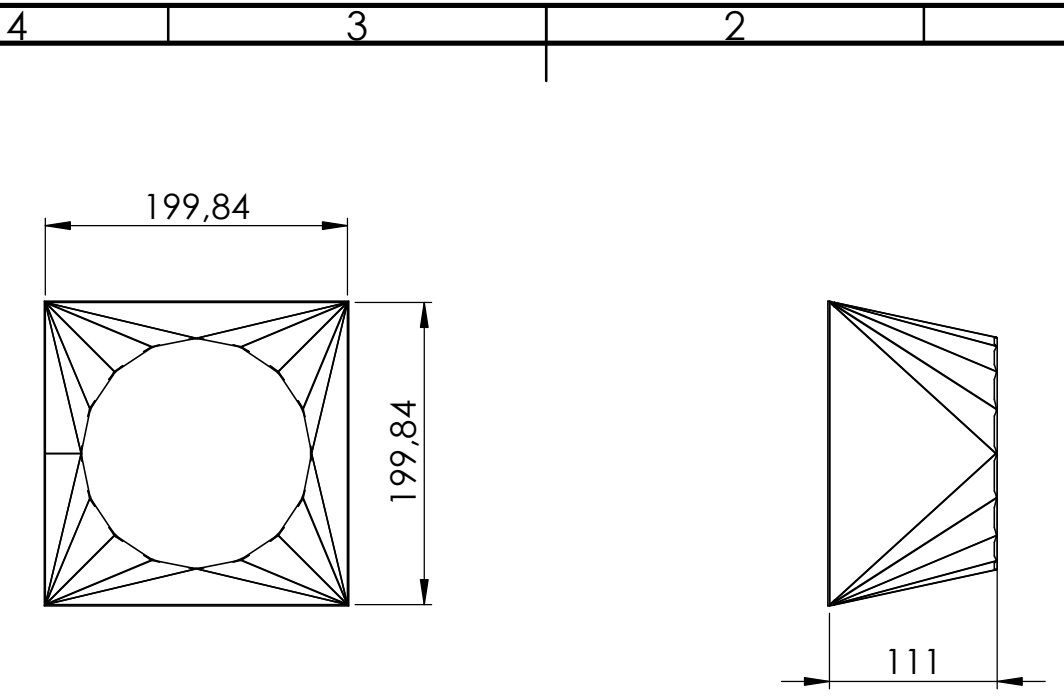
$$Q_e: \dots\dots\dots W$$


Conclusiones:

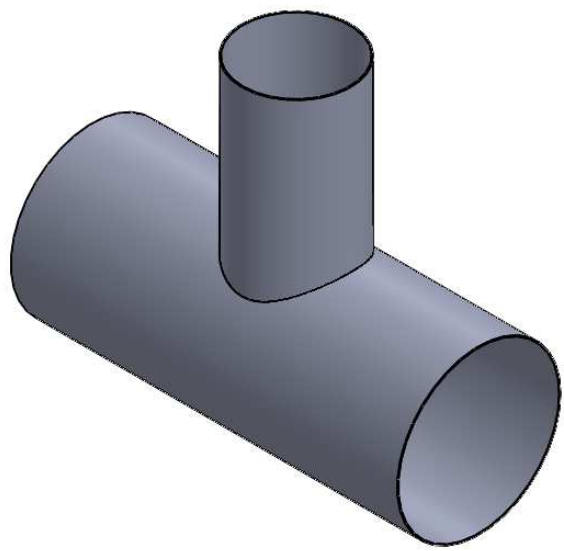
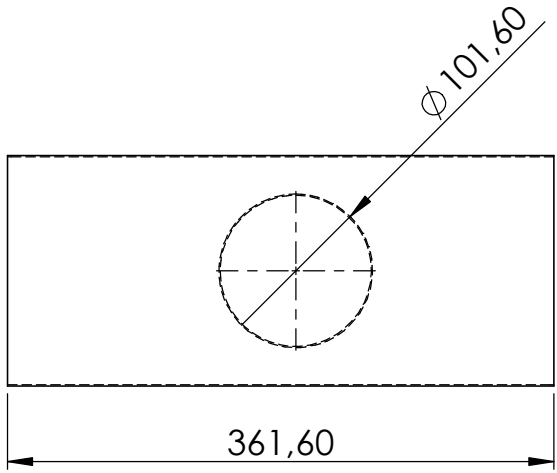
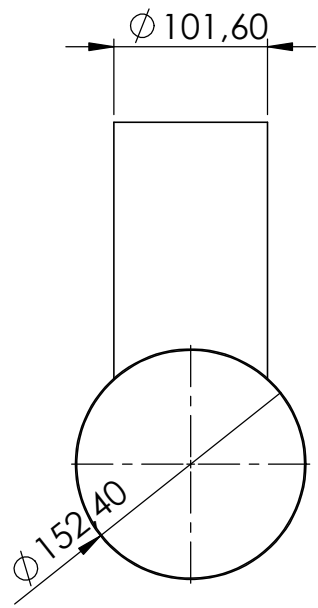
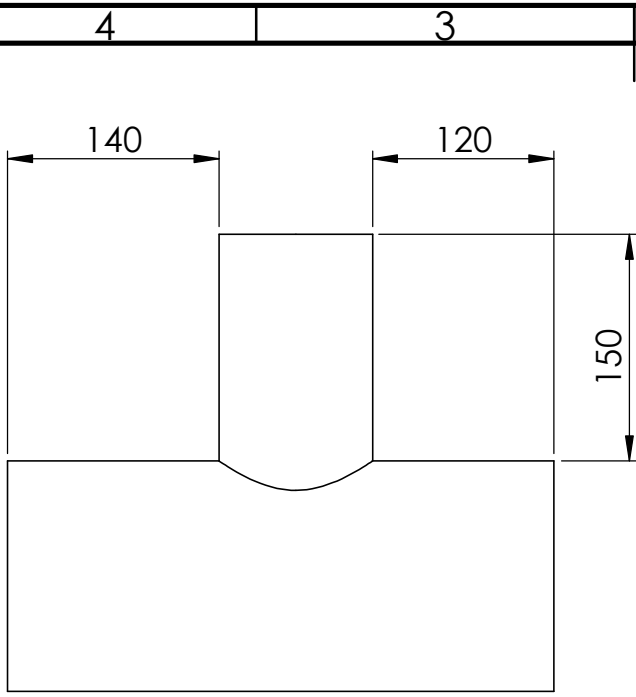
.....

Recomendaciones:

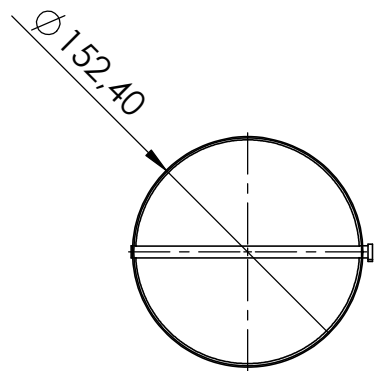
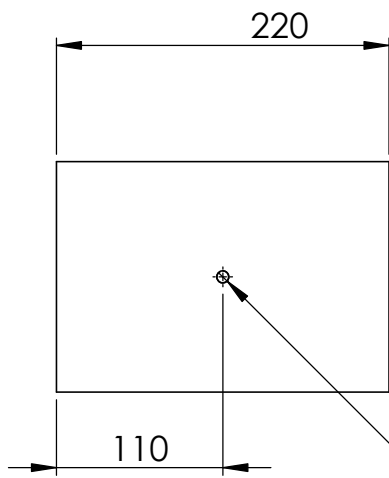
.....



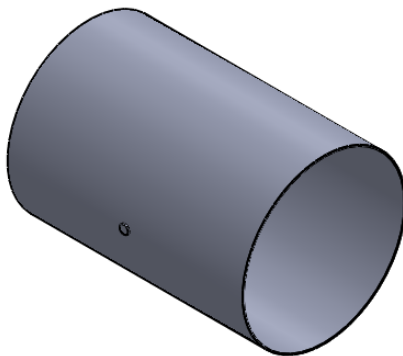
				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: REDUCCIÓN CUADRADA A REDONDA	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:5 A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	Anexo N° 10	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	



