

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTION**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES



**“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACION  
AUTOMATICO EN LA ‘CORPORACION INDUSTRIAL ROMOSA’,  
UTILIZANDO CONTROLADOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el título profesional de

**INGENIERO ELECTRONICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

MARTINEZ GARIBAY, GIOMAR VIDAL

**ASESOR**

VELASQUEZ CABANILLAS, HECTOR FELIPE

**Villa El Salvador**

**2015**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis padres por haberme apoyado durante toda mi vida y haberme dado la oportunidad de convertirme en un profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo se pudo realizar gracias al apoyo del ingeniero Reynaldo Cuya Ortiz, Gerente General de la empresa DELTRONICS SAC, quien me brindo orientación en el área de automatización y mantenimiento industrial, agradezco la asesoría y la confianza que me brindo para el desarrollo del proyecto.

También quiero agradecer a todos mis amigos técnicos eléctricos- electrónicos de la empresa que me apoyaron en la ejecución del proyecto, brindándome sus conocimientos y experiencia se pudo realizar correctamente la implementación del proyecto.

## INDICE

<b>LISTADO DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTADO DE TABLAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>ix</b>
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Descripción de la realidad problemática.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Justificación del problema.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Delimitación de la investigación.....</b>	<b>3</b>
1.3.1 Temporal.....	3
1.3.2 Espacial.....	3
1.3.3 Conceptual.....	3
<b>1.4 Formulación del problema.....</b>	<b>3</b>
1.4.1 Problema Principal.....	3
1.4.2 Problemas Específicos.....	3
<b>1.5 Objetivos.....</b>	<b>4</b>
1.5.1 Objetivo general.....	4
1.5.2 Objetivos específicos.....	4
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Antecedentes de la investigación.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Bases teóricas.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Marco conceptual.....</b>	<b>19</b>
<b>CAPITULO III: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Análisis del sistema.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Construcción del sistema.....</b>	<b>31</b>

<b>3.3 Revisión y consolidación de resultados .....</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Tablero de control manual.....	22
Figura 2. Controlador CAREL PCOxs.....	23
Figura 3. Sensor de temperatura 103AT-11.....	23
Figura 4. Sonda Carel DPWC111000.....	24
Figura 5. Actuador Belimo NMX120-SR.....	25
Figura 6. Visualización de parámetros en controlador.....	26
Figura 7. Esquema del sistema de climatización.....	29
Figura 8. Diagrama de flujo del sistema de climatización.....	30
Figura 9. Actuador BELIMO en los ductos de ventilación.....	31
Figura 10. Vista frontal del actuador BELIMO.....	32
Figura 11. Ubicación de Sensor de temperatura 103AT-11.....	32
Figura 12. Datos de Sensor de temperatura 103AT-11.....	33
Figura 13. Ubicación de Sonda Carel.....	34
Figura 14. Identificación de código de Sonda Carel.....	34
Figura 15. Sensor de humedad relativa dentro de la Sonda Carel.....	35
Figura 16. Esquema electrónico de la Sonda Carel.....	35
Figura 17. Vista frontal de la Sonda Carel.....	36
Figura 18. Tablero eléctrico del sistema.....	37
Figura 19. Transformador 220Vac - 24Vac.....	38
Figura 20. Controlador PCOxs en el tablero eléctrico.....	38
Figura 21. Diagrama de conexiones del controlador PCOxs.....	39
Figura 22. Conexiones inferiores del controlador PCOxs.....	40

Figura 23. Conexiones superiores del controlador PCOxs.....	41
Figura 24. Controlador PCOxs y borneras de conexiones.....	41
Figura 25. Registro de datos de las variables de control.....	42
Figura 26. Variación de la temperatura vs el tiempo.....	43
Figura 27. Presentación de tablero eléctrico y panel de control.....	44

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Elementos del sistema.....	22
Tabla 2. Relación de entradas y salidas del controlador.....	23
Tabla 3. Sondas Carel serie DP.....	24
Tabla 4. Parámetros de control máximo y mínimo.....	27



## INTRODUCCION

En la actualidad la climatización dentro de las industrias textiles son uno de los factores más importantes a tomar en cuenta, ya que afectan directamente los procesos de producción.

Diversas variables que intervienen en la producción textil requieren de un sistema que permita mantener un control progresivo de estas variables, como son los niveles de temperatura y humedad.

En el presente trabajo se muestra una solución mediante la aplicación de controladores de temperatura-humedad, y sensores o sondas de medición, mediante el cual es posible la automatización de un sistema de inyección de aire en la CORPORACION INDUSTRIAL ROMOSA.

La estructura de este proyecto se compone de 3 capítulos. Primer capítulo comprende el planteamiento del problema, el segundo capítulo comprende el desarrollo del marco teórico, y el tercer capítulo corresponde al desarrollo del proyecto.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la Realidad Problemática**

Los productos textiles requieren de químicos que permitan una mejor calidad del producto final, pero estos químicos pueden reaccionar de diferentes formas frente a factores ambientales dentro de la planta. Las variables con las que se va a trabajar son: La temperatura y la humedad relativa, las cuales son factores muy importantes al momento de determinar la calidad del producto.

En la CORPORACION INDUSTRIAL ROMOSA se utilizan sistemas de inyección de aire frío, para regular los niveles de temperatura y humedad, pero este sistema es manual, por lo que requiere de una continua atención por parte del técnico u operario de maquinas, es decir, que el sistema solo funciona cuando es accionado por alguien dentro de la planta. Este proceso se convierte en un impedimento del desarrollo normal de las funciones de los trabajadores, ya que requiere tiempo para mantener un control continuo por parte de los

trabajadores, además que, es muy común que se espere a que ocurran fallas durante la producción para accionar el sistema de climatización.

La temperatura dentro de la planta de producción puede alcanzar niveles muy altos debido al calor producido por equipos eléctricos como: motores eléctricos, variadores de frecuencia, aspiradoras industriales, etc. También se debe considerar el calor liberado por la fricción entre piezas mecánicas de la maquinaria industrial.

Estas altas temperaturas producen fallas en el proceso de producción tales como:

- Rotura de hilos.
- Obstrucción de los canales por donde pasan los hilos.
- Los hilos se pegan, produciendo la rotura de agujas.

Estas fallas, aunque no son tan graves, producen un déficit en la producción de la empresa, además que pueden devenir en fallas mecánicas, que resultan un gasto considerable en reparación y mantenimiento de maquinaria industrial.

Al igual que la temperatura, la humedad relativa del aire, dentro de la planta, afecta directamente en la calidad final del producto. La cantidad de agua en los materiales textiles depende básicamente de la humedad relativa del ambiente. Es decir, hay una estrecha relación entre estos dos valores: Si el ambiente es muy seco éste le quita humedad a los textiles y los seca; y si es muy húmedo, los satura de humedad.

## **1.2. Justificación del problema**

El sistema de climatización de la empresa requiere de control automatizado que permita maximizar la eficiencia de los procesos de producción, así como

mantener un control y seguimiento continuo de la temperatura y la humedad relativa, permitiendo establecer los valores óptimos de estas dos variables en el controlador de procesos.

De esta forma se evita que el personal este pendiente en todo momento del grado de temperatura y el nivel de la humedad relativa, a la vez se evite que ocurran fallas en los procesos de producción o daños en los productos y equipos industriales.

### **1.3. Delimitación de la investigación**

1.3.1 Temporal: esta investigación se realizo en diciembre del 2014. La ejecución del proyecto se llevo a cabo en enero del 2015.

1.3.2 Espacial: la investigación se realizo en la 'Compañía Industrial ROMOSA', con dirección: Av. Maquinarias Nro. 2401 Z.I. Conde de las Torres.

1.3.3 Conceptual: este trabajo se basa en las teorías sobre:

- Climatización industrial
- Control de temperatura y humedad
- Aplicación de controladores y sensores en procesos industriales

### **1.4. Formulación del problema**

1.4.1. Problema Principal

¿Cómo automatizar el sistema de climatización dentro del área de producción?

1.4.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo controlar las altas temperaturas que afectan la producción de algodón en la empresa?
- ¿Cómo controlar la humedad relativa en el aire, dentro de la planta de producción?

## **1.5. Objetivos**

### 1.5.1. Objetivo General

Implementar un sistema automatizado de climatización que facilite el control del proceso sin intervención directa del operador.

### 1.5.2. Objetivos específicos

- Control de las altas temperaturas, dentro de la planta de producción.
- Control de la humedad relativa en el aire, dentro de la planta de producción.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

***Título: “Diseño de un sistema de control de temperatura on/off para aplicaciones en invernadero utilizando energía solar y gas natural”***

***Autor: Luis Alberto López Vargas***

El uso del sensor de temperatura LM35 en configuración básica, con rango de 2°C a 150°C en el sistema de control de temperatura, sumado al acondicionamiento de la señal mediante el amplificador operacional INA126P con ganancia de 8 y al algoritmo del control ON/OFF, proveen al sistema de control de temperatura diseñado de un rango de operación de 2°C a 63°C y una resolución del sistema +/-1°C. Por lo tanto es posible diseñar y construir un sistema de control de temperatura bajo invernadero empleando el transductor de temperatura LM35 como dispositivo para el censado de la temperatura.

La implementación del amplificador de instrumentación INA126P como dispositivo en el acondicionamiento de la señal del sistema de control de temperatura es adecuada, debido a las características que ofrece el circuito

integrado. Por tanto es factible diseñar y construir un sistema de control de temperatura empleando este amplificador como elemento en el acondicionamiento de la señal del sistema.

Resulta de suma importancia en el sistema de control de temperatura la estrategia a seguir para con los diferentes valores de temperatura obtenidos por los sensores. La temperatura no es homogénea en todo el espacio del invernadero. La estrategia empleada, promedio de los valores de temperatura, proporciona un valor próximo a la temperatura interna del invernadero, debido al algoritmo utilizado.

El sistema de control diseñado otorgaría cierta autonomía al invernadero sin depender constantemente de la mano del hombre.

Se puede concluir, debido a la mejora de las condiciones de temperatura del cultivo ofrecidas por el sistema de control de temperatura, que las especies cultivadas presentarían un aumento en cuanto a la calidad y que se reduciría el periodo de cosecha de las especies cultivadas en el invernadero.

El diseño del sistema de control reúne las condiciones necesarias para la implementación del sistema de control de temperatura empleando energía solar y gases naturales; haciendo al sistema independiente de la red de energía doméstica y aplicativa en zonas de difícil acceso.

