



**UNIVERSIDAD
AMBATO**

TÉCNICA DE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

TEMI

TEMA:

**DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATICO PARA LA OPTIMIZACION DEL
SUMINISTRO DE AIRE ACONDICIONADO PARA LAS SALAS DE
CONTROL Y ADMINISTRATIVAS PARA LA CENTRAL
HIDROELECTRICA SAN FRANCISCO.**

**Autor: Oswaldo Bermeo
Tutor: Ing. Edwin Morales**

**Ambato - Ecuador
Septiembre 2010**

APROBACIÓN DEL TUTOR

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

“Diseño de un sistema automático para la optimización del suministro de aire acondicionado para las salas de control y administrativas para la central Hidroeléctrica San Francisco”, de Oswaldo Bermeo, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, Septiembre 2010

EL TUTOR

Ing. Edwin Morales

DECLARACION

Yo, José Oswaldo Bermeo Gómez, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial, puede hacer uso de los derechos correspondiente a este trabajo, según lo establecido en la Ley de Propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

JOSE OSWALDO BERMEO GOMEZ

2010

APROBACION DE LA COMISION CALIFICADORA

La comisión calificadora del siguiente trabajo de graduación conformado por los docentes Ing. Jeanette Ureña y Edison Jordan, aprueben el presente trabajo titulado **“DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATICO PARA LA OPTIMIZACION DEL SUMINISTRO DE AIRE ACONDICIONADO PARA LAS SALAS DE CONTROL Y ADMINISTRATIVAS PARA LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN FRANCISCO”**, presentado por el señor José Oswaldo Bermeo Gómez; de acuerdo al Art. 57 del reglamento de Graduación para obtener el título Terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Oswaldo Paredes
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Edison Jordan
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Jeanette Ureña
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

En primer lugar a **DIOS** por ser la luz y la fuerza de inspiración, por estar junto a mí en todos los escenarios de mi vida, por enseñarme a no rendirme fácilmente y salir adelante en los momentos más difíciles de la vida, por darme la sabiduría y la iluminación para alcanzar todas las metas y logros obtenidos.

Gracias DIOS por ser tan generoso y piadoso.

A mis Padres, Hermanos y Sobrinos por ser la fuente de energía sentimental para poder seguir adelante, por su apoyo incondicional e incomparable, por estar junto a mí en las buenas y malas, por ser ejemplo de superación y por conservar el valioso valor del apoyo.

AGRADECIMIENTO

Mis más grandes agradecimientos a todas las personas e instituciones que hicieron posible el desarrollo de la presente investigación, de manera especial a:

- Mis padres, hermanos y sobrinos por su apoyo incondicional.
- La Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e industrial.
- Ing. Edwin Morales, director, motivador y apoyo importante del presente documento.
- A los profesores de la FISEI en especial al Ing. Edison Jordán
- Biblioteca FISEI
- A Hidropastaza S.A. mi agradecimiento permanente, a los ingenieros de la mencionada empresa y a todos los directivos por abrir las puertas para realizar la investigación y que supieron dar la ayuda desinteresada para la ejecución del presente proyecto.
- A mis queridos y desinteresados amigos, en especial a Carlos Torres y Jun Carlos Moreta.

CONTENIDO

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema	1
1.2 Planteamiento del Problema	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis Crítico	2
1.2.3 Prognosis	3
1.3 Formulación del Problema	3
1.3.1 Preguntas directrices	4
1.3.2 Delimitación del problema	4
1.4 Justificación	5
1.5 Objetivos	6
1.5.1 Objetivo General	6
1.5.2 Objetivos Específicos	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos.	7
2.2 Fundamentación.	7
2.2.1 Fundamentación Legal.	7
2.2.2 Fundamentación Teórica.	8
2.2.2.1 Sistema Automático	8
2.2.2.1.1 Concepto De Automatización	8
2.2.2.1.2 Origen Del Sistema Automático	9
2.2.2.1.3 Sistemas Automáticos	10
2.2.2.1.4 Elementos De Un Sistema Automático.	10
2.2.2.2 Sistemas De Control	11
2.2.2.2.2 Tipos De Sistemas De Control Según Su Comportamiento	12
2.2.2.2.2.1 Sistema De Control De Lazo Abierto	12
2.2.2.2.2.1.1 Características.	13
2.2.2.2.2.1.2 Elementos Básicos	13
2.2.2.2.2.2 Sistema De Control De Lazo Cerrado	14
2.2.2.2.2.2.1 Características	15
2.2.2.2.2.2.2 Elementos Básicos	16
2.2.2.3 Sistemas Controlados	17
2.2.2.3.1 Sistema Controlado P.	18
2.2.2.3.2 Sistema Controlado I.	19
2.2.2.4 Acondicionamiento De Aire	20
2.2.2.4.1 Concepto	20
2.2.2.4.2 Historia	21
2.2.2.4.3 Análisis Para La Selección De Los Sistemas De Aire	22
Acondicionado	
2.2.2.4.4 Necesidad De Climatización	24
2.2.2.5 Humedad	25
2.2.2.5.1 Humedad Relativa (HR).	25
2.2.2.6 Estudio De Los Elementos Constitutivos	26
2.2.2.6.1 PLC	26
2.2.2.6.2 Fuentes De Alimentación	28
2.2.2.6.3 Módulos De Entrada Digital	29
2.2.2.6.4 Módulos de salida digital	29
2.2.2.6.5 Relé Biestable	30
2.2.2.7 Tipos De Tuberías	30
2.2.2.7.1 Tubos PVC	30
2.2.2.7.1.1 Clases	32
2.2.2.7.1.2 Características:	33
2.2.2.7.1.3 Ventajas Y Desventajas De Pvc	34
2.2.2.7.2 Tuberías Rígidas De Acero	35
2.2.2.7.2.1 Características	35
2.2.2.7.2.2 Denominación	35

RESUMEN EJECUTIVO

La central Hidroeléctrica “San Francisco” permite la generación de 230 megavatios que significan el 12% de la energía en el país. El proyecto San Francisco, es un proyecto complementario al que ya existe ahora, el proyecto Agoyán, porque utiliza las aguas turbinadas de la presa de Agoyán para luego procesarlas y obtener estos 230 megavatios para todo el Ecuador.

La central está entre la cuenca media y baja del río Pastaza, en Baños (Tungurahua).

La central San Francisco se construyó desde febrero del 2004 y el inicio de la generación comercial de la primera unidad fue el 3 de mayo del 2007.

Los primeros en usar el sistema de aire acondicionado fueron las industrias textiles del sur de Estados Unidos. Un claro ejemplo, fue la fábrica de algodón Chronicle en [Belmont](#). Esta fábrica tenía un gran problema. Debido a la ausencia de humedad, se creaba un exceso de [electricidad estática](#) haciendo que las fibras de algodón se convirtiesen en pelusa. Gracias a Carrier, el nivel de humedad se estabilizó y la pelusilla quedó eliminada.

El problema del aumento de la temperatura en las salas de trabajo de la central Hidroeléctrica “San Francisco”, se produce cuando se suspende el suministro de agua que viene del sistema de agua de resfriamiento, por motivos de mantenimiento preventivo que se lo realiza a las unidades generadoras, provocando que la temperatura se eleve y que el confort en las salas de trabajo se vuelva inadecuado para la realización de sus tareas y se corre el riesgo que los diferentes equipos electrónicos puedan sufrir desperfectos en su funcionamiento.