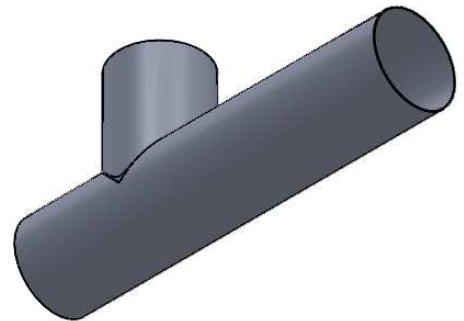
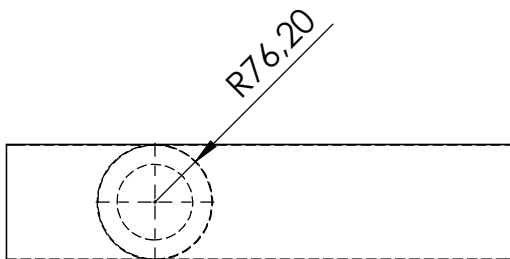
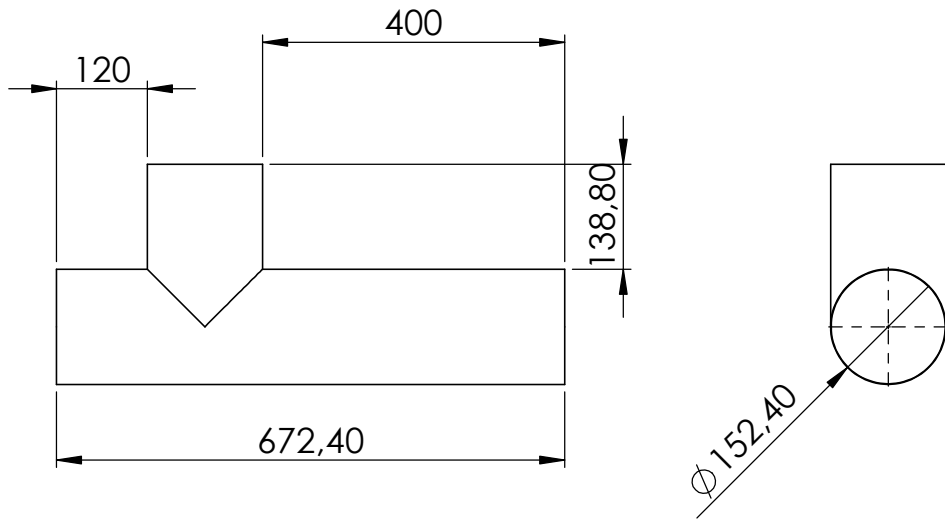
				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominacion: DERIVACION EN T	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:5 A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	Anexo N° 11	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	



Orificio para sujeción del Damper
 $\varnothing 8$



				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
						Denominación: TRAMO DE DUCTO DE 6" CON DAMPER PARA REGULACIÓN DE CAUDAL	
				Fecha	Nombre	ESCALA: 1:5	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo		
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Anexo N° 12	
						Sustituye a:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

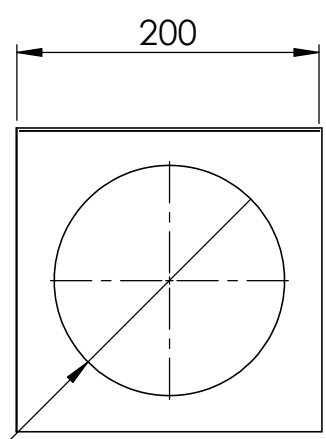
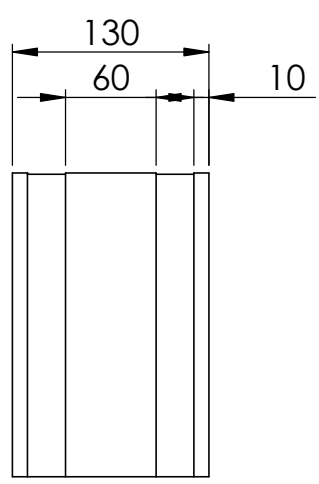


				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: DERIVACION EN T CON SALIDA A 6"	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:10 A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	Anexo N° 13	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

4 3 2 1

F

F

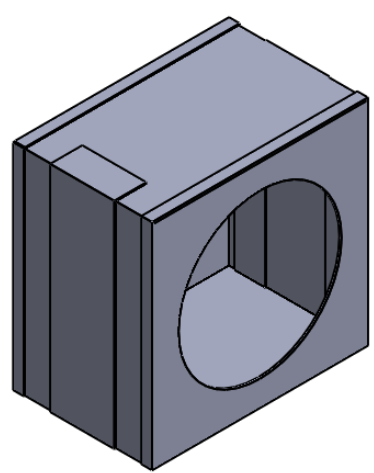
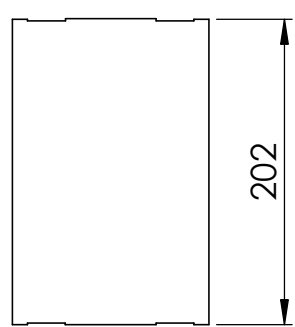


E

E

D

D



C


C

B

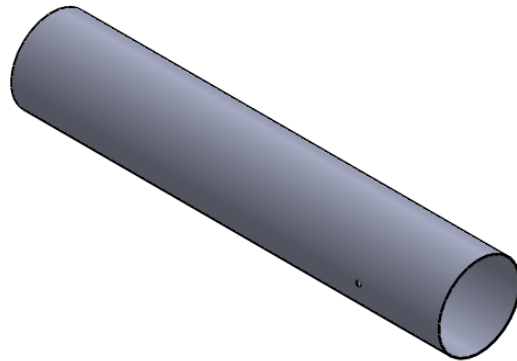
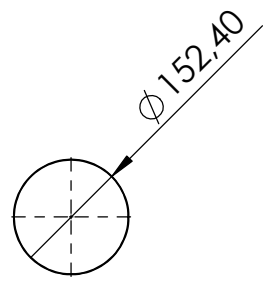
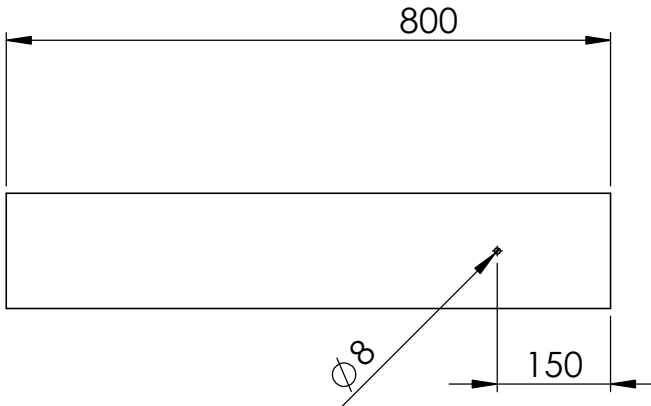
B

A

A

				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: CAJA PARA FILTRO DE FIBRA SINTÉTICA	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:5 A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	Anexo N° 14	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

4 3 2 1



				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: TRAMO DE DUCTO DE 6" CON DAMPER PARA REGULACIÓN DE CAUDAL	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:10	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	A4	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel	ISO E	
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Anexo N° 15	
Edición						Sustituye a:	
Modificación							
Fecha							
Nombre							

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

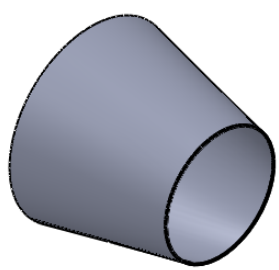
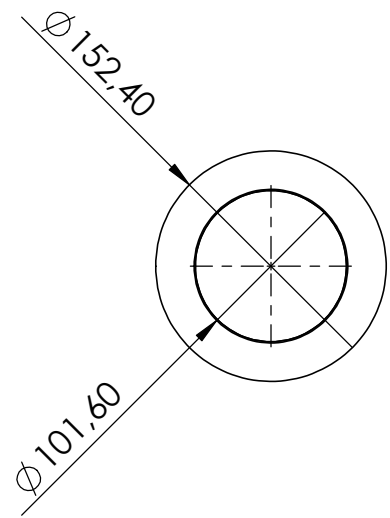
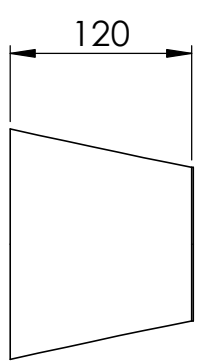
C