***Título: “Automatización de un sistema de aire acondicionado”***

***Autores: Hernández Roque, José Guillermo***

***Mendez Resendiz, Yeimi Jazmin***

***Ramirez Neria, Edmundo***

***Valentino Rodriguez, Mariano***

Al realizar este trabajo de tesina, nos dimos cuenta de los aspectos a considerar en la realización de un proyecto. La automatización puede parecer sencilla cuando se trata de ejercicios realizados dentro de un aula de aprendizaje, claro que es sencilla pero la implementación de la misma te hace ver todos los aspectos a considerar para poder llevarla a cabo, incluso hasta el más insignificante detalle puede hacer que la automatización de un sistema se torne extremadamente sencillo, o todo lo contrario y requiera de un razonamiento más minucioso para poder conjuntar todos los elementos implicados en dicho proyecto.

Un sistema de automatización, puede ser complicado ya que se debe de plantear un método en el cual sean considerados todos los aspectos generales de funcionamiento de los equipos, así como la función que deben de desempeñar cada uno de los diversos sensores y actuadores; teniendo en cuenta al programar, el funcionamiento lógico del programa y los inconvenientes que pueda generar el accionamiento no deseado de algún sensor que pueda provocar la activación incorrecta de cierto actuador. Después de la comparación en el análisis económico, nos damos cuenta que a pesar del costo que puede presentar la implementación de un sistema de automatización, este llega a ser rentable después de un periodo de mediano plazo, esto si lo consideramos desde el punto de vista económico. Pero dadas las circunstancias que se presentan hoy en día, cuando el uso desproporcionado de la energía contribuye al sobrecalentamiento global, es necesario de todos



los que habitamos este planeta, contribuir al ahorro de energía y con este trabajo queda demostrado que con el simple hecho de tratar de reducir el gasto que generan algunos equipos, podemos incluso colaborar con el cuidado del medio ambiente.

Después de todo lo dicho anteriormente, el beneficio que hemos obtenido al realizar este proyecto, nos ha ayudado a entender lo siguiente: La implementación de un sistema de automatización, puede hacer más eficiente el funcionamiento de un proceso o sistema de producción, reduciendo los tiempos de ejecución y los costos de los mismos; también podemos decir que la automatización pone a prueba la capacidad que tenemos para resolver problemas, así como para entender la lógica que se requiere tener para el correcto funcionamiento de un proceso o de un sistema de producción.

***Título: “Control de temperatura en instalaciones de distribución intermedia (IDF) de edificios inteligentes.”***

***Autor: Maldonado Silvestre, Enrique***

Hemos visto que los dispositivos electrónicos sensibles como lo es un switch de comunicaciones o una tarjeta controladora de acceso deben de contar con la temperatura adecuada para su correcta operación, el sistema de control diseñado para este proyecto tuvo como objetivo principal proporcionar la temperatura correcta a los equipos que se encuentran operando dentro del cuarto de IDF, con la finalidad de mantener una operación constante y sin problemas para los usuarios a los que se les presta el servicio de Oficinas.

Los equipos de control proporcionarán ininterrumpidamente una temperatura de confort a los equipos del cuarto de IDF, ayudando a aumentar el tiempo de vida útil de estos dispositivos, esto repercute en una reducción de costos tanto en el mantenimiento como en la sustitución de equipos a futuro, ya que al no haber sobrecalentamiento en los equipos electrónicos del cuarto de IDF, habrá menos equipos que tengan que ser sustituidos a corto plazo o que se les tenga que dar un mantenimiento correctivo.

Esta tesis demuestra con este proyecto que si se tiene un correcto diseño del control de la temperatura para equipos de telecomunicaciones se pueden lograr tres beneficios muy importantes que son:

- Satisfacción a los usuarios que ocupan los diferentes servicios que puede proporcionar un edificio inteligente.
- Reducción de costos de operación, mantenimiento y sustitución de equipos a futuro.
- Una administración del sistema de control de la temperatura fácil y confiable para el personal de mantenimiento.

Para finalizar me queda muy claro que la tecnología avanza a paso constante y que así como este sistema de control de temperatura proporciona grandes beneficios y cuenta con tecnología avanzada, no quiere decir que sea inmejorable, ya que cada día se va revolucionando con la mejora de equipos o mejora de software e implementación de nuevas plataformas de integración de dispositivos, el control y automatización industrial o residencial está creciendo día con día, es por eso la vital importancia de que el profesional de ingeniería se mantenga en constante actualización para seguir siendo competitivo dentro de la industria.

## **2.2. Bases teóricas**

### **a) Control de procesos industriales**

La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la Automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la substitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales.

El concepto de proceso está claramente relacionado con los conceptos de productos, programas, así como con la planificación de plantas. No hay que olvidar que tanto las industrias de manufactura como la de procesos, realizan grandes esfuerzos en la optimización del proceso. Algunas de ellas se centran en el aspecto de la calidad, mientras que otras se centran en el aspecto de los costes. Estos factores son los condicionantes fundamentales en estas industrias, y en este sentido la automatización industrial contribuye decisivamente.

En cuanto a la expresión control de procesos industriales, ésta abarca, desde un punto de vista académico, la teoría de control básica de realimentación y acción PID, la instrumentación de control (sensores, actuadores, dispositivos electrónicos, etc.), la aplicación a procesos industriales (como, por ejemplo, la mezcla de componentes en un reactor químico), por citar algunos de los aspectos más relevantes.

## **b) Sistemas de climatización**

Un sistema de climatización es un conjunto de equipos que tienen como objetivo el control de las siguientes variables propias del local o locales a acondicionar:

- Temperatura seca
- Humedad
- Grado de pureza del aire de los locales
- Velocidad del aire

Los sistemas de climatización, se clasifican en función del fluido utilizado en los locales a acondicionar, es decir, el fluido que es introducido en los locales y que juntamente con los equipos o elementos terminales han de controlar las variables mencionadas con anterioridad. Pueden distinguirse por tanto los siguientes tipos de sistemas:

- SISTEMAS TODO AIRE, en los que el aire es el único fluido utilizado.
- SISTEMAS TODO AGUA, en los que solo se usa agua como fluido único de refrigeración.
- SISTEMAS AIRE-AGUA, en los que se utilizan aire y agua simultáneamente en el interior de los locales.
- SISTEMAS REFRIGERANTE, en los que el fluido utilizado es un fluido refrigerante.

Los sistemas todo aire, son aquellos que utilizan un caudal de aire, frío o caliente, que es enviado al local a acondicionar, donde directamente se encargará de conseguir la adecuada temperatura, humedad y limpieza del aire. Las unidades terminales que utiliza este sistema son: unidades de difusión (difusores y rejillas de todo tipo), y en caso necesario, unidades de control de la cantidad de aire a suministrar al local (compuestas o elementos de similar función).

### **c) Importancia de la climatización en industria textil**

La industria textil especialmente la que manufactura el algodón, requieren de sistemas de climatización o acondicionamiento, debido a que los factores ambientales influye fuertemente en las propiedades del producto, como por ejemplo: su resistencia, elasticidad, alargamiento, carga electroestática y flexibilidad, que la hace más o menos apta para el proceso de hilado.

Por lo tanto, la climatización en la industria textil consiste en ofrecer a la fibra textil las condiciones favorables para su elaboración.

Los materiales textiles son higroscópicos, es decir son esencialmente sensibles a la variación de la humedad del aire.

La cantidad de agua o contenido de humedad en los materiales textiles depende básicamente de la humedad relativa del ambiente. Es decir, hay una estrecha relación entre estos dos valores: Si el ambiente es muy seco éste le

quita humedad a los textiles y los seca; y si es muy húmedo, los satura de humedad.

Algunos materiales textiles tales como: Lana, seda, acetato de celulosa se vuelven más débiles y no se dejan trabajar, si la humedad relativa aumenta. Otras como el algodón, lino, yute se vuelven más resistentes y se dejan trabajar mejor cuando la humedad relativa aumenta.

En los procesos de fabricación, la temperatura del producto y del proceso es un indicador físico importante que garantiza un alto nivel de calidad en la línea de producción.

#### **d) Control de temperatura**

Para controlar con precisión la temperatura del proceso sin la participación continua del operador, un sistema de control de temperatura se basa en un controlador, el cual acepta un sensor de temperatura tal como un termopar o RTD como entrada. Se compara la temperatura real a la temperatura de control deseada, o punto de ajuste, y proporciona una salida a un elemento de control.

Tipos de control de temperatura:

- Control de temperatura On / Off: es la forma más simple de regulador de temperatura. La salida del dispositivo está encendida o apagada, sin un estado medio. Un controlador ON/OFF cambia la salida sólo cuando la temperatura atraviesa el punto de ajuste. Cada vez que la temperatura cruza el punto de ajuste, el estado de la salida cambia, la temperatura del proceso oscila continuamente, entre el punto de ajuste. En los casos en que este ciclo se produce rápidamente, y para evitar daños a los contactores y válvulas, se añade un diferencial de encendido y apagado, o "histéresis", a las operaciones del controlador. Este diferencial requiere que la temperatura exceda del punto de ajuste por una cierta cantidad antes de que se active o desactive de nuevo. Un diferencial ON/OFF impide que se produzcan cambios rápidos de conmutación en la salida, si los ajustes se producen rápidamente.
  
- Control de temperatura proporcional: Un regulador proporcional disminuye la potencia media suministrada al calentador cuando la temperatura se aproxima al punto de ajuste. Esto tiene el efecto de disminuir la energía del calentador al aproximarse al punto de ajuste sin que lo sobrepase, manteniendo una temperatura estable.

- Control de temperatura PID: ofrece una combinación del control proporcional con control integral y derivativo. Este tipo de control combina control proporcional con dos ajustes adicionales, que ayuda a la unidad automáticamente a compensar los cambios en el sistema. Estos ajustes, integral y derivativo, se expresan en unidades basadas en el tiempo, El regulador proporcional es el control más preciso y estable de los tres tipos de controladores, y se utiliza comúnmente en sistemas que tienen una masa relativamente pequeña, que son aquellos que reaccionan rápidamente a cambios en la energía añadida al proceso.

#### **e) Control de humedad**

Se define HUMEDAD como la medida del contenido de agua en la atmósfera. La atmósfera contiene siempre algo de agua en forma de vapor. La cantidad máxima depende de la temperatura.