INTRODUCCIÓN

El trabajo presente con el tema “Diseño de un sistema automático para la optimización del suministro de aire acondicionado para las salas de control y administrativas para la central HIDROELECTRICA SAN FRANCISCO” explica el proceso de automatización que se realizó en la empresa.

Se explica claramente como se mejoró de manera considerable el control de temperatura en las salas de control y administrativas para evitar daños en los diferentes equipos electrónicos y mejorar el confort de trabajo.

Se detalla paso a paso los métodos utilizados para la medición de caudal, el diseño de la tubería para la selección de diámetros correctos, la selección exacta de la bomba hidráulica es decir en su potencia, el diseño del tanque reservorio que se analizó para el desarrollo del presente trabajo.

Se expone como se realizó la automatización del suministro de aire acondicionado utilizando el PLC de la empresa General Electric Fanuc.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATICO PARA LA OPTIMIZACION DEL SUMINISTRO DE AIRE ACONDICIONADO PARA LAS SALAS DE CONTROL Y ADMINISTRATIVAS PARA LA CENTRAL HIDROELECTRICA SAN FRANCISCO.

1.2 Planteamiento del problema.

Evitar el aumento de la temperatura en las salas de control y administrativas mediante el diseño de un sistema automático del suministro de aire acondicionado.

1.2.1 Contextualización.

Con el transcurso del tiempo la tecnología avanza, las empresas se sienten en la necesidad de adquirir tecnología para el mejoramiento de sus sistemas, con el fin de garantizar un eficaz funcionamiento en cada uno de los procesos que realiza.

Por esta razón empresas ecuatorianas dentro de sus planes de modernización, y buscando el bienestar de los trabajadores, han realizado el montaje de sistemas de aire acondicionado, sistema de extinción automático de incendios, puerta de seguridad, sistema de monitoreo de alarmas, control de accesos, y cielo falso e iluminación.

Infraestructura que le permitirá tener un moderno y seguro centro de trabajo que incrementará la confiabilidad operativa, cumpliendo normas internacionales y que brinda total seguridad a las personas que laboran en las diferentes áreas de trabajo, puesto que el confort y la salud de los empleados inciden en los resultados económicos y comerciales de las organizaciones.

En la provincia de Tungurahua las empresas dentro de sus planes de mejora y buscando el confort para sus empleados en todas sus áreas de trabajo, ha adjudicado a empresas muy reconocidas a nivel nacional, que realicen el montaje de sistemas de aire acondicionado, sistema de extinción automático de incendios. para lograr tener un lugar seguro de trabajo.

La central Hidroeléctrica “San Francisco” cuenta con el suministro de aire acondicionado para las salas de comunicaciones, oficinas, taller electrónico, sala de control, sala de tableros, sala de comando local, el inconveniente que tiene es que su funcionamiento no es satisfactorio, por ese motivo es que la temperatura aumenta en las salas mencionadas anteriormente, por lo que directivos han tomado la decisión de mejorar este sistema.

Es menester, corregir lo más pronto posible éste problema con el fin de tomar decisiones acertadas

1.2.2 Análisis crítico

El deficiente funcionamiento del suministro del aire acondicionado para las salas de comunicaciones, oficinas, taller electrónico, sala de control, sala de tableros, sala de comando local, provoca que la temperatura aumente aproximadamente en unos 15° centígrados por encima de la temperatura normal, y su rango normal de operación y necesaria para el confort es de 19 a 22° grados centígrados, logrando así mantener un ambiente cómodo y satisfactorio de trabajo.

El problema del aumento de la temperatura en las salas de trabajo, suscita cuando se suspende el suministro de agua que viene del sistema de agua de resfriamiento para las dos unidades acondicionadoras, por motivos de mantenimiento preventivo que se lo realiza a las unidades generadoras, este proceso se lo debe efectuar cada tres meses para evitar daños, y que tiene un tiempo de duración aproximado de dos a tres semanas lo cual significa que debe mantenerse suspendido el suministro de aire acondicionado provocando que el confort en las salas mencionadas se vuelva inadecuado para una correcta labor de sus actividades diarias.

Además no se realiza un buen mantenimiento de los elementos del sistema por parte de los técnicos encargados de esta área, es evidente el mal funcionamiento del suministro de aire acondicionado para las salas en cuestión, por fortuna aun no se ha generado nada grave, sin embargo existe el interés por los directivos de mejorar dicho sistema para prevenir posibles desgracias mayoritarias a futuro.

1.2.3 Prognosis

Es necesario, corregir a la mayor brevedad posible éste problema con el fin de tomar decisiones acertadas; para mejorar la situación laboral, financiera y social, por cuanto beneficiará el rendimiento de todas las personas involucradas en las áreas en cuestión y evitará que los equipos electrónicos puedan llegar a sufrir desperfectos por el aumento en la temperatura y los trabajadores puedan sufrir algún tipo de enfermedad.

1.3 Formulación del problema

¿Qué beneficios tendrá la Central Hidroeléctrica “San Francisco” con el diseño de un sistema automático para la optimización del suministro de aire acondicionado para las salas de control y administrativo para la central hidroeléctrica San Francisco?

1.3.1 Preguntas directrices

¿Cómo se lleva a cabo el proceso actual del suministro de aire acondicionado en la central Hidroeléctrica “San Francisco”?

¿Cuáles serán las ventajas y desventajas que traería la [automatización](#) del sistema del suministro de aire acondicionado en la central Hidroeléctrica “San Francisco”?

¿Qué [recursos](#) serán necesarios para la implementación del sistema automatizado que lleva el proceso del suministro de aire acondicionado en la central Hidroeléctrica “San Francisco”?

¿Cuál será el mecanismo y [política](#) de [seguridad](#) mas adecuado que se utilizará en el desarrollo del sistema automatizado en la central Hidroeléctrica “San Francisco”?

¿De qué manera la automatización del proceso del suministro de aire acondicionado de la central Hidroeléctrica “San Francisco” permitirá realizar un control eficaz de la temperatura?

1.3.2 Delimitación del Problema

El diseño de un sistema automático para la optimización del suministro de aire acondicionado para las salas de control y administrativo para la central Hidroeléctrica San Francisco ubicada en la provincia Tungurahua, entre la cuenca media y baja del río Pastaza, en el cantón Baños. El tiempo previsto para desarrollar el presente trabajo es de aproximadamente 8 meses, iniciando el 17 de Noviembre del 2009 y concluyendo el 17 de Julio del 2010.

1.4 Justificación

Los procesos automatizados, son factores de vital importancia en las empresas, en esta era se ha observado una gran innovación y desarrollo de tecnologías que se pueden utilizar para realizar mejoras en diferentes procesos.

El diseño de un sistema automático para el suministro de aire acondicionado en la central Hidroeléctrica “San Francisco”, no solo está en juego el confort o bienestar de los empleados sino fundamentalmente, a la preservación de la salud y las condiciones de vida de las personas, así como también al mantenimiento de los equipos que son altamente costosos e indispensables para la generación de la energía eléctrica.

Es necesario que el suministro de aire acondicionado se realice de una forma más efectiva para garantizar un control seguro de la temperatura en las salas de comunicaciones, oficinas, taller electrónico, sala de control, sala de tableros, sala de comando local y así para alcanzar las condiciones de confort térmico humano necesario en las salas mencionadas y mantener un rango estable de la temperatura.