B

B

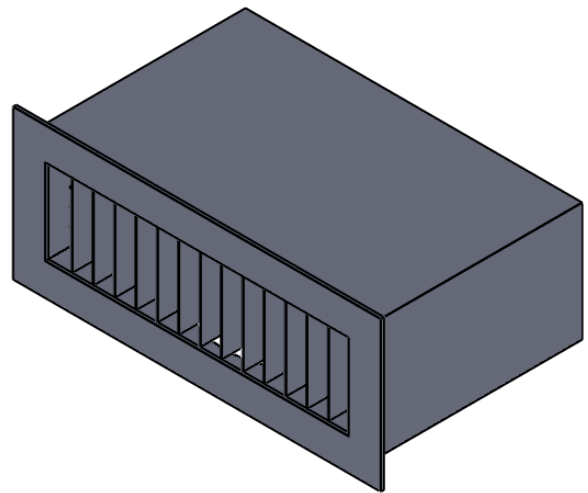
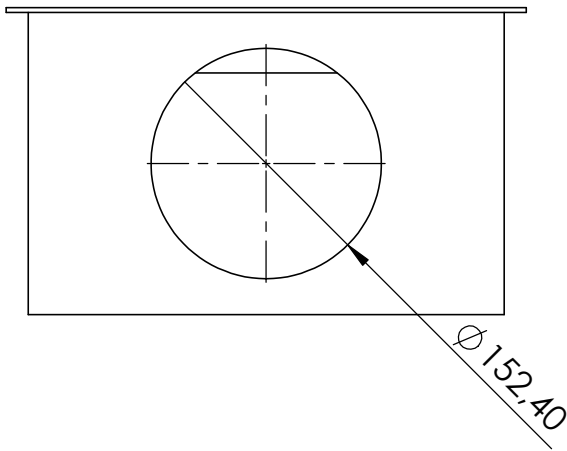
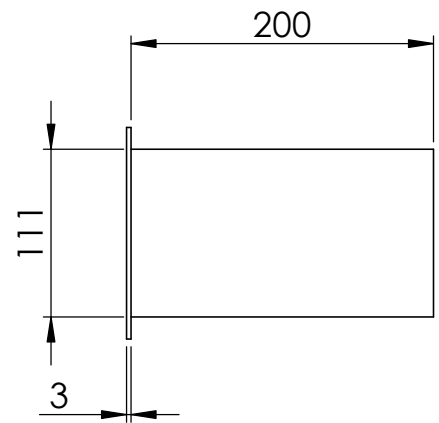
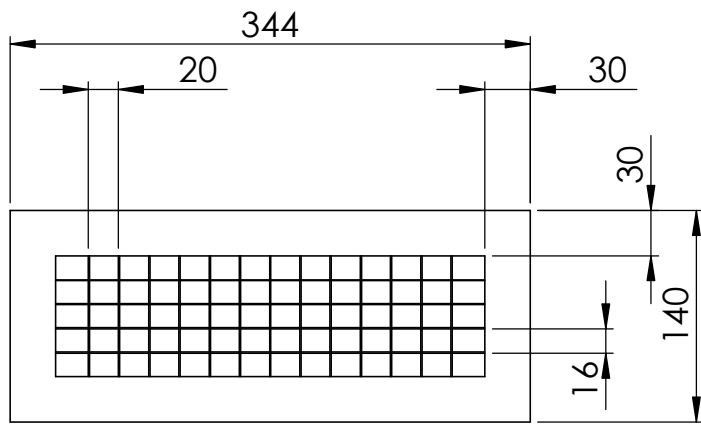
A

A

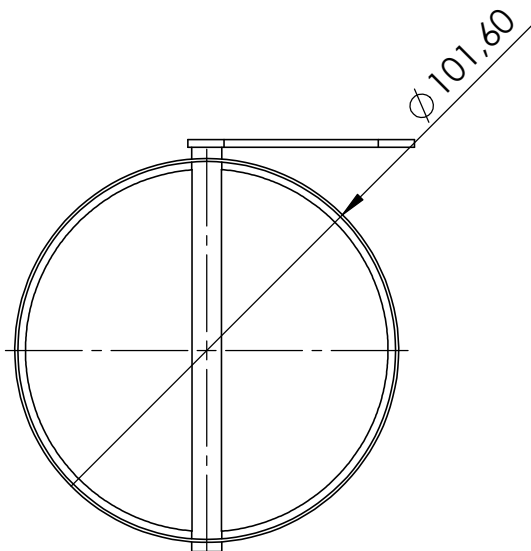
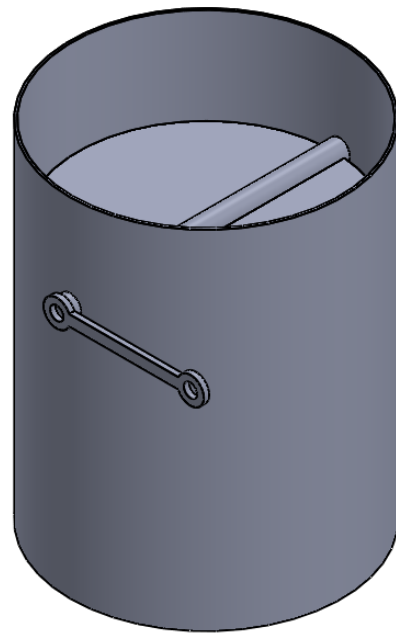
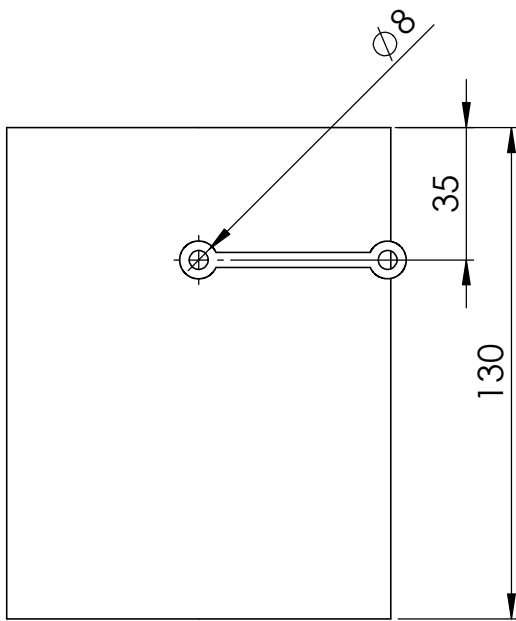



				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: REDUCCIÓN DE DUCTO DE 6" A 4"	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:5 A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	Anexo N° 16	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

4 3 2 1



				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: DIFUSOR	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:5 A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	Anexo N° 17	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	



				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: TRAMO DE DUCTO DE 4" CON DAMPER PARA REGULACIÓN DE CAUDAL	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:2 A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	Anexo N° 18	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

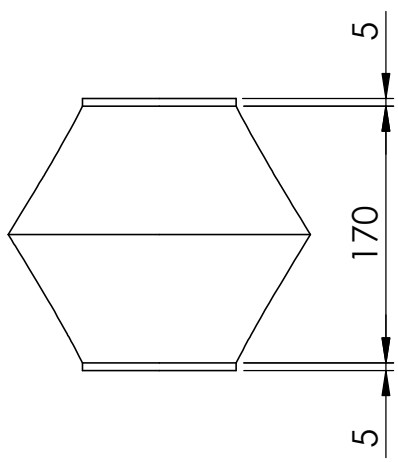
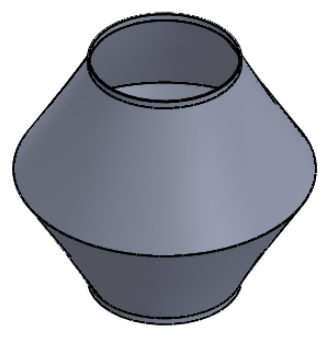
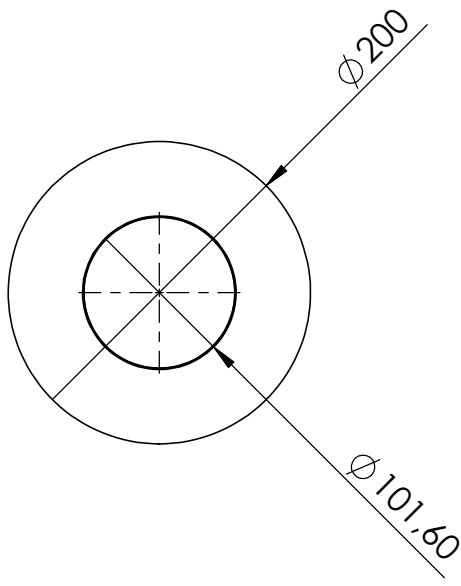
D

C

C

B

B



				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: DUCTO PARA RESISTENCIA ELÉCTRICA	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:5 A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	Anexo N° 19	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

A

A

4 3 2 1

4 3 2 1

F

E

D

C

B

A

F

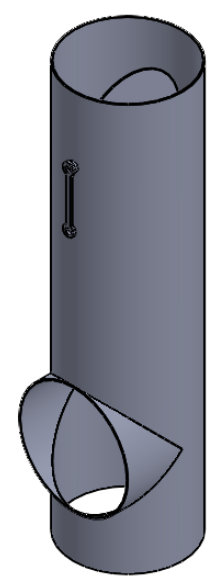
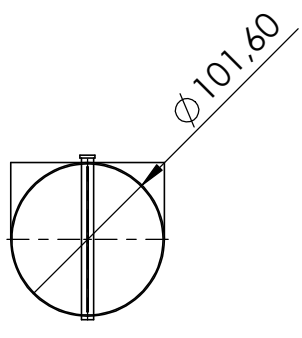
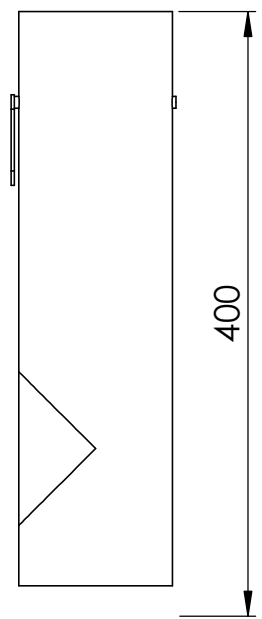
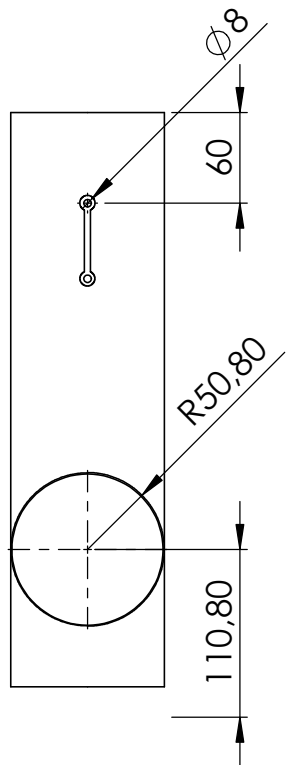
E