La humedad ambiental influye de manera considerable en la calidad de los materiales en su entorno. Por esta razón, dicha humedad se debe controlar y mantener de forma exacta en la producción industrial y particularmente en la industria electrónica, óptica, clínica y micro tecnología, así como en las áreas de alimentación, textil y farmacéutica. Como valores estadísticos muy importantes, encontramos la humedad absoluta y la humedad relativa. Con la humedad absoluta se proporciona la masa de agua por metro cúbico en el aire de una sala. La humedad relativa depende de la temperatura: nos indica el porcentaje de la cantidad máxima posible de vapor de agua presente en el aire de la sala en ese momento.



Uno de los problemas más comunes de medición a nivel industrial, es la selección de un instrumento de medición que no cumple con las características que el proceso requiere, arrojando de esta manera mediciones erróneas que pueden alterar la calidad y funcionalidad del proceso. Antes de adquirir un sensor para un proceso en específico, se debe tomar en cuentas las siguientes características del proceso y del instrumento:

- Exactitud: Se entiende como el error máximo que se permite dentro de una medición.
- Repetitividad: La entendemos como la diferencia que presentan las mediciones, bajo las mismas condiciones del instrumento, el mismo operador en un periodo de tiempo corto, mientras menores sean las diferencias, mejor será el sensor.
- Tiempo de Respuesta: Velocidad con la que responde el sensor cuando se le somete a un cambio de humedad, en este punto influyen entre otros factores la temperatura, el flujo de aire y el tipo de filtro que se utiliza.
- Tamaño: Dependiendo de la aplicación y del espacio con que se cuenta, se debe elegir el tamaño del sensor.
- Intervalos de Operación: No es recomendable tener un sensor con un intervalo de medición muy grande para procesos de intervalos pequeños ya que las mediciones se volverán burdas y quizás no muestren los cambios de humedad como se requieren.
- Resistencia a Contaminantes y Ambientes Extremos: Sí el proceso al que se someterá el instrumento de medición cuenta con ambientes poco usuales, se

deberá tener esto en cuenta, eligiendo sensores especializados para dichos ambientes, colocando filtros especiales o protecciones a los sensores.

#### **f) Aplicación de controladores programables**

El desarrollo de las diferentes tecnologías a lo largo de la primera mitad del siglo XX dio lugar a una paulatina elevación de la complejidad de los sistemas e hizo que fuesen muchas las variables físicas que tienen que ser vigiladas y controladas.

Por todo ello se planteo el desarrollo de equipos capaces de procesar variables físicas, que constituyen sistemas de tratamiento de la información.

Estos sistemas deben ser capaces de recibir información procedente de elementos externos.

En la actualidad el uso de los autómatas programables está generalizado en la industria, debido la facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos. Su eficacia se aprecia principalmente en procesos donde se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.

- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Ventajas de los controladores:

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos, debido a que no es necesario dibujar previamente el esquema de contactos, es preciso simplificar las ecuaciones lógicas, ya que por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio del tablero donde se instala el autómata programable.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.

Inconvenientes de los controladores:

- En primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido. Esta capacitación puede ser tomada en distintos cursos, inclusive en universidades.
- El costo inicial.

### **g) Controlador de procesos**

Los equipos de mayor desempeño que tienen la capacidad de manejar entradas analógicas universales, es decir, aceptan entradas provenientes de

sensores de temperatura Termopares, RTD, Voltaje y Corriente. Cuando un controlador acepta esta gama completa de señales el controlador se denomina controlador de procesos y no simplemente de temperatura o de humedad ya que el equipo se encuentra en capacidad de controlar cualquier variable que tenga como salida voltaje o corriente, es decir, presión, humedad, vacío, pH, luminosidad, etc.

### 2.3. Marco conceptual

- a) **Automatización industrial:** es la aplicación de diferentes tecnologías para controlar y monitorear un proceso, maquina, aparato o dispositivo que por lo regular cumple funciones o tareas repetitivas, haciendo que opere automáticamente, reduciendo al mínimo la intervención humana.
- b) **Temperatura:** es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente. Dicha magnitud está vinculada a la noción de frío (menor temperatura) y caliente (mayor temperatura).
- c) **Humedad relativa:** La humedad relativa de una masa de aire es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene y la que tendría si estuviera completamente saturada; así cuanto más se aproxima el valor de la humedad relativa al 100% más húmedo está.
- d) **Controlador Programable:** es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos

electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje.

- e) **Sensores:** es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular. Normalmente estos dispositivos se encuentran realizados mediante la utilización de componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR, etc.; todos aquellos componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos.
  
- f) **Actuador:** es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” en otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”.

## **CAPÍTULO III: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA**

### **3.1. Análisis del sistema**

El sistema de climatización está formado por 4 partes principales:

- El motor del ventilador, el cual inyecta aire frío desde el exterior a toda la planta a través de conductos metálicos.
- Actuador electrónico, que cierra o abre la persiana climatizadora, la cual está ubicada dentro del conducto.
- Sensores de temperatura y humedad, se utilizan dos sensores de temperatura uno dentro de los conductos y el otro en la parte externa junto con el sensor de humedad.
- El controlador, ubicado en un tablero electrónico recibe las señales de los sensores y acciona el actuador.

El sistema estaba hecho solo para funcionamiento manual, con lo cual solo era necesaria la activación del motor para la ventilación.

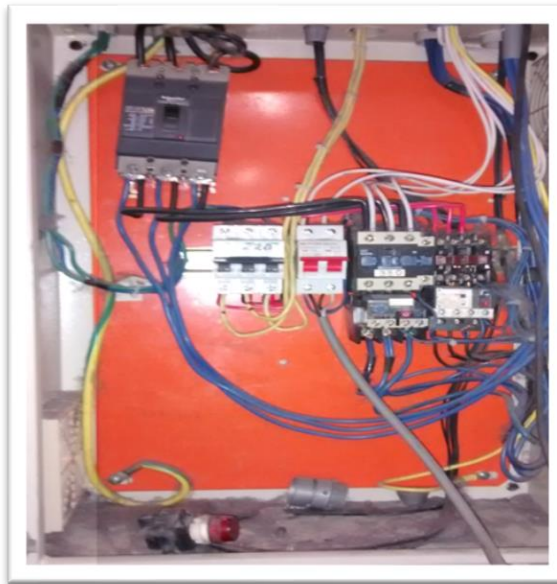


Figura 1. Tablero de control manual

El panel de control cuenta con pulsadores de arranque del ventilador y parada de emergencia, así como indicadores de luz para el estado de la persiana y el motor de ventilación.

Tabla 1. Elementos del sistema

<b>Equipo</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>
Controlador	CAREL	PCOxs
Sonda	CAREL	DPWC111000
Sensor de temperatura (NTC)	AT thermistor	103AT-11
Actuador	BELIMO	NMX120-SR

- El controlador CAREL, modelo PCOxs

El cual tiene un programa interno elaborado por la empresa proveedora del equipo. Este controlador es utilizado en sistemas que requieren medición de señales.



Figura 2. Controlador CAREL PCOxs

Tabla 2. Relación de entradas y salidas del controlador

Entradas analógicas		Salidas analógicas		Entradas digitales		Salidas digitales	
NTC, 0/5 V, 4/20mA	NTC, 0/5 V	0/10 V	PWM	Contactos secos	24 Vcc	Contactos NA	Contactos conmutados
2	2	2	1	6	0	4	1
4		3		6		5	

Sensores utilizados:

- Termistor 103AT-11 de alta precisión, con un valor resistivo de 10k $\Omega$



Figura 3. Sensor de temperatura 103AT-11

- Sonda de temperatura y humedad CAREL modelo DPWC111000



Se utiliza en sistemas de calefacción y aire acondicionado, Temperatura -10 a 60 °C (salida resistiva NTC CAREL) y humedad 10% a 90% HR.

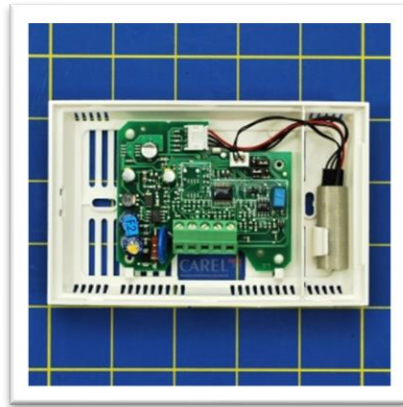


Figura 4. Sonda Carel DPWC111000

Tabla 3. Sondas Carel serie DP

<b>Sonda serie DP</b>	<b>Descripción</b>
DPWT010000	Temperatura (-10T60 °C)
DPWT011000	Temperatura (-10-60 °C) (sólo salida resistiva NTC CAREL)
DPWC111000	Temperatura (-10T60 °C) (salida resistiva NTC CAREL) y humedad (10...90% HR)
DPWC110000	Temperatura (-10T60 °C) y humedad (10...90% HR)

- Actuador BELIMO modelo NMX120-SR

Controla la persiana de climatización y es activado por el controlador mediante señales de 2 - 10 VDC o 4 - 20 mA, este actuador provee un ángulo de rotación de hasta 95° y un indicador visual para la posición del actuador.



Figura 5. Actuador Belimo NMX120-SR

Funcionamiento del sistema de climatización: la activación o desactivación del ventilador se realiza en el panel de control, mediante pulsadores de ON y OFF, esta señal digital es recibida por el controlador mediante una entrada digital, quedando habilitado para registrar las mediciones de las variables y ejecutar el programa.

Las mediciones de la temperatura y humedad registradas por la sonda son señales analógicas de 4 – 20 mA, mientras que el termistor utiliza una señal de 0 – 5 V.

El termistor 103AT-11 es de coeficiente de temperatura negativo (NTC), se encarga de sensar la temperatura del aire generado por el ventilador y que es inyectado a la sala de maquinas, por lo cual se encuentra ubicado dentro del conducto de ventilación. En el controlador esta variable aparece con el nombre de inyección.

La sonda CAREL modelo DPWC111000 registra los valores de temperatura y humedad ambiental de la sala de maquinas. La salida de estas señales

requiere de una configuración en la tarjeta electrónica de la sonda. Las variables aparecen en el controlador con sus mismos nombres.

El objetivo de usar dos sensores de temperatura es el de comparar la temperatura ambiental de la sala con la temperatura del aire inyectado para establecer un valor mínimo de temperatura ( $T_{min}$ ), esta comparación se realiza dentro del controlador, además el programa del controlador cuenta con un valor de temperatura máxima ( $T_{max}$ ).