Al establecer este sistema poseerá un impacto positivo en la central Hidroeléctrica “San Francisco”, la cual proporcionará a la misma, un control efectivo de la temperatura en las salas involucradas en el estudio, porque estudios realizados comprueban que el confort en las salas de trabajo garantiza que sus empleados desempeñen de una manera más satisfactoria sus respectivas tareas. Además se ha conseguido un total apoyo a la idea de implantar un sistema automatizado del suministro de aire acondicionado.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar un sistema para la automatización del proceso del suministro de aire acondicionado que controle, registre de manera segura, precisa y eficiente la temperatura en las salas de control y administrativo en la central Hidroeléctrica “San Francisco”.

1.5.2 Objetivos Específicos

Describir como es realizado actualmente el proceso del sistema de aire acondicionado en la central Hidroeléctrica “San Francisco”.

Realizar un sistema automático que permita controlar la temperatura en las salas de control y administrativas de la central Hidroeléctrica “San Francisco”.

Desarrollar el programa para el PLC de manera que permita controlar de manera efectiva la temperatura en las salas de control y administrativas de la central Hidroeléctrica “San Francisco”.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos.

Una vez realizadas las investigaciones pertinentes, asevero que no existen trabajos respecto al diseño de un sistema automático para la optimización del suministro de aire acondicionado para las salas de control y administrativo para la Central Hidroeléctrica “San Francisco”, investigación realizada en la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial.

2.2 Fundamentación.

2.2.1 Fundamentación Legal.

El proyecto hidroeléctrico San Francisco permite la generación de 230 megavatios que significan el 12% de la energía en el país. El proyecto San Francisco, algo parecido al de Mazar, es un proyecto complementario al que ya existe ahora, el proyecto Agoyán, porque utiliza las aguas turbinadas de la presa de Agoyán para luego procesarlas y obtener estos 230 megavatios para todo el Ecuador, no es energía térmica, es energía hidroeléctrica, la inversión que demanda el proyecto hidroeléctrico San Francisco es nada menos que de 310 millones de dólares. El proyecto hidroeléctrico San Francisco va a permitir que se contrate a dos mil personas, es decir, dos mil personas que podrán directamente emplearse en los trabajos indirectamente cuando la obra inicie podrá crear cuatro mil empleos indirectos, por consiguiente no solamente es una obra que va a producir beneficios sociales al crear y mejorar las condiciones de empleo en el país, también va a

permitir que dinero de fuera, del Brasil llegue y la obra pueda efectivamente hacerse. Nosotros en la provincia de Tungurahua hemos estimado que el costo kilovatio / hora de la energía generada en San Francisco no superaría los 3 centavos de dólar porque no se deben hacer mayores inversiones, ya está Agoyán, lo único que se hace es conducir la aguas de Agoyán hasta las turbinas de San Francisco para tener esos 230 megavatios.

La Hidroeléctrica San Francisco ahorrará al país \$100 millones al año, por lo que no se quitarán los subsidios a la energía ni a los combustibles.

La central está entre la cuenca media y baja del río Pastaza, en Baños (Tungurahua).

La central San Francisco se construyó desde febrero del 2004 y el inicio de la generación comercial de la primera unidad fue el 3 de mayo del 2007.

2.2.2 Fundamentación Teórica.

2.2.2.1 Sistema Automático

Un sistema automático está constituido por un dispositivo de entrada, una unidad de control y un dispositivo de salida, que conectados entre sí realizan la transferencia de información.

2.2.2.1.1 Concepto De Automatización

La automatización surge con el objetivo de utilizar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas que anteriormente eran realizadas por los seres humanos.

De este concepto surge lo que hoy conocemos como sistema automático, el cual efectúa y controla las secuencias de operaciones sin la ayuda de la actividad

humana; dichos sistemas se encuentran dispersos en varios campos: industrias, producción, servicios públicos, electrodomésticos, etc.

La automatización tiene como características principal el hacer funcionar un objeto o bien de forma semi-independiente del control humano; decimos “semi-independientes” porque aunque sean los dispositivos los que realicen la mayor parte del trabajo, para su correcto desempeño se necesita una supervisión humana. En comunicaciones, aviación, equipos de conmutación telefónica, astronáutica, pilotos automáticos y demás sistemas, todos los elementos se han automatizado para alcanzar una mayor rapidez y eficiencia en las diversas tareas. Si deseamos una definición más técnica de lo que es un sistema automático decimos que éstos son mecanismos que funcionan en todo o parte por sí solos; pero como toda modalidad tuvo un origen el cual podemos ubicarlo en la segunda mitad del siglo XVIII.

2.2.2.1.2 Origen Del Sistema Automático

La fabricación automatizada surgió de la íntima relación entre fuerzas económicas e innovaciones técnicas, es que la tecnología es siempre un condicionante en estos casos; la división del trabajo, la mecanización de las industrias, la transferencia de energía y el desarrollo de las máquinas junto con el de los sistemas de realimentación, hicieron que el surgimiento de los sistemas automáticos sea inminente.

Adam Smith fue quien analizó por primera vez el concepto de “división del trabajo”, el objetivo del mismo era reducir costos en los procesos de fabricación o prestación de servicios; el objetivo fue logrado pero con un efecto positivo para muchos y negativos para otros: reducción del nivel de especialización de los obreros. Para que los sistemas automáticos fuesen lo que son hoy se necesitaba dar otro paso fundamental, la mecanización; simplificar las tareas también posibilitó el diseño y construcción de máquinas que reproducían los movimientos de los trabajadores conllevando al aumento de la eficacia productiva. La máquina de transferencia fue el medio empleado para mover la pieza que se está trabajando

desde una máquina especializada a otra; se coloca dicha pieza de forma adecuada para la siguiente operación de maquinado. Los robots que se habían diseñado con el fin de efectuar tareas simples, se convirtieron en máquinas hábiles las cuales ya pueden trasladar, manipular y situar piezas tanto pesadas como ligeras; en 1920 fue la industria automotriz la que combinó todos estos conceptos dando lugar a un sistema automático de producción integrada.

2.2.2.1.3 Sistemas Automáticos.

Los sistemas automáticos han evolucionado y mucho, hoy podemos encontrar sistemas de alarmas, de riego, de información, de recolección de datos, de electricidad, etc; uno de los más utilizados es el sistema de apagado automático de la corriente eléctrica. Ante todo debemos señalar que los circuitos eléctricos de las dependencias deben estar protegidos para evitar que cualquier subida de tensión pueda dañar nuestros electrodomésticos; actualmente contamos con tres sistemas que permiten cortar automáticamente la corriente si la intensidad de la electricidad es más elevada de lo necesario, es así como evitamos sobrealimentaciones e incendios.

El sistema automático denominado magneto- térmico es el más recomendado para estas situaciones, es cierto que es costoso pero permite restablecer la corriente eléctrica con sólo empujar una palanca; los antiguos sistemas resultan muchas veces ineficientes y peligrosos. Otro de los sistemas automáticos que se emplean en todas las oficinas es el de recopilación y archivo de datos en los ordenadores; de manera manual ingresamos información y el sistema se encarga de guardarlos para su uso posterior como también para ser modificado cuando sea necesario.

2.2.2.1.4 Elementos De Un Sistema Automático.

Generalmente, los sistemas de control se componen de un dispositivo de entrada, una unidad de control y un dispositivo de salida.

El esquema de un sistema automático se resume en este esquema:



En este ejemplo, el sistema es en lazo abierto, ya que el proceso se desarrolla en diferentes fases sin comprobar que el objetivo se ha alcanzado satisfactoriamente. En el ejemplo de una lavadora, la señal de salida (que sería la ropa lavada) no se introduce en el sistema en ningún momento para poder dar el proceso por terminado. Es posible que la ropa no esté bien lavada pero el sistema no puede rectificar automáticamente.