D

C

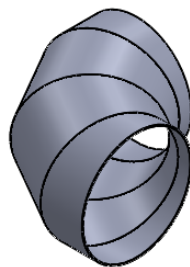
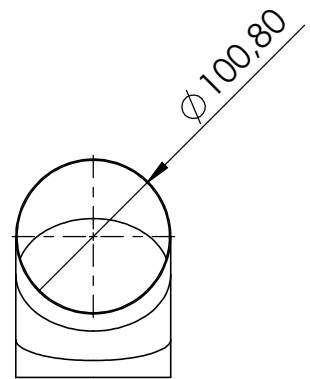
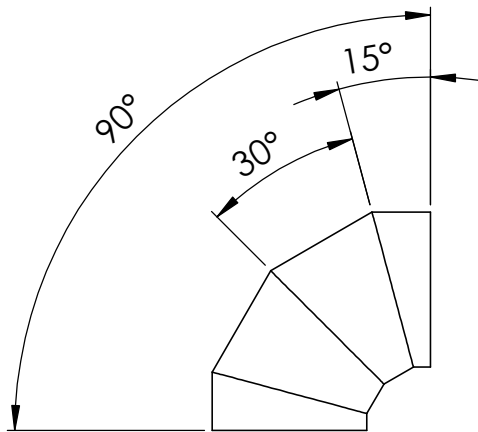
B


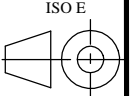
A

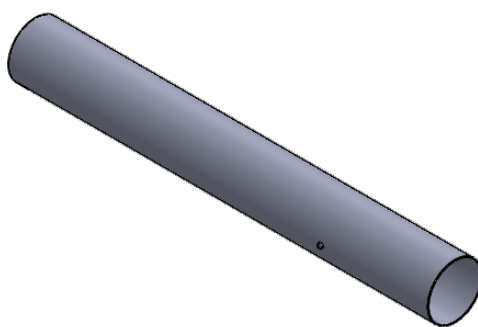
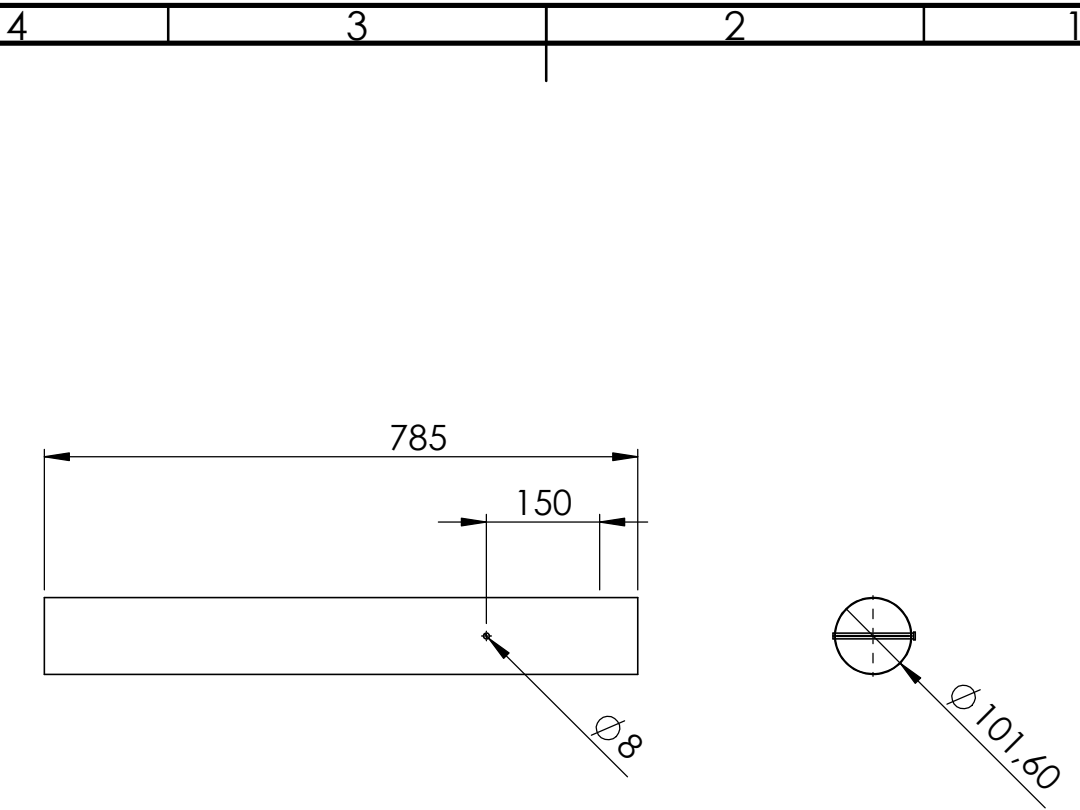


				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: TRAMO DE DUCTO DE 4" CON DAMPER Y DERIVACIÓN EN T	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:5 A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	ISO E 	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				Universidad Técnica de Cotopaxi		Anexo N° 20	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

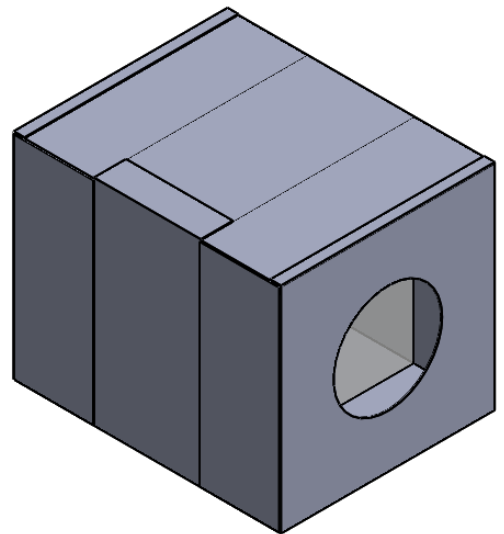
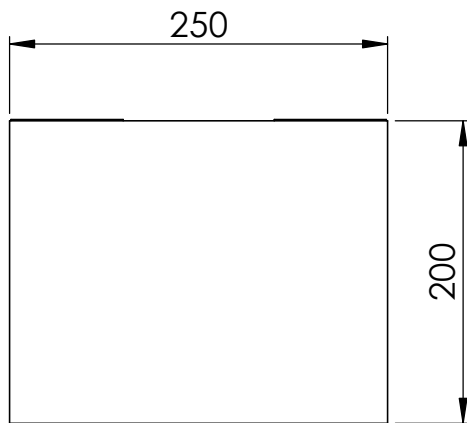
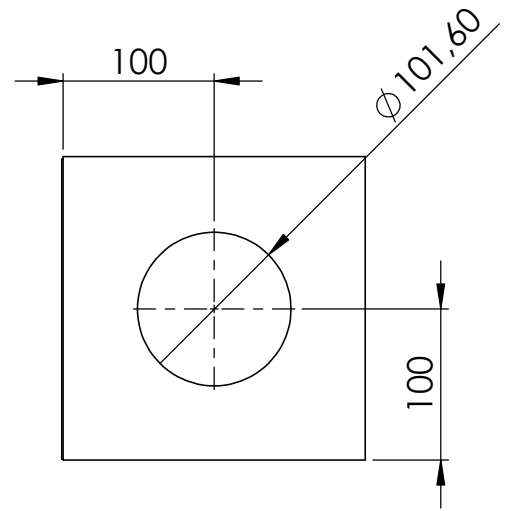
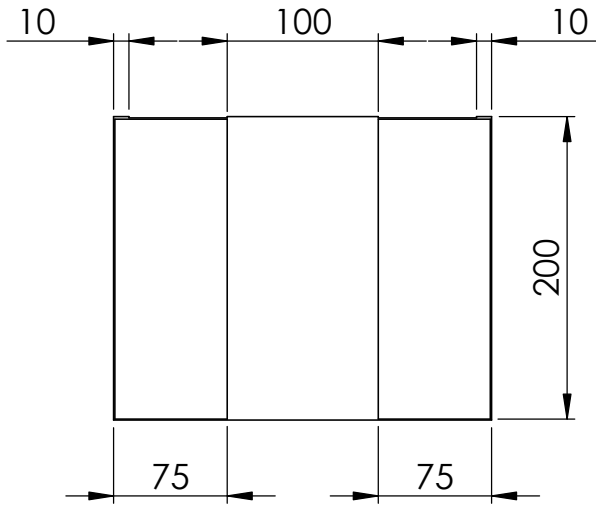
4 3 2 1



				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: CODO DE 90 GRADOS	ESCALA: 1:5
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña		A4
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo		
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Anexo N° 21	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustituye a:			



				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib.	08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:10 A4
				Rev.	08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	
				Apro.	10/01/2017	Ing. Carlos Espinel	
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Anexo N° 22	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustituye a:			



				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: CAJA PARA FILTRO DE BOLSA	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:5 A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	Anexo N° 23	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
						ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