Figura 6. Visualización de parámetros en controlador

El tipo de control utilizado en el controlador es del tipo ON/OFF debido a la facilidad para la configuración de los parámetros.

El inconveniente que se presentó es que al elegir un solo valor de referencia, la variación de las variables ambientales dentro de la planta provocaba la activación y desactivación del actuador constantemente, esto producía una conmutación demasiado rápida en los contactos de los contactores, lo que traería como consecuencia daños en los dispositivos eléctricos de conmutación así como en el actuador y en los que intervienen en el sistema.

Para evitar estos problemas se decidió aplicar un diferencial de encendido y apagado mediante la inclusión de la histéresis con lo cual no se establece un solo punto de referencia para la activación o desactivación del sistema, sino que el control de las variables se trabajan en un rango de valores determinado por un máximo y un mínimo, de esta forma se da más amplitud a la frecuencia de activación.

El programa del controlador es del tipo cerrado, por lo cual solo se puede acceder a través de la contraseña que fue otorgada por la empresa, solo para establecer los valores máximos de temperatura ( $T_{max}$ ) y el grado de humedad relativa máximo ( $HR_{max}$ ).

Los valores de temperatura y humedad fueron establecidos por la compañía en la que se realizó el trabajo.

Tabla 4. Parámetros de control máximo y mínimo

<b>VARIABLE</b>	<b>VALOR</b>	
Temperatura	Max.	35°C
	Min.	28°C
Humedad Relativa	Max.	75%
	Min.	50%

La temperatura ambiental está determinado por las maquinas que se encuentran operando dentro de la sala de trabajo, al igual que la humedad está determinada por el vapor proveniente de los productos textiles.

Cuando el valor de la temperatura ambiente es mayor que  $T_{max}$ , el controlador activa el actuador, el cual abre la persiana interna del ducto de ventilación inyectando aire externo a la sala de maquinas.

El grado de humedad relativa también iniciaría el proceso de ventilación, pero debido al accionamiento de ventilación por temperatura, siempre se mantiene en el rango de 55% - 70%, con lo cual no alcanza el valor máximo.

Si el valor de la temperatura ambiente es menor que  $T_{min}$  la persiana de ventilación se cerrera, debido a que el exceso de aire provocaría el aumento de la humedad relativa en el ambiente.

En el curso del día no todas las maquinas se encuentran operando, ya que algunas son detenidas para mantenimiento o para el recojo de los productos, con lo cual una vez que se activa la ventilación y se produce el descenso de temperatura, es necesario controlar la inyección de aire externo para mantener la temperatura en un valor intermedio de sus rango de valores. Para esto se utiliza el actuador BELIMO que controla el grado de apertura de la persiana de ventilación. El controlador envía una señal de 2 – 10 Vdc, adicionando una resistencia externa de  $500\Omega$ , transformamos la señal de voltaje en una señal de 4 – 20 mA.

El rango de rotación del actuador tiene un máximo de  $95^\circ$ , si la ventilación esta desactivada el ángulo de rotación del actuador es de  $0^\circ$  y para la activación el actuador realiza un ángulo de rotación de entre  $60^\circ$  y  $70^\circ$

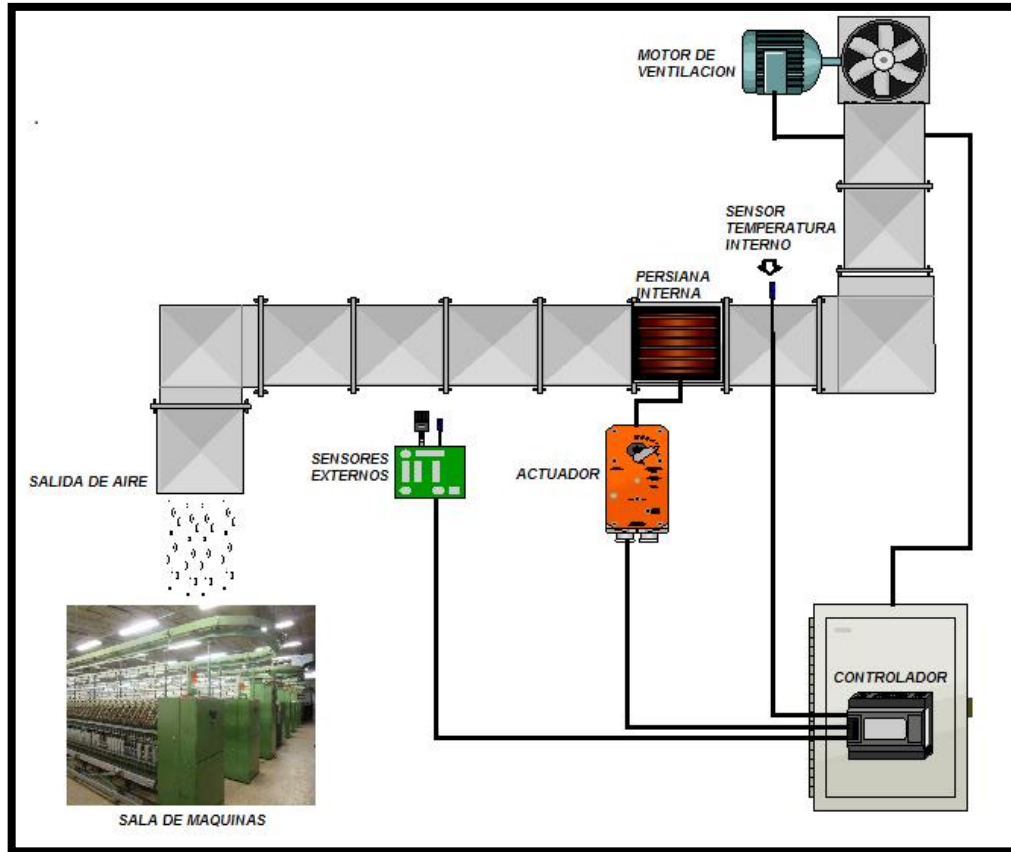


Figura 7. Esquema del sistema de climatización

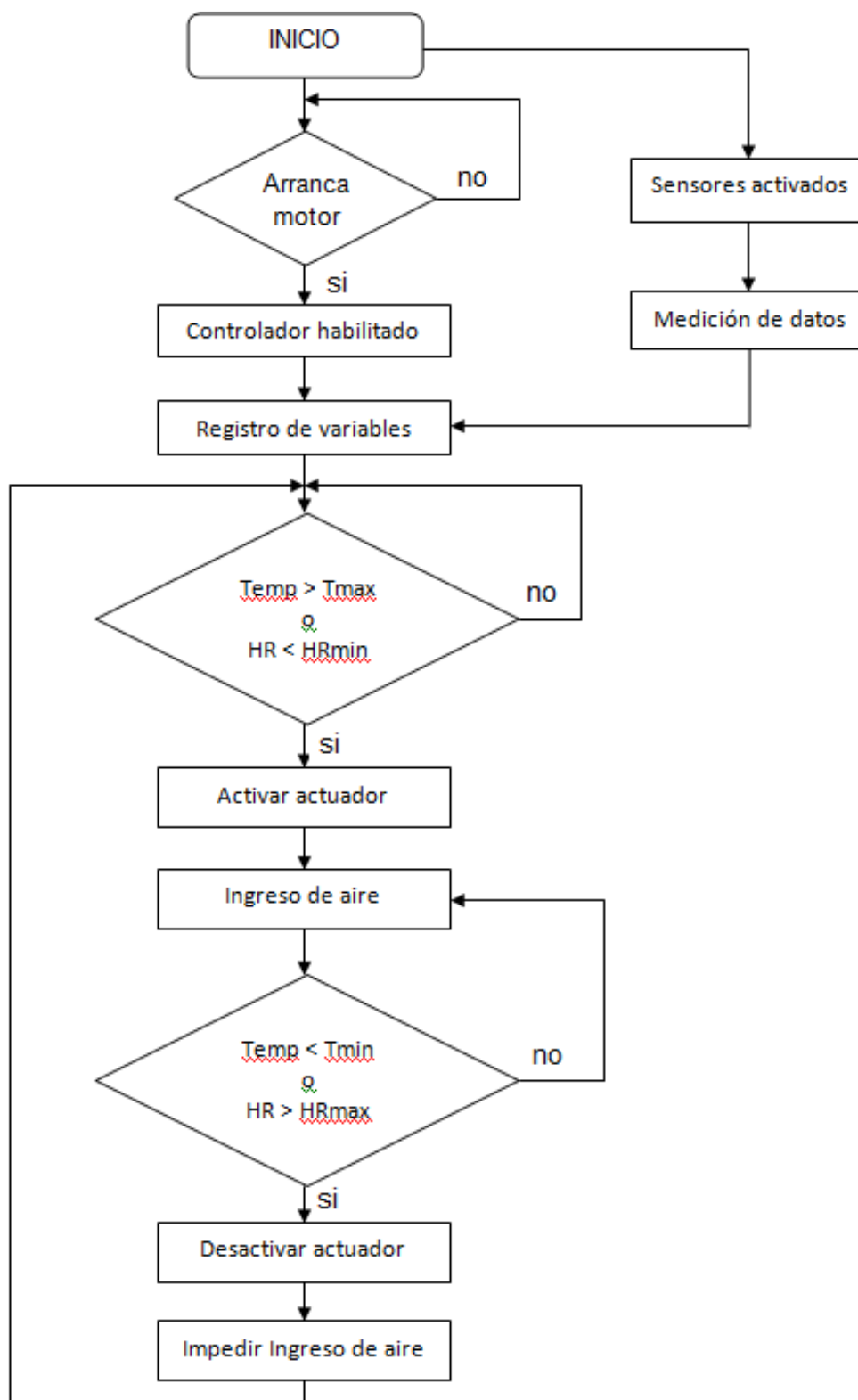


Figura 8. Diagrama de flujo del sistema de climatización

### 3.2. Construcción del sistema

Todos los equipos necesarios para el desarrollo del proyecto se encontraban almacenados por lo que se procedió a la identificación de cada uno y posteriormente la prueba de los equipos para verificar su correcto funcionamiento.