Si la señal que queremos controlar debe alcanzar un valor determinado, es habitual que el sistema la mida constantemente y actúe para alcanzar ese valor deseado. En este caso el sistema es realimentado, y hablamos de un sistema automático de lazo cerrado.

El funcionamiento de un sistema automático de lazo cerrado se resume de esta forma:



2.2.2.2 Sistemas De Control

2.2.2.2.1 Concepto

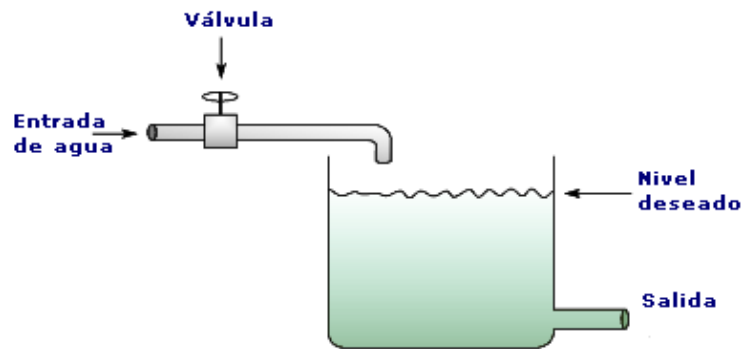
Los sistemas de control según la Teoría [Cibernética](#) se aplican en esencia para los [organismos](#) vivos, las [máquinas](#) y las [organizaciones](#). Estos sistemas fueron relacionados por primera vez en 1948 por [Norbert Wiener](#) en su obra Cibernética y Sociedad con aplicación en la teoría de los mecanismos de control. Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados. Hoy en día los procesos de control son síntomas del proceso industrial que estamos viviendo. Estos sistemas se usan típicamente en sustituir un trabajador pasivo que controla un determinado sistema (ya sea eléctrico, mecánico, etc.) con una posibilidad nula o casi nula de error, y un grado de eficiencia mucho más grande que el de un trabajador. Los sistemas de control más modernos en ingeniería automatizan procesos en base a muchos parámetros.

2.2.2.2.2 Tipos De Sistemas De Control Según Su Comportamiento

2.2.2.2.2.1 Sistema De Control De Lazo Abierto

Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero basada en la primera. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que éste pueda ajustar la acción de control. Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador. Ejemplo 1: el llenado de un tanque usando una manguera de jardín. Mientras que la llave siga abierta, el agua fluirá. La altura del agua en el tanque no puede hacer que la llave se cierre y por tanto no nos sirve para un proceso que necesite de un control de contenido o concentración. Ejemplo 2: Al hacer una tostada, lo que hacemos es controlar el tiempo de tostado de ella

misma entrando una variable (en este caso el grado de tostado que queremos). En definitiva, el que nosotros introducimos como parámetro es el tiempo.



2.2.2.2.1.1 Características.

- Ser sencillos y de fácil concepto.
- Nada asegura su estabilidad ante una perturbación.
- La salida no se compara con la entrada.
- Ser afectado por las perturbaciones. Éstas pueden ser tangibles o intangibles.
- La precisión depende de la previa calibración del sistema.

2.2.2.2.1.2 Elementos Básicos

- **Elemento de control:** Este elemento determina qué acción se va a tomar dada una entrada al sistema de control.
- **Elemento de corrección:** Este elemento responde a la entrada que viene del elemento de control e inicia la acción para producir el cambio en la variable controlada al valor requerido.
- **Proceso:** El proceso o planta en el sistema en el que se va a controlar la variable.

2.2.2.2.2 Sistema De Control De Lazo Cerrado

Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia. El control en lazo cerrado es imprescindible cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- Cuando un proceso no es posible de regular por el hombre.
- Una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar.
- Vigilar un proceso es especialmente duro en algunos casos y requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente por cansancio o despiste, con los consiguientes riesgos que ello pueda ocasionar al trabajador y al proceso.

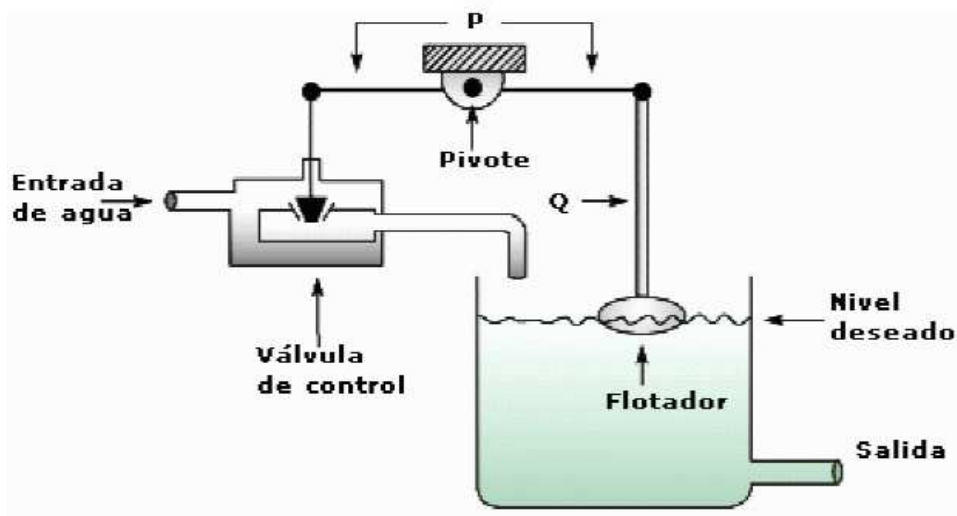
Un ejemplo de un sistema de control de lazo cerrado sería el termostato de agua que utilizamos para bañarnos. Otro ejemplo sería un regulador de nivel de gran sensibilidad de un depósito. El movimiento de la boya produce más o menos obstrucción en un chorro de aire o gas a baja presión. Esto se traduce en cambios de presión que afectan a la membrana de la válvula de paso, haciendo que se abra más cuanto más cerca se encuentre del nivel máximo.

Una ventaja del sistema de control de lazo cerrado es que el uso de la retroalimentación hace que la respuesta del sistema sea relativamente insensible a perturbaciones externas y a variaciones internas de parámetros del sistema. De este modo, es posible utilizar componentes relativamente imprecisos y económicos, y lograr la exactitud de control requerida en determinada planta, cosa que sería imposible en un control de lazo abierto.

Desde el punto de vista de la estabilidad, en el sistema de control de lazo abierto, esta es más fácil de lograr, ya que en él la estabilidad no constituye un problema

importante. En cambio, en los sistemas de lazo de control cerrado, la estabilidad si es un problema importante, por su tendencia a sobre corregir errores que pueden producir oscilaciones de amplitud constante o variable.

Hay que puntualizar que para sistemas cuyas entradas son conocidas previamente y en los que no hay perturbaciones, es preferible utilizar el control de lazo abierto. Los sistemas de control de lazo cerrado tienen ventajas solamente si se presentan perturbaciones no previsibles y/o variaciones imprevisibles de componentes del sistema. Nótese que la potencia de salida determina parcialmente el costo, peso y tamaño de un sistema de control. La cantidad de componentes utilizados en un sistema de control de lazo cerrado es mayor a la correspondiente a un sistema de control de lazo abierto. Así, entonces, un sistema de control de lazo cerrado es generalmente de mayor costo y potencia.