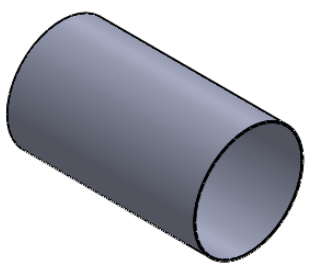
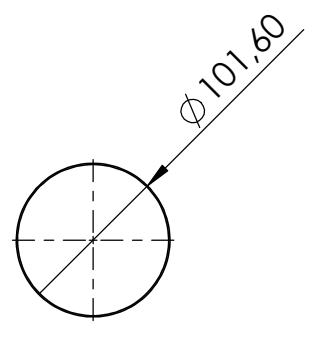
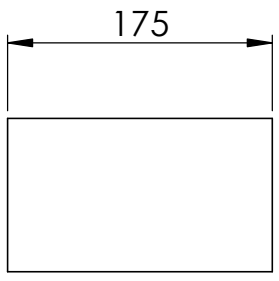
D

C

C

B

B



A

A

				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor		
						Denominación: TRAMO DE DUCTO DE 4"	ESCALA: 1:5	
				Fecha	Nombre		A4	ISO E
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña			
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo			
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel	Anexo N° 24		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustituye a:				



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

4 3 2 1

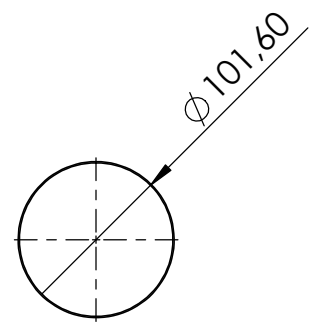
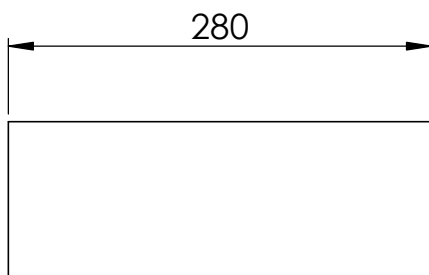
4 3 2 1

F

F

E

E

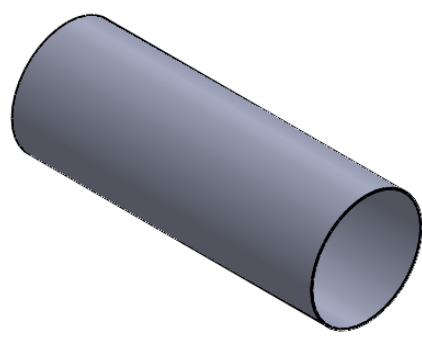


D

D

C

C




B

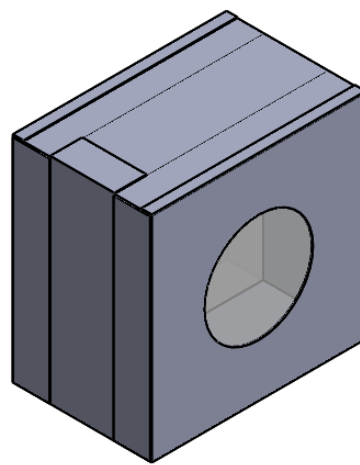
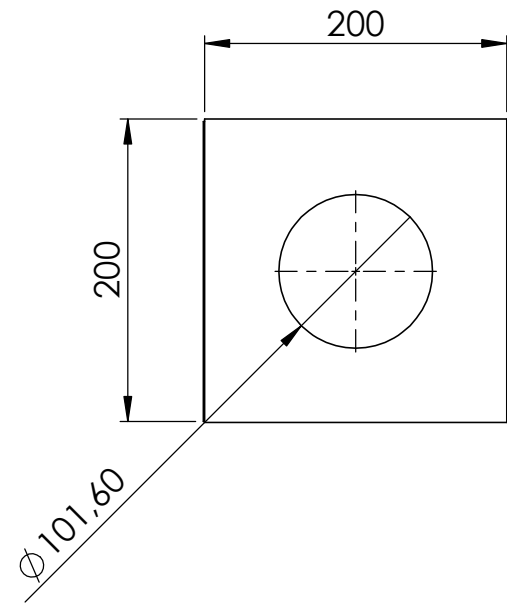
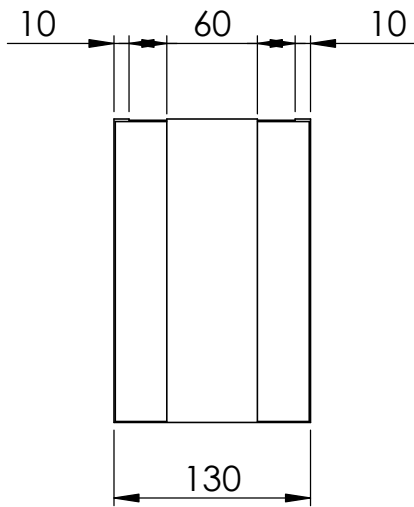
B

A

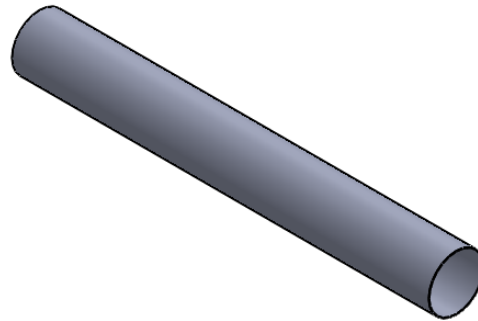
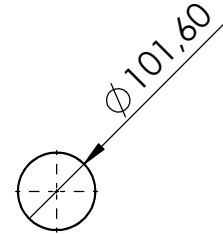
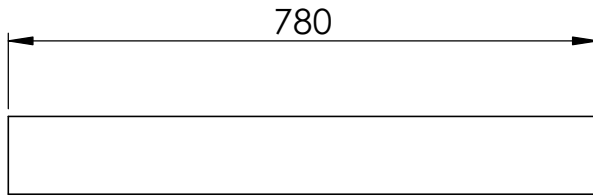
A

				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
						Denominación: TRAMO DE DUCTO DE 4"	
				Fecha	Nombre	ESCALA: 1:5	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo		
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Anexo N° 25	
Edición						Sustituye a:	

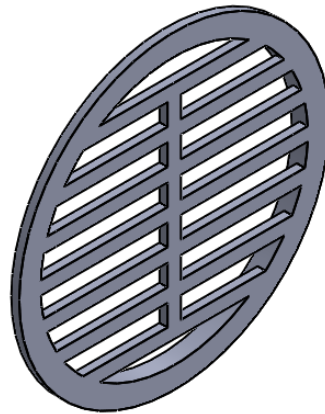
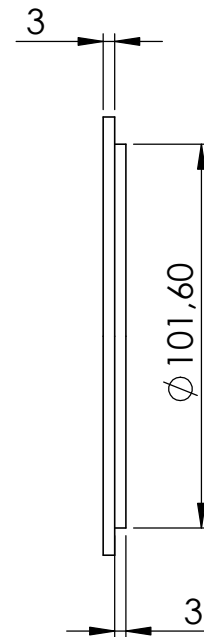
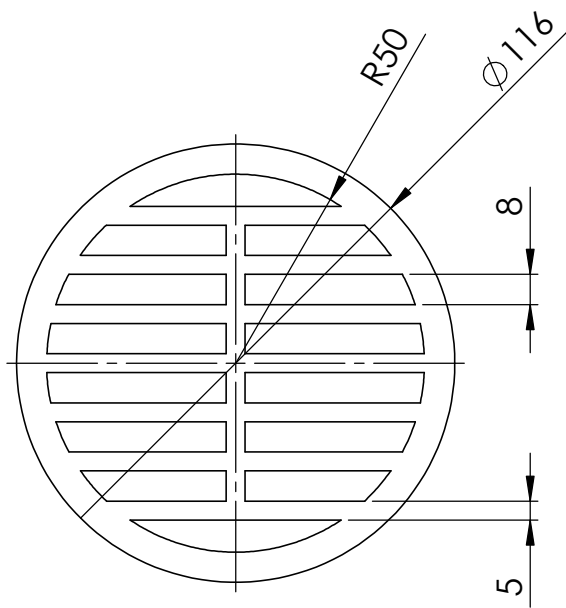
4 3 2 1