Los actuadores BELIMO fueron instalados en la parte superior de los conductos cerca a la entrada de aire, debido a que el control de la persiana de ventilación se realiza mecánicamente es necesario que los dos elementos (actuador y persiana) se encuentren lo más cerca posible. Aunque hay dos actuadores solo se encuentra habilitado uno de ellos, por lo que la segunda persiana de ventilación se encuentra abierta.



Figura 9. Actuador BELIMO en los ductos de ventilación

El actuador posee dos terminales de entrada, uno es para la alimentación de 220Vac proveniente del tablero eléctrico, la otra entrada es para la señal de control del ángulo de rotación que proviene del controlador





Figura 10. Vista frontal del actuador BELIMO

El termistor NTC, se encuentra ubicado dentro de los ductos de ventilación se encuentra conectado directamente con el controlador ubicado en el panel de control. Al comprobar su correcto funcionamiento se procedió a devolverlo a su respectiva posición



Figura 11. Ubicación de Sensor de temperatura 103AT-11

La conexión desde la posición del termistor hasta el controlador se realiza a través de una pequeña caja de paso asegurado junto al ducto, mediante una

bornera de dos puntos se realiza las conexiones para la extensión del alcance del cable del sensor.

Se toma todos los datos correspondientes al termistor como son el código, el estado en que se encuentra, para poder identificar posteriormente sus características a través de la hoja de datos del elemento.

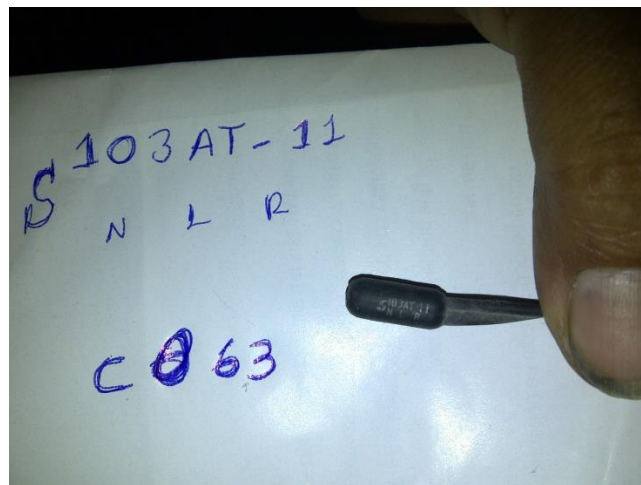


Figura 12. Datos de Sensor de temperatura 103AT-11

La sonda de temperatura y humedad se encuentra asegurado al ducto de ventilación y apuntando directamente a la sala de maquinas. Se encuentra atornillado a una caja de paso en cuyo interior hay una bornera de 5 puntos que es usado para extender el alcance de los cables



Figura 13. Ubicación de Sonda Carel

En la parte posterior de la sonda se encuentra la codificación del producto, la marca y el modelo



Figura 14. Identificación de código de Sonda Carel

Se procedió a realizar la prueba de los sensores de humedad y temperatura de forma individual, una vez verificado su correcto funcionamiento, fueron instalados nuevamente en la sonda.

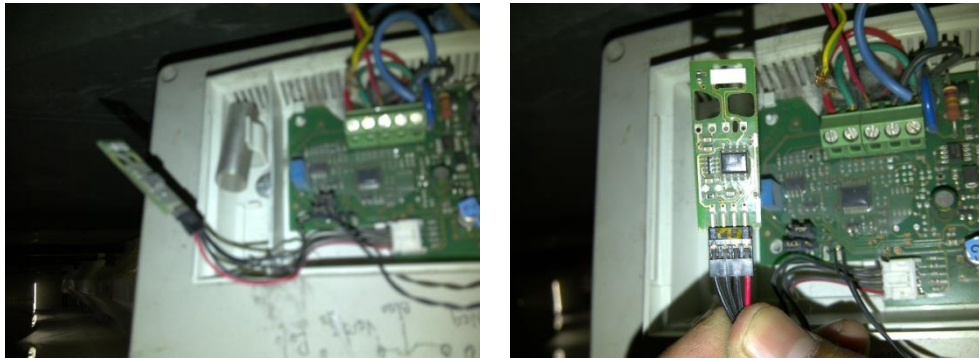


Figura 15. Sensor de humedad relativa dentro de la Sonda Carel

Posteriormente se realiza la configuración de la sonda y realización del cableado desde los terminales de la tarjeta electrónica de la sonda hacia el controlador en el panel de control

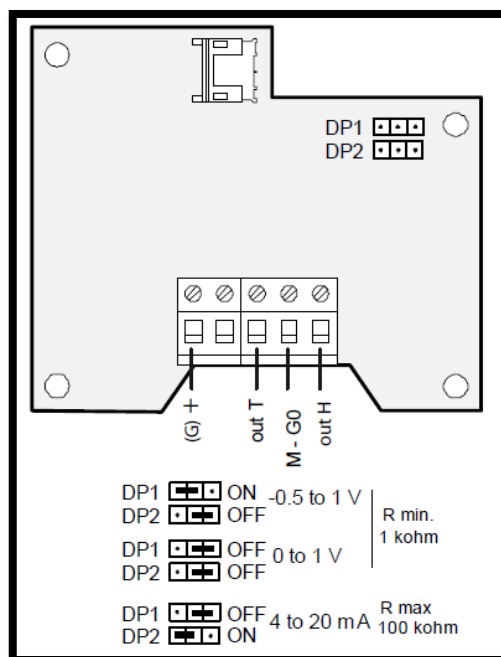


Figura 16. Esquema electrónico de la Sonda Carel

En la tarjeta electrónica de la sonda se realiza la configuración del tipo de salida realizando puente entre los pines de DP1 y DP2, para este sistema utilizamos salida de 4 a 20mA, por lo que se utilizo la configuración número 3, es decir DP1 en OFF y DP2 en ON.

La sonda funciona con 24Vdc por lo que el cableado para la fuente de alimentación se realizo desde el panel de control hacia el terminal '(G)+', las salidas de las señales de temperatura y humedad son a través de los terminales 'out T' y 'out H' respectivamente, el terminal 'M-G0' es usado como referencia para la alimentación y para las salidas.

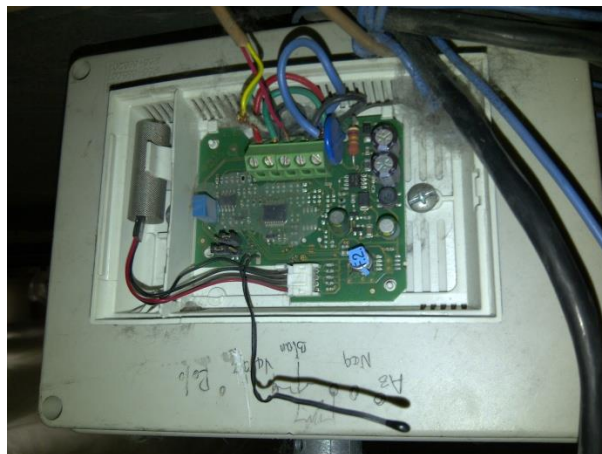


Figura 17. Vista frontal de la Sonda Carel

El tablero eléctrico es alimentado por 220V en trifásico, los dispositivos de protección para el motor y el actuador se encuentran instalados y conectados, también los pulsadores e indicadores luminosos en el panel de control, por lo que fue necesario la instalación y conexión de equipos que permitan la automatización.

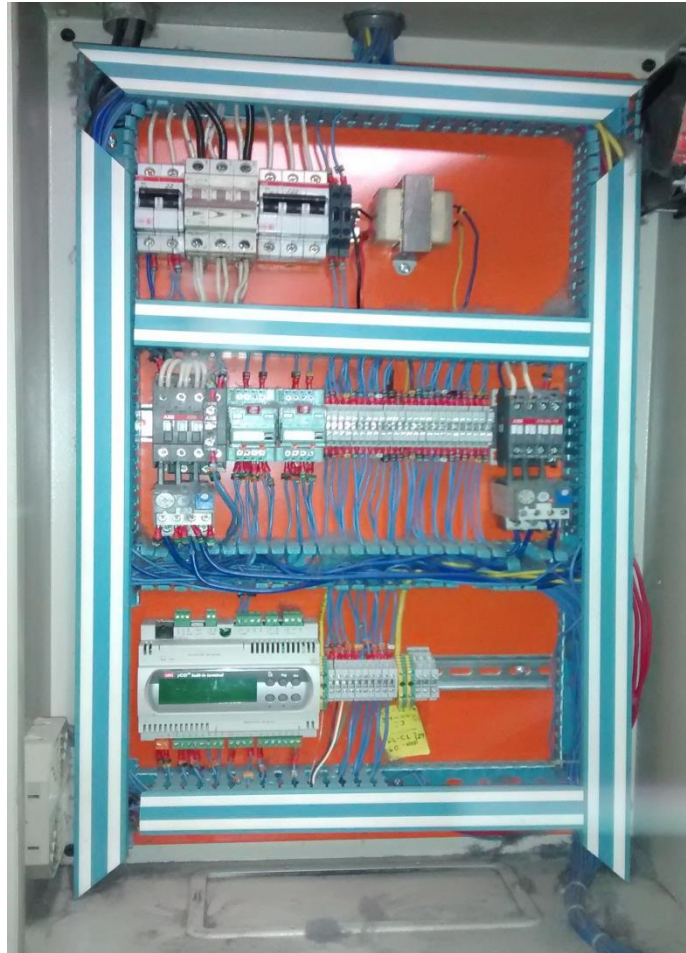


Figura 18. Tablero eléctrico del sistema

El controlador puede funcionar con 24Vac o voltaje en DC en el rango de 20V a 60V, para mayor facilidad del sistema se decidió utilizar voltaje en corriente alterna, por lo que se procedió a la instalación de un transformador de reducción de voltaje de 220Vac a 24Vac,



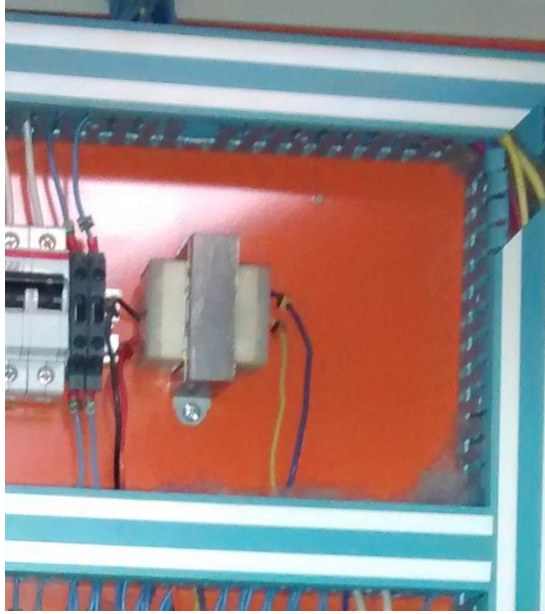


Figura 19. Transformador 220Vac - 24Vac

Las entradas y salidas del controlador tienen terminales incluidos por lo que se hizo la identificación de los tipos de entradas y salidas para la conexión de los instrumentos de medición y el actuador