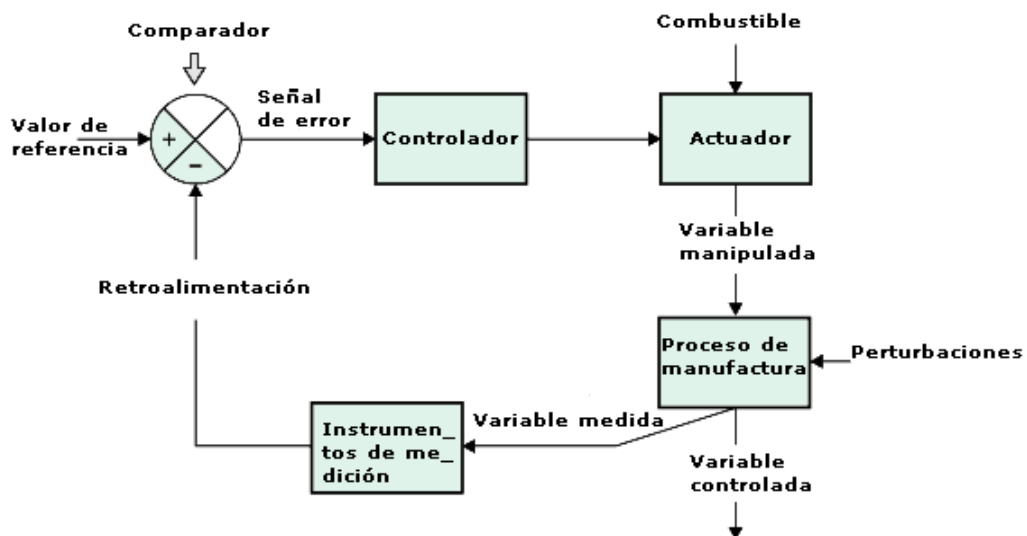


2.2.2.2.2.1 Características

- Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
- La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- Su propiedad de [retroalimentación](#).
- Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas.

2.2.2.2.2.2 Elementos Básicos

- **Elemento de comparación:** Este elemento compara el valor requerido o de referencia de la variable por controlar con el valor medido de lo que se obtiene a la salida, y produce una señal de error la cual indica la diferencia del valor obtenido a la salida y el valor requerido.
- **Elemento de control:** Este elemento decide que acción tomar cuando se recibe una señal de error.
- **Elemento de corrección:** Este elemento se utiliza para producir un cambio en el proceso al eliminar el error.
- **Elemento de proceso:** El proceso o planta, es el sistema dónde se va a controlar la variable.
- **Elemento de medición:** Este elemento produce una señal relacionada con la condición de la variable controlada, y proporciona la señal de realimentación al elemento de comparación para determinar si hay o no error.



2.2.2.3 Sistemas Controlados

En ingeniería de control, un sistema controlado es caracterizado primeramente por su comportamiento dinámico el cual también determina el campo de acción y la calidad requerida para salvar el control asignado. Frecuentemente, el así llamado paso de respuesta del sistema controlado es usado para reflejar este comportamiento dinámico.

El paso de respuesta revela como la variable controlada reacciona como un cambio en la variable manipulada. Esta es determinada por la medición de la variable controlada después de un paso de cambio en la variable manipulada. Dependiendo del resultado del comportamiento dinámico, el sistema controlado puede ser clasificado de la siguiente manera:

- P Sistema controlado (Control de acción proporcional).
- I Sistema controlado (Control de acción controlada)
- Sistema controlado con tiempo muerto.
- Sistema controlado con componentes almacenados de energía.

Se debe diferenciar entre sistemas controlados en los cuales un nuevo equilibrio es establecido después de una perturbación o cambio en la variable manipulada y sistemas con una variable de cambio continuado:

- Sistema con autorregulación únicamente cambian hasta un nuevo valor de salida estable es alcanzado.
- Sistema sin autorregulación no alcanzan un nuevo estado de equilibrio.

Sistemas sin autorregulación requieren un lazo de control cerrado, porque la variable manipulada debe llegar a ser cero tan pronto la variable controlada alcanza el valor de equilibrio requerida. La experiencia muestra que un sistema

con autorregulación es mas fácil de controlar que un sistema sin autorregulación, porque este ultimo tiene una tendencia a oscilar.

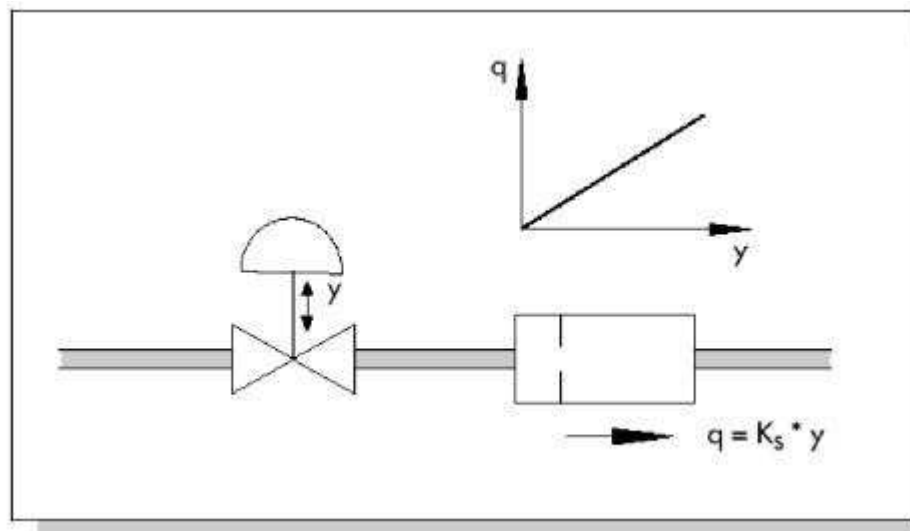
2.2.2.3.1 Sistema Controlado P.

En sistemas controlados con acción proporcional, la variable controlada X cambia proporcionalmente a la variable manipulada Y . La variable controlada sigue la variable manipulada sin ningún retraso.

Dado que algo de energía se transfiere en una cantidad finita de tiempo, control P sin ningún tiempo de retraso no ocurre en la práctica. Cuando el tiempo de retraso entre la variable manipulada y la variable controlada es muy pequeño, no importa este no tiene ningún efecto sobre el sistema, este comportamiento es llamado control de acción proporcional de un sistema o sistema controlado P.

Ejemplo: Control de flujo.

Si el recorrido de la válvula cambia en un sistema de control de presión, un nuevo flujo o caudal q es alcanzado (casi) instantáneamente. Dependiendo del coeficiente de flujo, la variable controlada cambia proporcionalmente a la variable manipulada; el sistema tiene una acción de control proporcional.