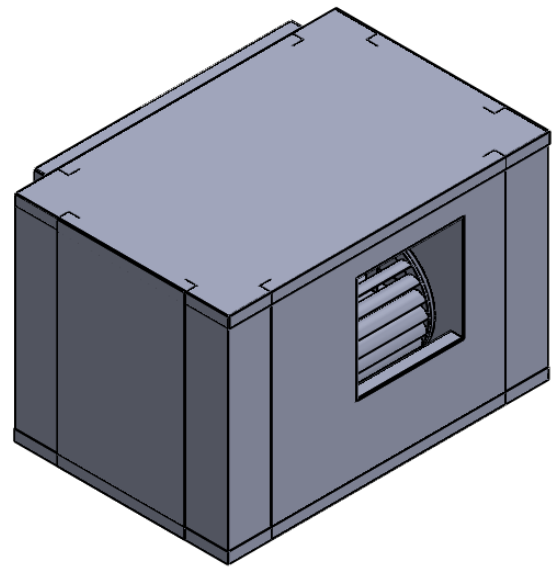
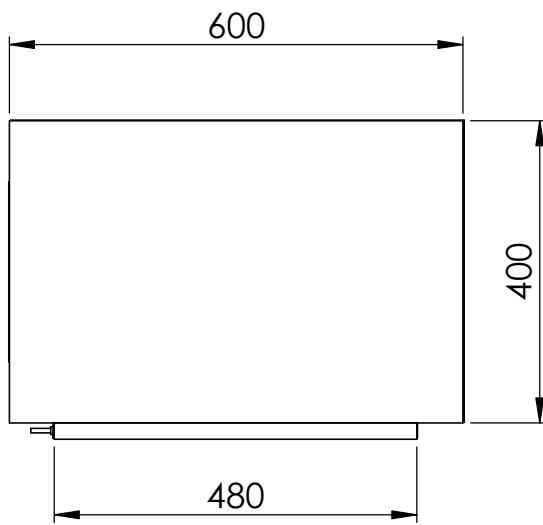
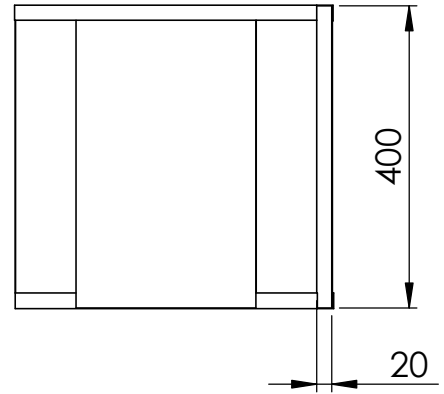
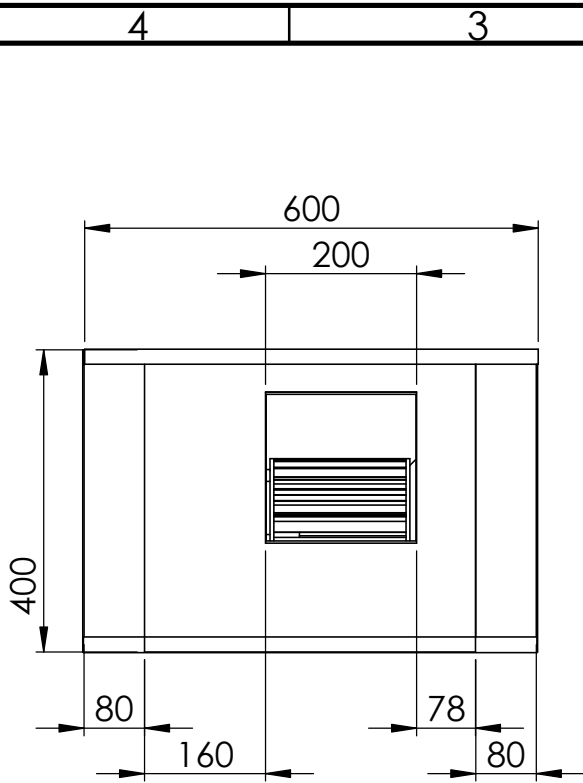
				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: CAJA PARA FILTRO DE FIBRA SINTÉTICA	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:5 A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	Anexo N° 26	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	



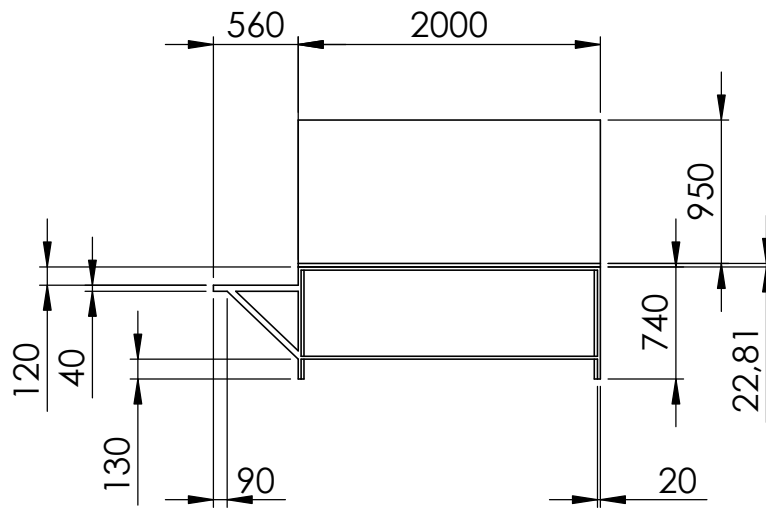
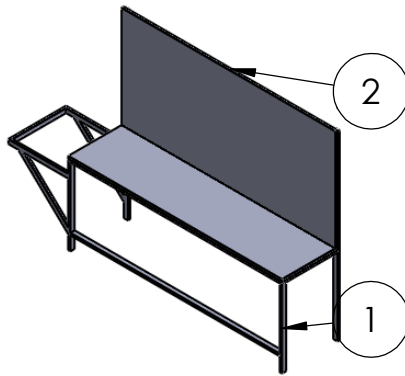
				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: TRAMO DE DUCTO DE 4"	ESCALA: 1:10
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña		A4
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo		
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Anexo N° 27	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Sustituye a:



				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: REJILLA DE SUMINISTRO DE 4"	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:2 A4	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	Anexo N° 28	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		ISO E	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

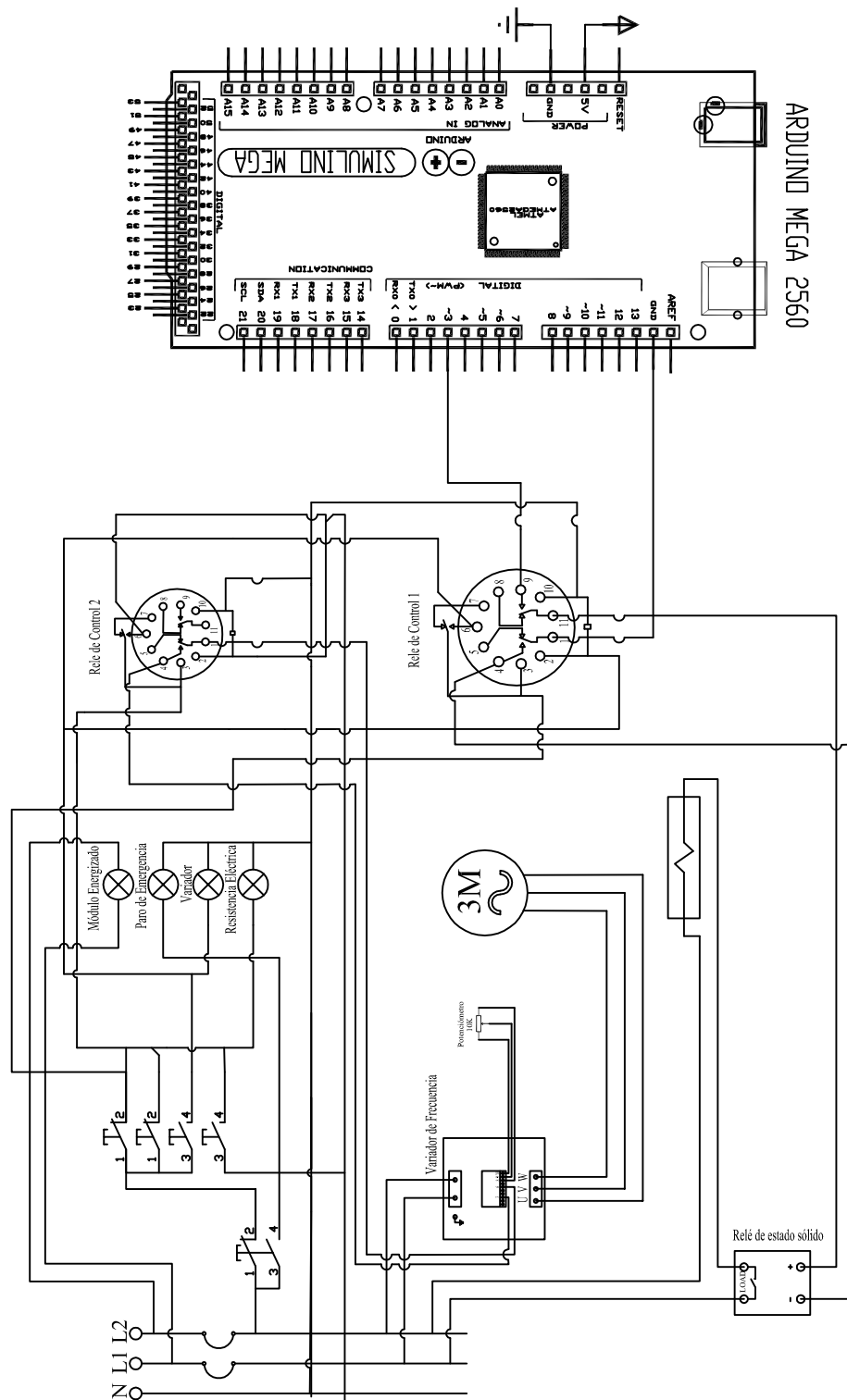


				Tolerancias	(Peso)	Material: Acero Galvanizado de 0,8 mm de espesor	
				Fecha	Nombre	Denominación: CAJA DE LA UNIDAD MANEJADORA DE AIRE (UMA)	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	ESCALA: 1:10	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	A4	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel	ISO E	
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Anexo N° 29	
						Sustituye a:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