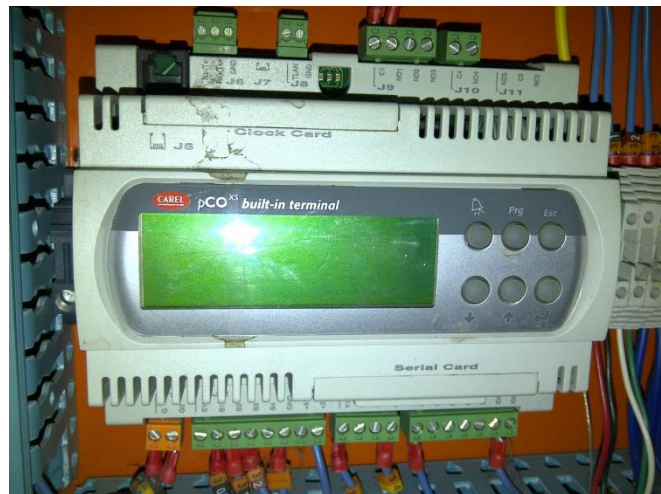


Figura 20. Controlador PCOxs en el tablero eléctrico

Las conexiones se realizaron de acuerdo al esquema establecido en el manual de uso del controlador

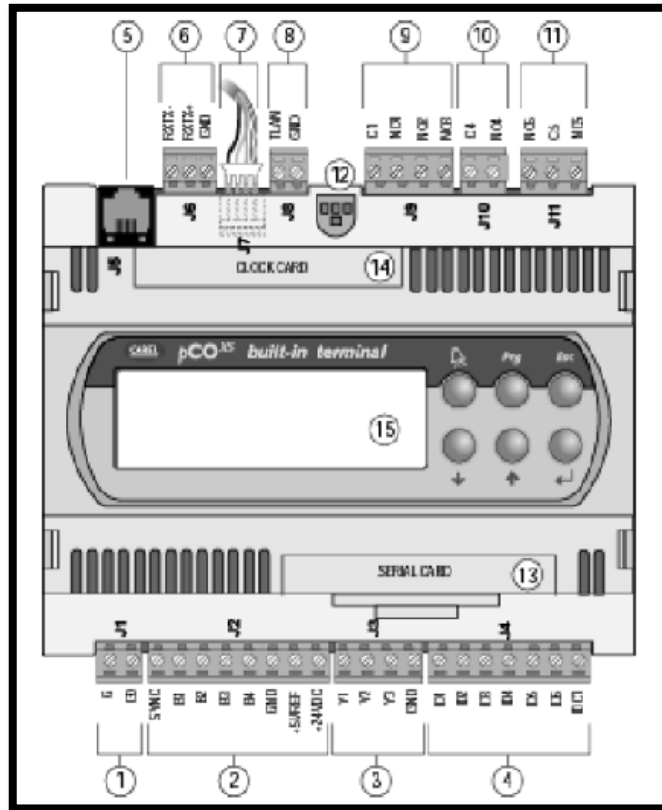


Figura 21. Diagrama de conexiones del controlador PCOxs

El terminal 1 de color anaranjado es utilizado para la alimentación de 24Vac.

El terminal 2 – utilizado para las entradas analógicas provenientes de los sensores. Las dos primeras entradas B1 y B2 son entradas de los sensores provenientes de la sonda, el tipo de entrada es de 4 – 20 mA. La tercera entrada es del tipo NTC de 0 – 5 V, por lo que solo se puede recibir la señal proveniente del termistor 103AT-11. En este terminal también se encuentra la conexión GND que es la tierra para entradas analógicas, y la conexión de 24Vdc utilizada para alimentar la sonda.



El terminal 3 – se encuentran las salidas analógicas de 0 – 10 V, utilizamos la primera conexión (Y1) para el control del actuador BELIMO además de su respectiva conexión a tierra.

El terminal 4 – se encuentran las entradas digitales, se utiliza una única entrada, la cual es recibida al momento de arrancar el ventilador por el pulsador en el panel de control.



Figura 22. Conexiones inferiores del controlador PCOxs

El terminal 9 – se encuentran las salidas digitales de relé, se utiliza para encender un indicador luminoso de aviso cuando la temperatura del ambiente alcanza el valor máximo. Iniciando el programa en el controlador y el actuador empieza a abrir la persiana de ventilación para inyectar aire a la sala de maquinas



Figura 23. Conexiones superiores del controlador PCOxs

Para las conexiones provenientes de los sensores y las salidas del controlador se utilizó borneras para una mejor presentación en el tablero eléctrico.



Figura 24. Controlador PCOxs y borneras de conexiones

En la última parte del desarrollo del sistema se procedió a la configuración de los parámetros finales de temperatura y el grado de humedad relativa en el controlador.

### 3.3. Revisión y consolidación de resultados

El sistema de climatización cumple las exigencias impuestas por la empresa que solicito el servicio. Tanto en el funcionamiento de los equipos como el objetivo que se buscaba de mantener un clima adecuado de operación en la sala de maquinas.

El controlador y los sensores funcionan adecuadamente, se registra las variables sin problemas y son representados correctamente en el controlador, así como la variación de los mismos a través del tiempo.

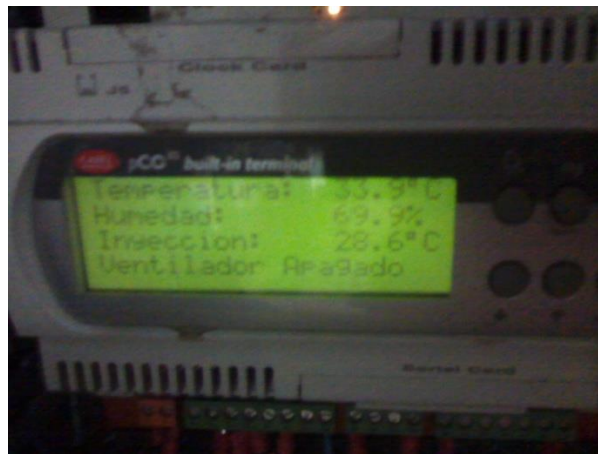


Figura 25. Registro de datos de las variables de control

La disminución de la temperatura no se da en un tiempo demasiado corto, debido a que el enfriamiento repentino del aire puede provocar un aumento excesivo del grado de humedad relativa en el ambiente. Por ello es necesario el uso de la persiana de ventilación que permita inyectar el flujo necesario de aire. Algunas mediciones de la variación de la temperatura están representadas en la siguiente figura

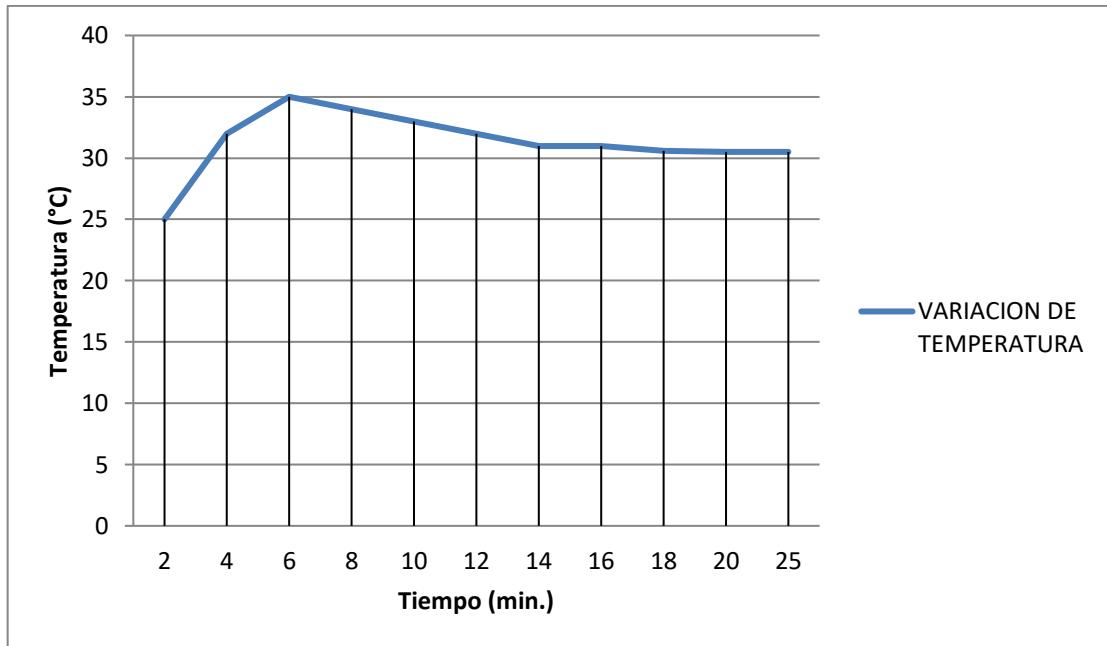


Figura 26. Variación de la temperatura vs el tiempo

Esta línea de variación de temperatura se puede ver afectado por otros factores como son:

- El clima externo de acuerdo a la estación del año en la que se encuentre.
- La cantidad de maquinas que se encuentren operando dentro de la sala.
- El mantenimiento y limpieza de los ductos de ventilación y de los sensores externos.

El sistema permitió un mejor ambiente de trabajo para los operarios, así como una mejora en la calidad de los productos, ya que el control de temperatura y humedad permite que el proceso de hilado del algodón sea interrumpido constantemente por roturas en el hilo, también permite que el operario no intervenga en el proceso de climatización, salvo para mantenimiento.

A partir de las pruebas realizadas con este sistema, se pudo comprobar que es posible la operación del sistema de climatización utilizando otros equipos, ya que la implementación fue hecha de tal forma que se adapte a los requerimientos de otros equipos, por lo que no es necesario realizar demasiados cambios en la estructura del sistema.