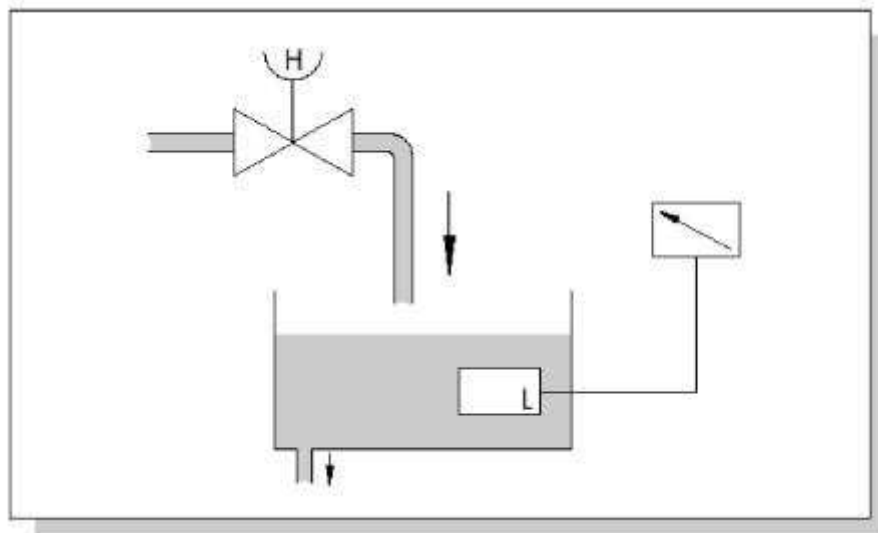
2.2.2.3.2 Sistema Controlado I.

Sistema controlado I son sistemas sin auto regulación: si la variable manipulada no es igual a cero, el sistema integrado integral responderá con un continuo cambio (Continuo incremento o decremento) de la variable controlada. Un nuevo equilibrio no es alcanzado.

Ejemplo: Nivel de líquido en un tanque.

En un tanque con una salida e igual suministro y descarga alta de caudal, un nivel de líquido constante es alcanzado. Si el suministro o la descarga de flujo cambia, el nivel de líquido se incrementara o caerá. El nivel cambia la velocidad, acrecentando la diferencia entre el suministro y la descarga.

Este ejemplo enseña que el uso de la acción de control proporcional es por lo común limitado en la práctica. La variable controlada se incrementa o decremента únicamente hasta que esta alcanza un valor limite de sistema relativo: el tanque se rebasará o se vaciara, máxima o mínima presión del sistema es alcanzada, etc.



2.2.2.4 Acondicionamiento De Aire

2.2.2.4.1 Concepto

El acondicionamiento de aire es el proceso más completo de tratamiento del aire ambiente de los locales habitados; consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura ([calefacción](#) o [refrigeración](#)), [humedad](#), limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire dentro de los locales. Si no se trata la humedad, sino solamente de la temperatura, podría llamarse [climatización](#).

Entre los sistemas de acondicionamiento se cuentan los autónomos y los centralizados. Los primeros producen el calor o el frío y tratan el aire (aunque a menudo no del todo). Los segundos tienen un/unos acondicionador/es que solamente tratan el aire y obtienen la energía térmica (calor o frío) de un sistema centralizado. En este último caso, la producción de calor suele confiarse a [calderas](#) que funcionan con combustibles. La de frío a [máquinas frigoríficas](#), que funcionan por [compresión](#) o por [absorción](#) y llevan el frío producido mediante [sistemas de refrigeración](#).

La expresión aire acondicionado suele referirse a la refrigeración, pero no es correcto, puesto que también debe referirse a la calefacción, siempre que se traten (acondicionen) todos o algunos de los parámetros del aire de la atmósfera. Lo que ocurre es que el más importante que trata el aire acondicionado, la humedad del aire, no ha tenido importancia en la calefacción, puesto que casi toda la humedad necesaria cuando se calienta el aire, se añade de modo natural por los procesos de respiración y transpiración de las personas. De ahí que cuando se inventaron máquinas capaces de refrigerar, hubiera necesidad de crear sistemas que redujesen también la humedad ambiente.

2.2.2.4.2 Historia

En 1902 [Willis Carrier](#) sentó las bases de la maquinaria de refrigeración moderna y al intentar aplicarla a los espacios habitados, se encontró con el problema del aumento de la [humedad relativa](#) del aire enfriado, y al estudiar cómo evitarlo, desarrolló el concepto de climatización de verano.

Por aquella época un impresor neoyorquino tenía serias dificultades durante el proceso de impresión, que impedían el comportamiento normal del papel, obteniendo una calidad muy pobre debido a las variaciones de temperatura, calor y humedad. Carrier se puso a investigar con tenacidad para resolver el problema: diseñó una máquina específica que controlaba la humedad por medio de tubos enfriados, dando lugar a la primera unidad de refrigeración de la historia.

Durante aquellos años, el objetivo principal de Carrier era mejorar el desarrollo del proceso industrial con máquinas que permitieran el control de la temperatura y la humedad. Los primeros en usar el sistema de aire acondicionado Carrier fueron las industrias textiles del sur de Estados Unidos. Un claro ejemplo, fue la fábrica de algodón Chronicle en [Belmont](#). Esta fábrica tenía un gran problema. Debido a la ausencia de humedad, se creaba un exceso de [electricidad estática](#) haciendo que las fibras de algodón se convirtiesen en pelusa. Gracias a Carrier, el nivel de humedad se estabilizó y la pelusilla quedó eliminada.

Debido a la calidad de sus productos, un gran número de industrias, tanto nacionales como internacionales, se decantaron por la marca Carrier. La primera venta que se realizó al extranjero fue a la industria de la seda de [Yokohama](#) en [Japón](#) en 1907.

En 1915, empujados por el éxito, Carrier y seis amigos reunieron 32.600 dólares y fundaron “La Compañía de Ingeniería Carrier”, cuyo gran objetivo era garantizar al cliente el control de la temperatura y humedad a través de la innovación tecnológica y el servicio al cliente. En 1922 Carrier lleva a cabo uno de los logros de mayor impacto en la historia de la industria: “la enfriadora centrífuga”. Este nuevo sistema de refrigeración se estrenó en 1924 en los grandes almacenes

Hudson de [Detroit](#), en los cuales se instalaron tres enfriadoras centrífugas para enfriar el sótano y posteriormente el resto de la tienda. Tal fue el éxito, que inmediatamente se instalaron este tipo de máquinas en hospitales, oficinas, aeropuertos, fábricas, hoteles y grandes almacenes. La prueba de fuego llegó en 1925, cuando a la compañía Carrier se le encarga la climatización de un cine de [Nueva York](#). Se realiza una gran campaña de publicidad que llega rápidamente a los ciudadanos formándose largas colas en la puerta del cine. La película que se proyectó aquella noche fue rápidamente olvidada, pero no lo fue la aparición del aire acondicionado.

En 1930, alrededor de 300 cines tenían instalado ya el sistema de aire acondicionado. A finales de 1920 propietarios de pequeñas empresas quisieron competir con las grandes distribuidoras, por lo que Carrier empezó a desarrollar máquinas pequeñas. En 1928 se fabricó un equipo de climatización doméstico que enfriaba, calentaba, limpiaba y hacía circular el aire y cuya principal aplicación era la doméstica, pero la [Gran Depresión](#) en los Estados Unidos puso punto final al aire acondicionado en los hogares. Hasta después de la [Segunda Guerra Mundial](#) las ventas de equipos domésticos no empezaron a tener importancia en empresas y hogares

2.2.2.4.3 Análisis Para La Selección De Los Sistemas De Aire Acondicionado

Algunos criterios que deben tenerse en consideración a la hora de acondicionar un ambiente son: temperatura, humedad, renovación de aire, filtración, nivel sonoro interior y exterior, presión, capacidad, redundancia, espacios disponibles, integración costes de funcionamiento, costes de mantenimiento, fiabilidad, flexibilidad y análisis del ciclo de vida.