N° de Pieza	Denominación	Material	Cantidad
1	ESTRUCTURA METALICA	Tubo rectangular estructural de Acero Suave	1
2	TABLA TRIPLEX	Madera	1

				Tolerancias	(Peso)	Material:	
				Fecha	Nombre	Denominación:	ESCALA: 1:50
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	MESA DE SOPORTE DEL SISTEMA DE DUCTOS	A4
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo		
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Anexo N° 30	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustituye a:			



SÍMBOLOGIA	
	Paro de Emergencia
	Pulsador N/A
	Pulsador N/C
	Luz Piloto
	Interruptor Termomagnético
	Resistencia Eléctrica
	Motor Trifásico de Corriente Alterna

				Tolerancias	Peso	Material
				Fecha	Nombre	
				Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	
				Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo	
				Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel	

Edición	Modificación	Fecha	Nombre



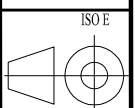
Sustituye a:

Plano Eléctrico de Control

ESCALA: 1:1

A4

Anexo N° 31



4

3

2

1

F

E

D

C

B

A

F

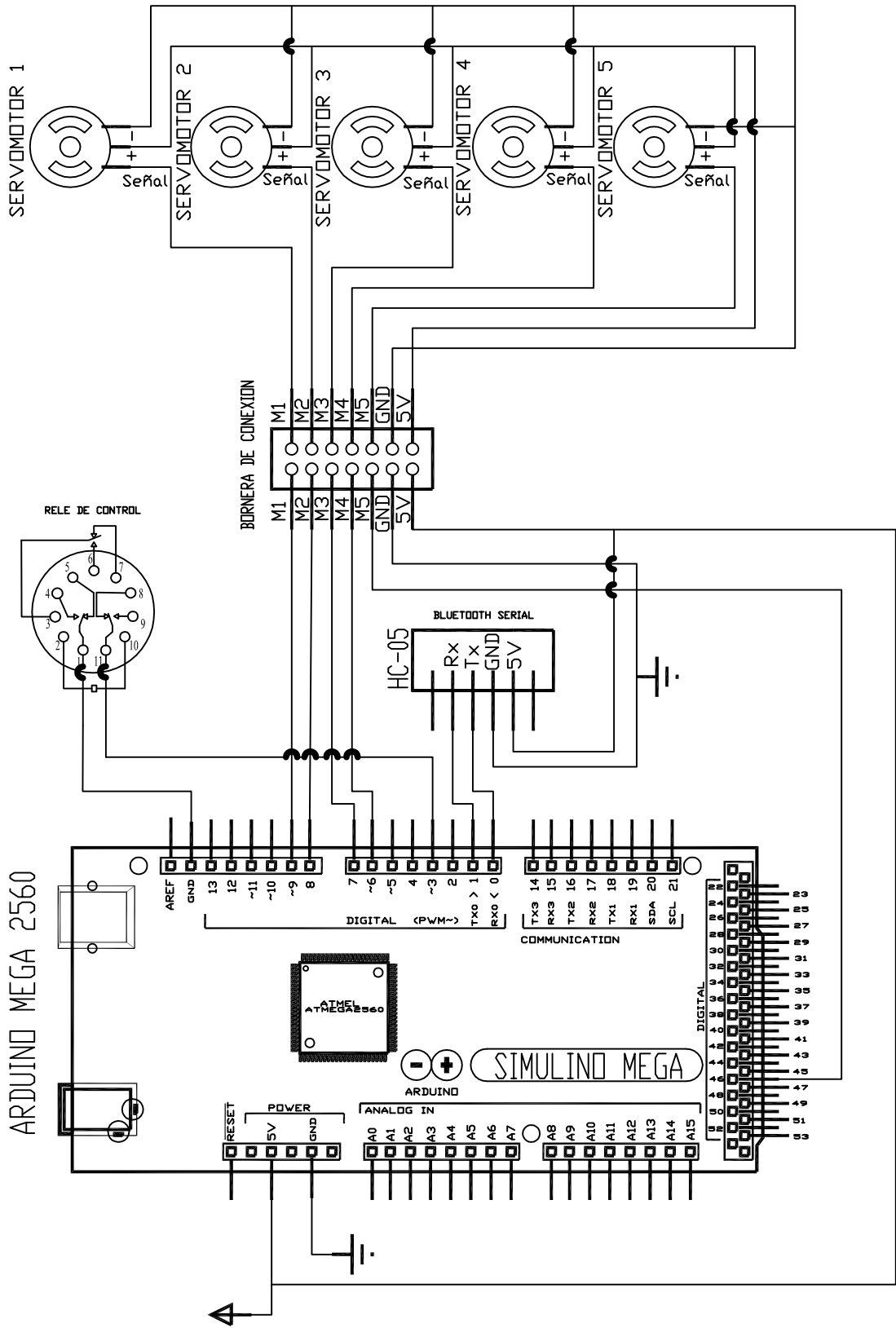
E


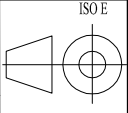
D

C

B

A



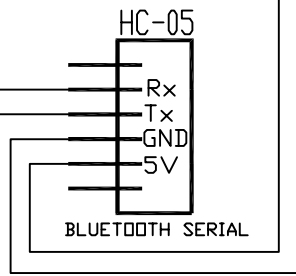
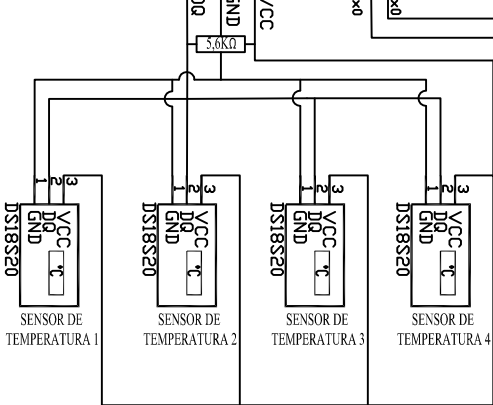
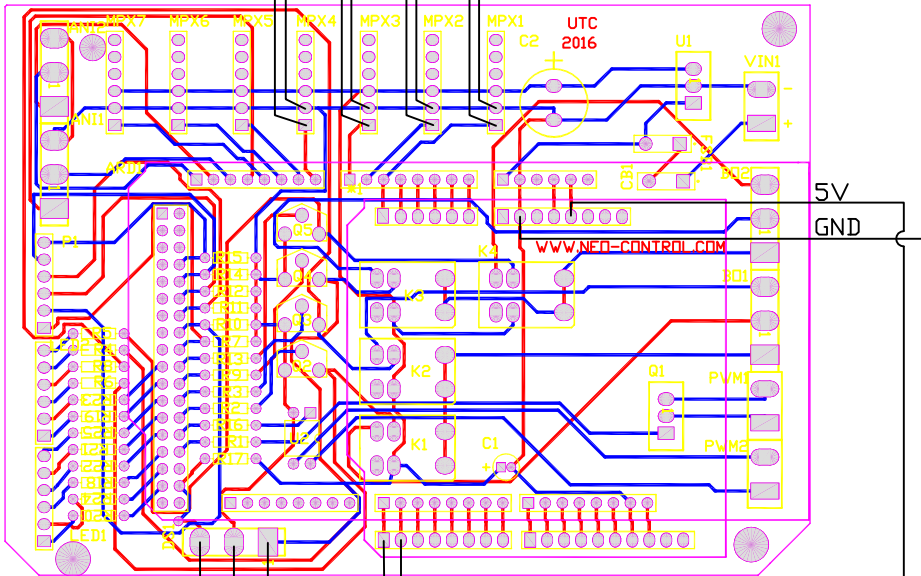
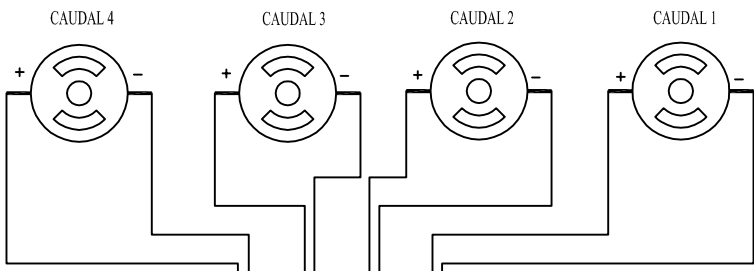
		Tolerancias	Peso	Material		
		Fecha	Nombre	Denominación	ESCALA: 1:1	
		Dib. 08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña	Control de Servomotores y Resistencia Eléctrica	A4	
		Rev. 08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo			
		Apro. 10/01/2017	Ing. Carlos Espinel			
		 Universidad Técnica de Cotopaxi		Anexo N° 32		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			

4

3

2

1



CAPA	SÍMBOLOGIA
	Estructura del circuito impreso
	Pista conductora Superior
	Pista conductora inferior
	Elementos electrónicos
	Perforaciones para elementos electrónicos.