El tablero eléctrico quedo funcionando correctamente, así como el panel de control totalmente organizado.

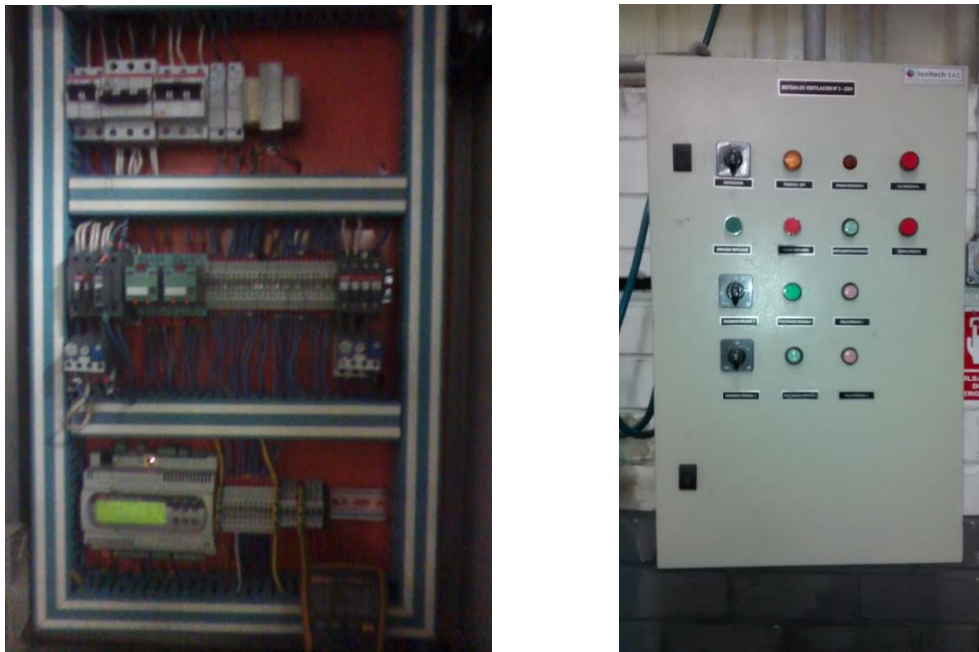


Figura 27. Presentación de tablero eléctrico y panel de control

## **Desarrollo económico del proyecto:**

El proyecto tuvo como finalidad mejorar la producción dentro de la empresa, lo cual significa un aumento de eficiencia en el trabajo permitiendo reducir pérdidas económicas.

El desarrollo del sistema implica la adquisición de equipo necesario para el correcto funcionamiento del proceso de climatización, en términos económicos, la principal dificultad sería la adquisición de los mismos, ya que muchas empresas no tienen el poder adquisitivo para comprarlos, pero en comparación con los equipos de otras marcas como son: SIEMENS, ALLEN BRADLEY, entre otros, los equipos utilizados en este proyecto son de un precio considerablemente bajo en relación a sus similares en las otras marcas, además que la versatilidad del controlador permite que una persona con la adecuada capacitación pueda manejar el equipo, sin necesidad de interferir con la programación.

Otro punto a favor es que el sistema puede funcionar utilizando otros tipos de controladores con funciones más simples, solo se tiene que considerar los valores de las señales a controlar.

## CONCLUSIONES

- El desarrollo del sistema de climatización no solo genera una mayor eficiencia en la producción, sino que genera un ambiente más adecuado de trabajo.
- Los factores ambientales deben de ser considerados como de suma importancia, ya que intervienen directamente con la propiedades físicas del producto.
- Se debe considerar la relación que existe entre el control de temperatura y humedad, no se puede dejar de lado ninguna de las dos ya que la variación de una afecta a la otra.
- El tipo de controlador utilizado para este sistema facilita mucho el desarrollo del proyecto, ya que brinda la opción de cambiar los parámetros de referencia sin tener que intervenir en el programa.
- la visualización de los valores medidos por el controlador facilita la interacción entre el técnico y el sistema.
- A través del sistema de climatización implementado se proporciona un control de los factores ambientales mas amortiguado, es decir no hay cambios bruscos, lo que es ideal para los productos textiles.

## RECOMENDACIONES

- Si bien los dispositivos eléctricos como contactores, relés térmicos, pulsadores, indicadores, etc., se encontraban instalados, es mejor realizar las pruebas necesarias para verificar su correcto funcionamiento.
- La manipulación de la sonda y los sensores deben realizarse con mucho cuidado, es preferible contar con las hojas de datos correspondientes para su manipulación.
- Al momento de realizar el cableado en el tablero eléctrico, es más factible utilizar borneras e identificadores de cables, este ofrece mayor seguridad al momento de realizar las conexiones necesarias, además de hacer más presentable el tablero eléctrico.
- Realizar limpieza frecuente en los ductos de ventilación, el actuador BELIMO y los sensores, a fin de evitar que el polvo y pelusa procedente de las maquinas textiles afecten el desempeño de los equipos.
- La manipulación del controlador debe ser llevado a cabo solo por personal capacitado.
- Generar reportes diarios o semanales para verificar calidad de aire para generar, de ser necesario, un plan de mantenimiento del sistema en general.



## BIBLIOGRAFIA

- **Acedo, J.** (2006) Instrumentación y control avanzado de procesos. Madrid: Díaz de Santos.
- **Creus, A.** (2011) Instrumentación industrial. Barcelona: Marcombo S.A.
- **Angulo, C. y Raya, C.** (2004) Tecnología de sistemas de control. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- **Lapuerta, M. y Armas, O.** (2012) Frío industrial y aire acondicionado. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- **Enríquez, G.** (2012) El ABC de la instrumentación en el control de procesos industriales. México: Limusa.
- **Sanz, F. y Sanz, D.** (2014) Control de refrigeración. Madrid: Universidad Nacional de Educación a distancia.

## ANEXOS

### Anexo 1: especificaciones controlador

A continuación se muestra una descripción del pCO<sup>®</sup> refiriéndose al esquema:

The following is a description of the pCO<sup>®</sup> with reference to the layout

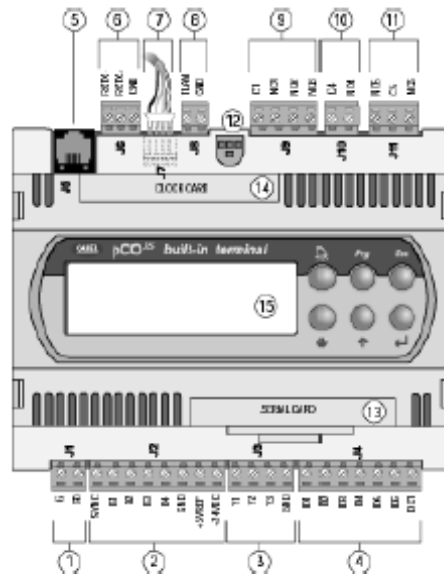


Fig. 2.1.1

- 1 Conector para la alimentación [G (+), G0 (-)] 24 VCA o 20/60 VCC;
- 2 Entrada (24 VCA) en corte de fase y entradas analógicas NTC, 0/1 V, 0/5 V, 0/20 mA, 4/20 mA, +5Vref para alimentación de las sondas a 5 V proporcionales y +24 VCC alimentación sondas activas;
- 3 Salidas analógicas 0/10 V y salida PWM en corte de fase;
- 4 Entradas digitales contacto seco;
- 5 Conector para todos los terminales estándar de la serie pCO<sup>®</sup> y para la descarga del programa de aplicación;
- 6 Conector de la red local pLAN;
- 7 Conector de terminal tLAN;
- 8 Conector de red tLAN o MP-Bus;
- 9 Salidas digitales de relé con un común compartido;
- 10 Salida digital de relé/SSR;
- 11 Salida digital con relé de alarma con contacto conmutado/SSR;
- 12 LED amarillo para la indicación de la presencia de tensión y 3 LEDs para señalización del estado del pCO<sup>®</sup>;
- 13 puerto para insertar la tarjeta serie:
  - RS485 para supervisión
  - RS232 para interfaz con el modem
  - Gateway (convertidor de protocolo)
- 14 puerto para insertar la tarjeta del reloj;
- 15 Terminal integrado.

- 1 Power supply connector [G (+), G0 (-)] 24 VAc or 20/60 Vdc;
- 2 Phase cutting and analogue inputs (24 VAc): NTC, 0/1 V, 0/5 V, 0/20 mA, 4/20 mA, +5 Vref for power supply to 5 V ratiometric probes and +24 Vdc power supply to active probes;
- 3 0/10 V analogue outputs and PWM phase-cutting output;
- 4 Free contact digital inputs;
- 5 Connector for all the pCO<sup>®</sup> series standard terminals and for downloading the application software;
- 6 pLAN connector;
- 7 tLAN terminal connector;
- 8 tLAN network connector or MP-Bus;
- 9 Relay digital outputs with shared common;
- 10 Relay/SSR digital output;
- 11 Alarm relay digital output with changeover/SSR contact;
- 12 Yellow power supply LED and 3 pCO<sup>®</sup> status LEDs;
- 13 Cover for inserting the serial card:
  - RS485 for supervisor
  - RS232 for modem interface
  - Gateway (protocol converter)
- 14 Cover for inserting the clock card;
- 15 Built-in terminal.