Debe considerarse que cada criterio está relacionado con todos los demás y que a la vez, estos criterios tienen valoraciones distintas según cada propiedad y aún según cada obra. Algunos criterios que básicamente dependen de la propiedad son, por ejemplo:

- Coste inicial respecto al coste del funcionamiento, frecuencia del mantenimiento necesario y si para efectuar el mantenimiento es necesario acceder en el espacio ocupado.
- Estimación de la frecuencia de fallos, impacto de los fallos y tiempo necesario para corregir los fallos.

Además de los criterios básicos, otros criterios pueden considerarse importantes o condicionantes:

- Si es una instalación que soporta un proceso, por ejemplo una sala de ordenadores.
- Si es una instalación destinada a una sala blanca o tiene otros condicionantes higiénicos.
- Si es condicionante para la venta.
- Si es condicionante para la obtención de beneficios.

La propiedad podrá valorar estos criterios, si el proyectista le da suficiente información sobre las ventajas e inconvenientes de cada opción. Pero del mismo modo que la propiedad normalmente no conoce las ventajas o inconvenientes de cada sistema, tampoco el proyectista conoce las valoraciones financieras o funcionales que puede dar la propiedad, por ello, esta debe estar involucrada en la selección del sistema.

Es obvio señalar que el aire acondicionado no es más que un servicio con el que se dota a un edificio o industria, y por tanto, la instalación de aire acondicionado debe someterse por entero a las características del mismo, tratando de no influir, siempre que ello sea posible, al resto de elementos que constituyen el edificio o industria. Una buena instalación de aire acondicionado debería cumplir la condición, nada fácil, de pasar desapercibida. En otras palabras, se construyen los edificios, y, entre otros servicios, se les dota de aire acondicionado.

No hay ningún edificio o industria construido para ser acondicionado. Esta idea, simple y evidente, debe mantenerse siempre en mente, tanto por parte del proyectista como del agente técnico-comercial que ofrece la instalación.

2.2.2.4.4 Necesidad De Climatización

Una instalación de aire acondicionado no solo está destinada a producir enfriamiento del aire en la época de verano como muchas veces se considera, sino también para secarlo en verano y para calentarlo y eventualmente humectarlo en invierno y producir en todo momento la adecuada ventilación de los locales para asegurar la calidad del aire interior.

El avance de la técnica ha hecho indispensable su aplicación en todo edificio moderno, porque el aire acondicionado no es un lujo como muchas veces se considera, sino una necesidad, ya que está destinado no solo para el confort sino básicamente para preservar la salud humana y también constituye un requisito para los procesos industriales.

Así, edificios de todo tipo requieren aire acondicionado desde las casas residenciales o de departamentos, oficinas, hoteles, hospitales, locales comerciales, shopping, supermercados, cines y teatros, bancos, restaurant, aulas, centros de cómputos, laboratorios, establecimientos fabriles y la lista es interminable.

Lo viejos conceptos de diseño de las instalaciones de aire acondicionado no dan plena respuestas a las necesidades en los nuevos edificios. En efecto, se están empleando nuevos materiales, aumentado la hermeticidad, como el caso de oficinas y las disipaciones internas se han incrementado considerablemente por los equipamientos informáticos, que han reducido las cargas de calefacción.

Por otro lado, el costo de la energía juega actualmente un papel importante, especialmente en estas instalaciones que representan las de mayor consumo energético en un edificio.

Ello ha llevado en los últimos años al desarrollo de nuevos sistemas y conceptos en aire acondicionado basados en los avances de los nuevos controles inteligentes, que no existían unos 10 años atrás.

2.2.2.5 Humedad

Se denomina humedad ambiental a la cantidad de [vapor de agua](#) presente en el [aire](#). Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad. La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura, por ejemplo, una humedad relativa del 70% quiere decir que la totalidad de vapor de agua (el 100%) que podría contener el aire a esta temperatura, solo tiene el 70%

2.2.2.5.1 Humedad Relativa (HR).

Al contenido de agua en el aire se le conoce como humedad relativa y se define como el porcentaje de saturación del aire con vapor de agua, es decir, es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene un metro cúbico de aire en unas condiciones determinadas de temperatura y presión y la que tendría si estuviera saturado a la misma temperatura y presión. La humedad relativa de una muestra de aire depende de la temperatura y de la presión a la que se encuentre.
 $HR = e/E(100) = \text{presión de vapor actual}/\text{presión de vapor a saturación}(100).$

Para medir la humedad relativa del aire se utilizan el higrómetro y los psicrómetros que los hay de diferentes tipos.

Para la comodidad personal la humedad relativa es un factor importante porque cuando es baja causa una un exceso de pérdidas de calor del cuerpo por evaporación de agua, provocando resequedad de la piel y de las membranas mucosas. Cuando la humedad es alta, el sudor no se evapora con facilidad y el cuerpo no puede enfriarse adecuadamente.

Cuando se enfría aire húmedo en ausencia de superficies sólidas sobre las cuales pueda producirse la condensación, la presión parcial del agua puede ser superior a la presión de vapor del agua a esa temperatura, por lo que se dice que el aire está sobresaturado de vapor de agua. Cuando el sistema está en condiciones metaestables (casi en equilibrio) y se perturba, se puede provocar una condensación repentina que se manifiesta formando neblina o pequeñas gotas líquidas.

el punto de rocío, es la temperatura a la cual el aire queda saturado por enfriamiento sin adición de vapor de agua y a presión constante (proceso isobárico). Cualquier disminución posterior de temperatura (enfriamiento) produce condensación, así se forma la niebla y el rocío. También puede decirse que es la temperatura a la que el vapor de agua de la atmósfera empieza a condensarse (la temperatura del termómetro seco y húmedo del psicrómetro son iguales). Para cualquier temperatura de punto de rocío el contenido de vapor de agua es constante, independientemente de las temperaturas seca y húmeda.

2.2.2.6 Estudio De Los Elementos Constitutivos

2.2.2.6.1 PLC

Existen varios procesadores. Todos permiten operaciones en coma flotante, direccionamiento de memoria hasta 2048 E/S, Reloj/Calendario en tiempo real, programar subrutinas, y memoria flash.

Dependiendo del modelo de procesador o CPU seleccionado se dispone desde 12 Kbytes hasta 64Kbytes de memoria de programa de usuario, puerto de comunicaciones integrado con varios protocolos seleccionable (SNP, Modbus RTU, ASCII) y puerto Ethernet (Full Duplex).

La potente y pequeña CPU001/2 se suministra con dos puertos de comunicaciones (puerto 1 comunicación RS-232, y puerto 2 comunicación RS-485) configurables en SNP (esclavo), Modbus RTU (esclavo) y ASCII Lectura/escritura.

Dispone de 7 leds de estado, PWR, OK, RUN, FAULT, FORCE, PORT 1, PORT2.

- Led PWR activo, cuando la CPU recibe los 5V de la fuente de alimentación.
- Led OK activo, indica que la CPU trabaja correctamente. Led desactivado indica un problema en la CPU. Destellos rápidos que está comprobando el PLC.

Destellos lentos la CPU está configurando los módulos de E/S. Si este led y el led de RUN (en color verde) están simultáneamente destellando, indica que la CPU está en modo de actualización firmware a través del puerto 1 (RS232).

- Led RUN activo y en color verde, indica que la CPU está ejecutando el programa de aplicación. Led en color ambar, indica que la CPU está en Stop y leyendo las E/S. Si este led está desactivado, pero el led OK está activo, la CPU está en modo Stop sin leer las E/S.