Tolerancias		Peso		Material	
Fecha		Nombre		Denominación	
Dib.	08/06/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña		Placa de Conexión de sensor de Caudal y Temperatura	
Rev.	08/06/2016	Ing. Álvaro Mullo			
Apro.	10/01/2017	Ing. Carlos Espinel			
Edición		Modificación		Sustituye a:	
Fecha		Nombre		Anexo N° 33	



ESCALA: 1:1

A4

ISO E

A

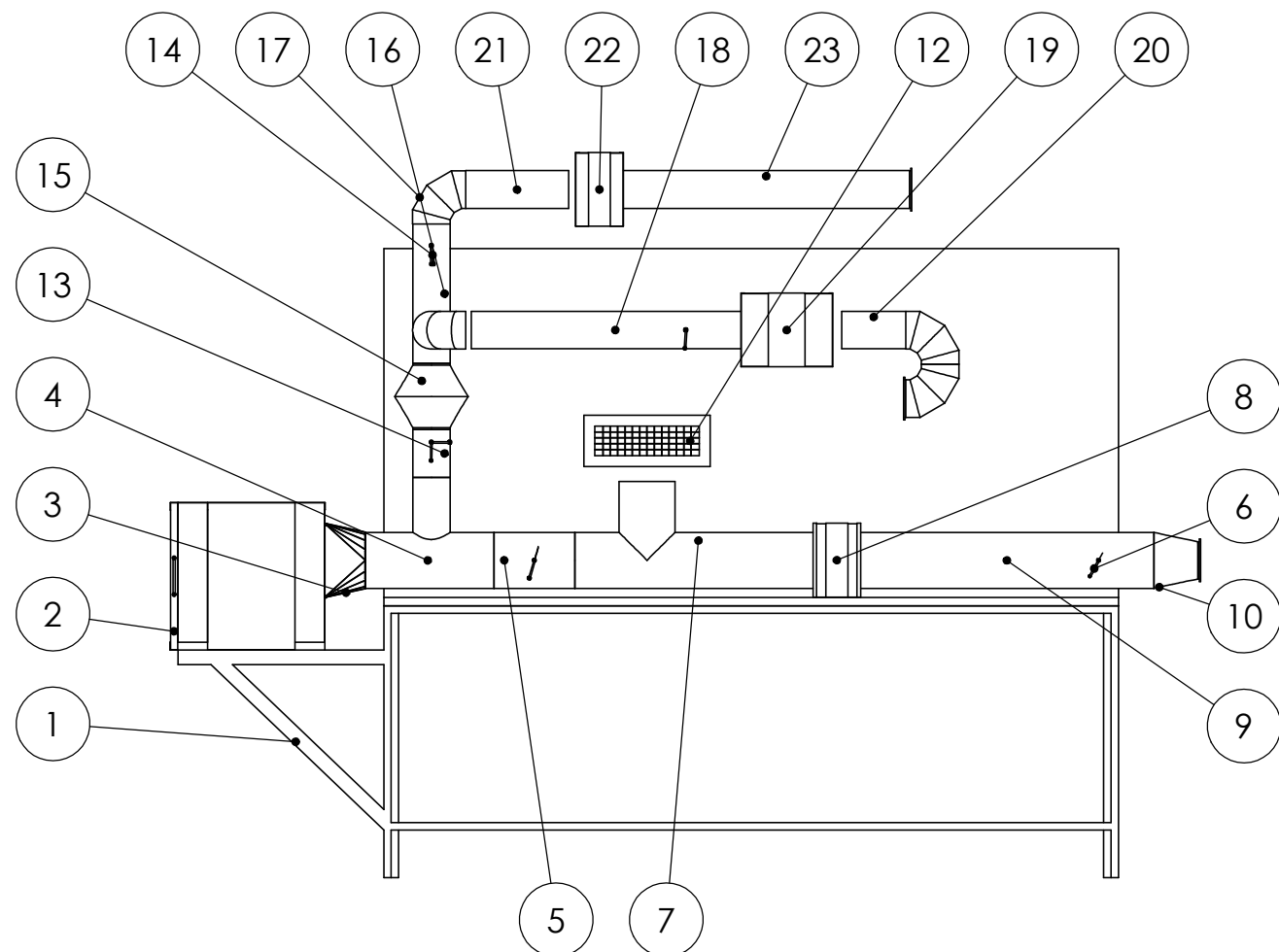
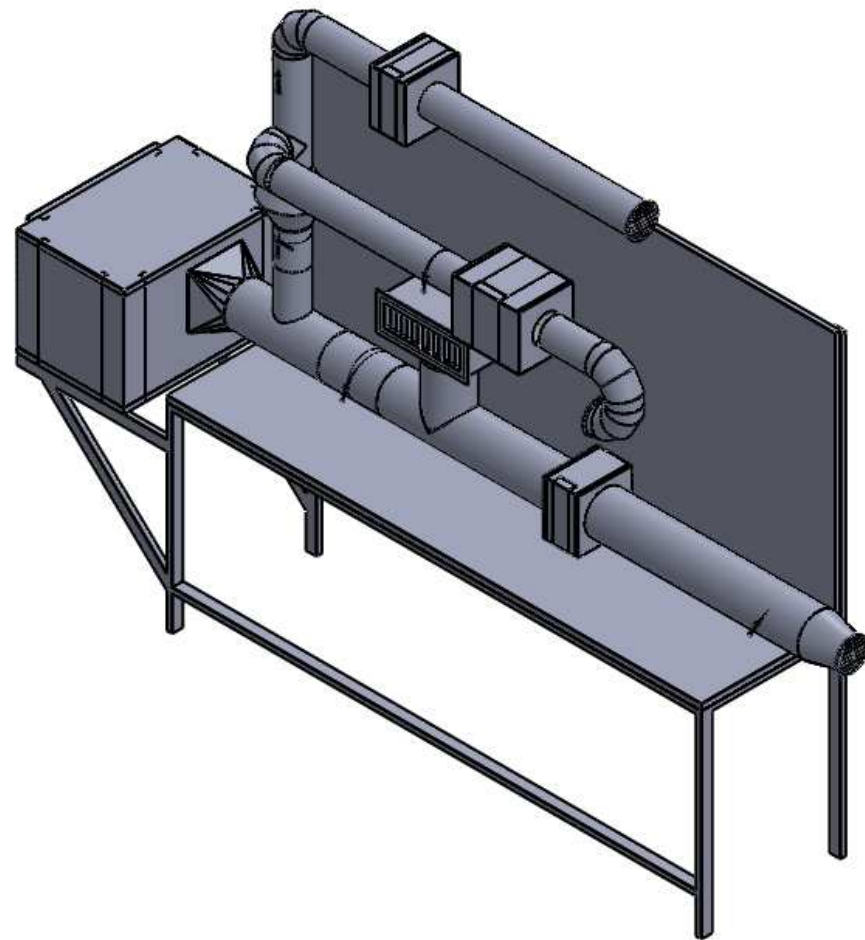
A

4


3

2

1



N.º de Pieza	Denominación y Observaciones	Dibujo N.º	Cantidad
1	Mesa de soporte del sistema de ductos	Anexo 30	1
2	Caja de la Unidad Manejadora de Aire	Anexo 29	1
3	Reducción Cuadrada a Redondo	Anexo 10	1
4	Derivación en T	Anexo 11	1
5	Tramo de ducto de 6" con Damper para regulación de caudal	Anexo 12	1
6	Damper de 6"		2
7	Derivacion en T con salida a 6"	Anexo 13	1
8	Caja para Filtro de Fibra Sintética	Anexo 14	1
9	Tramo de ducto de 6" con Damper para regulación de caudal	Anexo 15	1
10	Reducción de ducto de 6" a 4"	Anexo 16	1
11	Rejilla para ducto de 4"	Anexo 28	3
12	Difusor	Anexo 17	1
13	Tramo de ducto de 4" con Damper para regulación de caudal	Anexo 18	1
14	Damper de 4"		3
15	Ducto para Resistencia Eléctrica	Anexo 19	1
16	Tramo de ducto de 4" con Damper y derivación en T	Anexo 20	1
17	Codo de 90 grados	Anexo 21	4
18	Tramo de ducto de 4" con Damper para regulación de caudal	Anexo 22	1
19	Caja para Filtro de Bolsa	Anexo 23	1
20	Tramo de ducto de 4"	Anexo 24	1
21	Tramo de ducto de 4"	Anexo 25	1
22	Caja para Filtro de Fibra Sintética	Anexo 26	1
23	Tramo de ducto de 4"	Anexo 27	1

		Tolerancias		(Peso)	Material:	
		Fecha		Nombre		Denominación:
		Dib.	20/01/2016	L. Chillagana, D. Sasintuña		Estructura del módulo HVAC
		Rev.	20/01/2016	Ing. Álvaro Mullo		
		Apro.	20/01/2016	Ing. Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Anexo N.º 35
				Sustituye a:		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			ESCALA: 1:20
						A3
						ISO E