## 2.2 Significado de las entradas/salidas

Esta tabla resume las entradas y las salidas y una breve descripción de cada una.

conector	señal	descripción
J1-1	G	alimentación a 24 VCA ó 20/80 VCC
J1-2	G0	común de alimentación
J2-1	SYNC	entrada de sincronismo para corte de fase (G0 puesta a tierra)
J2-2	B1	entrada analógica 1 universal (NTC, 0/1 V, 0/5 V, 0/20 mA, 4/20 mA)
J2-3	B2	entrada analógica 2 universal (NTC, 0/1 V, 0/5 V, 0/20 mA, 4/20 mA)
J2-4	B3	entrada analógica 3 universal (NTC, 0/5 V)
J2-5	B4	entrada analógica 4 universal (NTC, 0/5 V)
J2-6	GND	tierra para las entradas analógicas
J2-7	+5VREF	alimentación para sondas proporcionales 0/5 V
J2-8	+24VDC	alimentación para sondas activas 24 VCC
J3-1	Y1	salida analógica nº 1 0/10 V
J3-2	Y2	salida analógica nº 2 0/10 V
J3-3	Y3	salida analógica nº 3 PWM (para reguladores de velocidad en corte de fase)
J3-4	GND	tierra para las salidas analógicas
J4-1	ID1	entrada digital nº 1
J4-2	ID2	entrada digital nº 2
J4-3	ID3	entrada digital nº 3
J4-4	ID4	entrada digital nº 4
J4-5	ID5	entrada digital nº 5
J4-6	ID8	entrada digital nº 8
J4-7	IDC1	común para las entradas digitales 1 a 8
J5		conector de tipo telefónico de 6 vías para la conexión al terminal del usuario estándar
J6-1	TX-	conector RX-/TX- para la conexión en a la red pLAN
J6-2	TX+	conector RX+/TX+ para la conexión en RS485, a la red pLAN
J6-3	GND	referencia para la conexión, en RS485, a la red pLAN
J7		conector terminal tLAN
J8-1	tLAN	conector de conexión a la red tLAN
J8-2	GND	tierra para la conexión a la red tLAN
J9-1	C1	común relés: 1, 2, 3
J9-2	NO1	contacto normalmente abierto relé nº 1
J9-3	NO2	contacto normalmente abierto relé nº 2
J9-4	NO3	contacto normalmente abierto relé nº 3
J10-1	C4	común relé: 4
J10-2	NO4	contacto normalmente abierto relé nº 4
J11-1	NO5	contacto normalmente abierto relé nº 5
J11-2	C5	común relé: 5
J11-3	NC5	contacto normalmente cerrado relé nº 5

Tabla 2.2.1

## 2.2 Meaning of the inputs/outputs

This table summarises the inputs and the outputs and provides a brief description of each.

connector	signal	description
J1-1	G	power supply 24 Vac or 20/80 Vdc
J1-2	G0	power supply ground
J2-1	SYNC	synchronicity input for phase cutting (G0 ground)
J2-2	B1	universal analogue input 1 (NTC, 0/1 V, 0/5 V, 0/20 mA, 4/20 mA)
J2-3	B2	universal analogue input 2 (NTC, 0/1 V, 0/5 V, 0/20 mA, 4/20 mA)
J2-4	B3	universal analogue input 3 (NTC, 0/5 V)
J2-5	B4	universal analogue input 4 (NTC, 0/5 V)
J2-6	GND	analogue input reference
J2-7	+5VREF	power supply for 0/5 V ratiometric probes
J2-8	+24VDC	power supply for active probes, 24Vdc
J3-1	Y1	analogue output no. 1 0/10V
J3-2	Y2	analogue output no. 2 0/10V
J3-3	Y3	analogue output no. 3 PWM (for phase-cutting speed controllers)
J3-4	GND	ground for analogue output.
J4-1	ID1	digital input no. 1
J4-2	ID2	digital input no. 2
J4-3	ID3	digital input no. 3
J4-4	ID4	digital input no. 4
J4-5	ID5	digital input no. 5
J4-6	ID8	digital input no. 8
J4-7	IDC1	common for digital inputs for 1 to 8
J5		6-way telephone connector for connection to the standard user terminal
J6-1	TX-	RX-/TX- connector for RS485 connection to the pLAN network
J6-2	TX+	RX+/TX+ connector for RS485 connection to the pLAN network
J6-3	GND	reference for RS485 connection to the pLAN network
J7		tLAN terminal connector
J8-1	tLAN	tLAN connector
J8-2	GND	reference for tLAN connection
J9-1	C1	common relays: 1, 2, 3
J9-2	NO1	normally-open contact, relay no. 1
J9-3	NO2	normally-open contact, relay no. 2
J9-4	NO3	normally-open contact, relay no. 3
J10-1	C4	common relays: 4
J10-2	NO4	normally-open contact, relay no. 4
J11-1	NO5	normally-open contact, relay no. 5
J11-2	C5	common relays: 5
J11-3	NC5	normally-closed contact relay no. 5

Table 2.2.1

## Anexo 2: sonda CAREL

**CAREL**

ESP

### 2 CODIFICACIÓN CAREL

1 y 2 Serie	3 Tipo	4 Medición	5 Sensor de humedad	6 Sensor de temp.	7 Tipo de salida	8 y 9 Personalización
1 y 2 Serie:			DP (Sensor digital)			
3- Tipo:			W = Ambiente P = Ambiente técnico D = Conducto			
4- Medición:			T = Temperatura H = Humedad C = Temperatura y humedad			
5- Tipo de sensor de humedad:			0 = No hay 1 = 10...90%hr 2 = 0...100%hr			
6- Tipo de sensor de temperatura:			0 = No hay 1 = NTC			
7- Tipo de salida:			0 = Salida 0...1Vcc ó 4...20mA; 1 = Salida 0...1V ó 4...20mA y NTC resistiva 2 = Salida 0...10Vcc 3 = Salida serie RS485, no optoaislada Modbus/Carel; 4 = Salida serie RS485, optoaislada Modbus/Carel; 5 = Salida 0...10V y NTC resistiva.			
8 y 9 Personalizaciones del cliente:						
10- Embalaje:			0 = Único 1 = Múltiple N = Neutro; * = Personalizado.			

**CAREL**

ESP

### 3 CÓDIGOS Y COMPATIBILIDAD CON LA SERIE AS\*

La tabla siguiente describe los códigos disponibles y la compatibilidad con la serie AS\*.

#### SONDAS ACTIVAS PARA AMBIENTE "DPW"

Serie DP	Descripción de la gama DP: Sondas activas para ambiente (alimentación: 8...32 Vcc/ 12...24 Vcc, salida seleccionable: 0...1V/-0.5...1 Vcc/4...20 mA)	Serie AS
DPWT010000	Temperatura (-10T60 °C)	ASWT030000
DPWT011000	Temperatura (-10T60 °C) (solo salida resistiva NTC CAREL)	ASWT011000
DPWC111000	Temperatura (-10T60 °C) (salida resistiva NTC CAREL) y humedad (10...90% Hr)	ASWC111000 ASWH100000 modelo sólo humedad
DPWC110000	Temperatura (-10T60 °C) y humedad (10...90% Hr)	ASWC110000

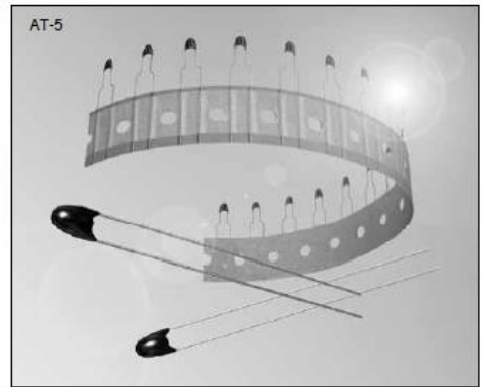
## HIGH PRECISION THERMISTOR

### AT THERMISTOR

The AT thermistor is a high-precision thermal sensing device featuring extremely small B-value tolerance and resistance.

When used as a temperature gauge, the AT thermistor requires no adjustment between the control circuit and the sensor.

This insures temperature precision of  $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ . Temperature indicators and control instruments are now available for use with the thermistor.






#### Specifications

Part No	$R_{25}^{\pm 1\%}$	B value <sup>±2%</sup>	Dissipation factor (mW/°C) Approx.	Thermal time constant (s) <sup>±3%</sup> Approx.	Rated maximum power dissipation (at 25°C)(mW)	Category temp. range(°C)	Color code	
102AT-2	1.0k $\Omega$ ±1%	3100K±1%	2	15	10	-50~+90	Black	
202AT-2	2.0k $\Omega$ ±1%	3182K±1%					Red	
502AT-2	5.0k $\Omega$ ±1%	3324K±1%				-50~+110	Yellow	
103AT-2	10.0k $\Omega$ ±1%	3435K±1%					White	
203AT-2	20.0k $\Omega$ ±1%	4013K±1%						
104AT-2	100.0k $\Omega$ ±1%	4665K±1%						
102AT-11	1.0k $\Omega$ ±1%	3100K±1%	3	75	13	-50~+90	None	
202AT-11	2.0k $\Omega$ ±1%	3182K±1%						
502AT-11	5.0k $\Omega$ ±1%	3324K±1%				-50~+105		
103AT-11	10.0k $\Omega$ ±1%	3435K±1%						
103AT-4 Shape1	10.0k $\Omega$ ±1%	3435K±1%	2	10	10	-50~+90		
103AT-4 Shape2	10.0k $\Omega$ ±1%	3435K±1%	4	35	20			
103AT-2S	10.0k $\Omega$ ±1%	3435K±1%	1	15	5	-50~+110		White
103AT-5	10.0k $\Omega$ ±1%	3435K±1%	2.5		12.5			None

## Anexo 4: Actuador BELIMO



Technical Data	NMX120-SR
Power Supply	100 to 240 VAC, 50/60 Hz (nominal) 85 to 265 VAC, 50/60 Hz (tolerance)
Power Consumption	4 W (1 W)
Transformer Sizing	7 VA (Class 2 power source)
Electrical Connection	18 GA appliance rated cable 1/2" conduit connector <input type="checkbox"/> 3 ft [1m] <input type="checkbox"/> 10 ft [3m] <input type="checkbox"/> 16 ft [5m]
Overload Protection	electronic throughout 0 to 95° rotation
Operating Range Y	2 to 10 VDC, 4 to 20 mA
Input Impedance	100 kΩ (0.1 mA), 500Ω
Feedback Output U	2 to 10 VDC (max 0.5 mA)
Angle of Rotation	max. 95°, adjust. with mechanical stop
Torque	90 in-lb [10 Nm]
Direction of Rotation	reversible with  switch. Actuator will move:  =CCW with decreasing control signal (10→2V)  =CW with decreasing control signal (10→2V)
Position Indication	reflective visual indicator (snap-on)
Manual Override	external push button
Running Time	<input type="checkbox"/> 150 seconds <input type="checkbox"/> 60 seconds <input type="checkbox"/> 95 seconds <input type="checkbox"/> 45 seconds constant independent of load
Humidity	5 to 95% RH non condensing (EN 60730-1)
Ambient Temperature	-22°F to +122°F [-30°C to +50°C]
Storage Temperature	-40°F to +176°F [-40°C to +80°C]
Housing	NEMA 2/IP54
Housing Material	UL94-5VA
Agency Listings†	cULus acc. to UL 60730-1A/-2-14, CAN/CSA E60730-1, CSA C22.2 No. 24-93, CE acc. to 89/336/EEC and 2006/95/EC