- Led FAULT activo indica que la CPU está en Stop por fallos fatales. Para pasar a desactivado el led de FAULT, borrar ambas tablas de fallos de E/S y PLC. Si este led destella y el led OK está desactivado un fallo fatal fue detectado durante la comprobación del PLC a la puesta en tensión del autómatas.

- Led FORCE activo, indica que algún bit de la memoria del PLC está en modo forzaje.

- Led PORT 1, PORT 2 activo, indica actividad en el puerto.

TIPOS	IC200CPU001	IC200CPU002	IC200CPU005	IC200CPUE05
Nº Código	165496	165879	166272	166371
Características				
Puntos discretos de E/S	2048E / 2048S	2048E / 2048S	2048E / 2048S	2048E / 2048S
E/S Analógicas	128E / 128S	128E / 128S	128E / 128S	128E / 128S
Nº máximo de módulos por Sistema Base	8	8	8	8
Nº máximo Sistemas de Expansión Locales	1 Sistema Base + 1 Expansión Local	1 Sistema Base + 1 Expansión Local	1 Sistema Base + 1 Expansión Local	1 Sistema Base + 1 Expansión Local
Nº máximo de Sistemas de Expansión Remotas	1 Sistema Base + 7 Expansión Remotas	1 Sistema Base + 7 Expansión Remotas	1 Sistema Base + 7 Expansión Remotas	1 Sistema Base + 7 Expansión Remotas
Nº máximo Módulos por Sist. Expansión Local	8	8	8	8
Nº máximo Módulos por Sist. Expansión Remoto	8	8	8	8
Memoria lógica de usuario (memoria configurable)	34 K bytes (*)	42 K bytes (*)	64 K bytes (*)	64 K bytes (*)
Palabras de Memoria de registros (memoria configur.)	Max. 16700 (*)	Max. 16700 (*)	Max. 32000 (*)	Max. 32000 (*)
Velocidad de ejecución Booleana	1,8ms/K	1,8ms/K	0,8ms/K	0,8ms/K
Bobinas internas	1024	1024	1024	1024
Temporizadores / Contadores	680	680	>1000	>1000
Contador de alta velocidad	Si	Si	Si	Si
Posicionamiento de ejes	Si	Si	Si	Si
Puertos incorporados	2	2	2	2
Actualización Firmware	Si - por Puerto 1 (RS232)	Si - por Puerto 1 (RS232)	Si - por Puerto 1 (RS232)	Si - por Puerto 1 (RS232)
Puerto 1 RS-232 con conector DB15:	Si	Si	Si	Si
SNP/SNPX (Esclavo)	Si	Si	Si	Si
RTU (Esclavo)	Si	Si	Si	Si
ASCII (Lectura/Escritura)	Si	Si	Si	Si
Puerto 2 RS-485 con conector DB-15:	Si	Si	Si	Si
SNP/SNPX (Esclavo)	Si	Si	Si	Si
RTU (Esclavo)	Si	Si	Si	Si
ASCII (Lectura/Escritura)	Si	Si	Si	Si
Puerto Ethernet	No VersaMax SE (opcional) conectado al Puerto serie	No VersaMax SE (opcional) conectado al Puerto serie	No VersaMax SE (opcional) conectado al Puerto serie	Si 10/100 Mb (Autodetección) Full Duplex, Conex. RJ45
Funciones en Coma Flotante	Si	Si	Si	Si
Modo Forzaje	Si	Si	Si	Si
Reloj/Calendario tiempo real	Si	Si	Si	Si
Contraseñas de Acceso	Si	Si	Si	Si
Interrupciones	Si	Si	Si	Si
Parámetros Modem Radio	Si	Si	Si	Si
Memoria de almacenamiento	RAM - Flash EEPROM	RAM - Flash EEPROM	RAM - Flash EEPROM	RAM - Flash EEPROM
Dispositivo de Almacenamiento				
Programa externo (VersaMax EZ)	Si	Si	Si	Si
Conexión a VersaMax SE (Ethernet) por Puerto serie	Si (Opcional)	Si (Opcional)	Si (Opcional)	Si (Opcional)
Batería mantenimiento datos	Si	Si	Si	Si
Diagnósticos	CPU, E/S	CPU, E/S	CPU, E/S	CPU, E/S
Interruptor frontal con funciones:	Si	Si	Si	Si
Run/Stop PLC	Si	Si	Si	Si
Protección Memoria	Si	Si	Si	Si
Borrado Tabla de Fallos de E/S y PLC	Si	Si	Si	Si

(*) Memoria configurable en relación a la suma total de %AI, %AQ, %R y tamaño programa. El total tiene que estar dentro de los límites de la memoria de la CPU.

2.2.2.6.2 Fuentes De Alimentación

- Su finalidad es proporcionar alimentación eléctrica al chasis del sistema VersaMax, a la CPU, al NIU (unidad interface de red), y a los módulos de E/S.
- Cuando se instala sobre la CPU o el NIU, sirve como fuente principal del sistema VersaMax.

También, puede utilizarse como fuente de alimentación adicional cuando el consumo de los módulos lo requiere. En este caso la fuente de alimentación adicional se monta sobre una base específica de referencia IC200PWB001, alimentando de ésta forma a los módulos que están a su derecha.

2.2.2.6.3 Módulos De Entrada Digital

- Los módulos de entrada digital proporcionan un interfaz entre el PLC y los dispositivos externos de entradas tales como sensores de proximidad y pulsadores. VersaMax se caracteriza por una amplia familia de módulos de entrada para mejorar su capacidad de control, entre ellos se dispone de módulos para señales de baja tensión de 12Vcc, solución idónea en aplicaciones donde se requiera alimentación solar o por batería.
- En el frontal del módulo se dispone de un conjunto de leds indicando el estado eléctrico de cada entrada, así como leds de diagnóstico de la unidad.
- Todos los módulos de E/S permiten su instalación y extracción bajo tensión, sin ello afectar al funcionamiento de la CPU.

2.2.2.6.4 Módulos de salida digital

- Los módulos de salida digital proporcionan un interfaz entre el PLC y los dispositivos externos de salidas tales como contadores, relés de paso, contactores, y lámparas indicadoras. VersaMax se caracteriza por una amplia familia de módulos de salida para mejorar su capacidad de control, entre ellos se dispone de módulos para señales de baja tensión de 12Vcc, solución idónea en aplicaciones donde se requiera alimentación solar o por batería.
- En el frontal del módulo se dispone de un conjunto de leds indicando el estado eléctrico de cada salida, así como leds de diagnóstico de la unidad.

- Todos los módulos de E/S permiten su instalación y extracción bajo tensión, sin ello afectar al funcionamiento de la CPU.

2.2.2.6.5 Relé Biestable

Relés biestables dotados de tres contactos inversores, montados sobre cajas “F” y enchufados en los distintos tipos de bases “F”. Sin consumo en permanencia.

Señalización de posición en la parte frontal. Gran variedad de montajes con bases de tomas traseras y delanteras, por tornillo o clip faston. El diseño, durabilidad y calidad de estos relés garantiza su aplicación en aquellos controles de alta responsabilidad.

Centrales generadoras, subestaciones, tracción de trenes, empresas de proceso continuo (petroquímicas, laminadoras, cementeras y químicas), etc. Cumplimiento de las normas de ensayo más severas CEI, EN, IEEE y marcado CE.

Memoriza posiciones Abierto/Cerrado de Interruptores y Seccionadores de AT y posiciones estables Automático/Manual, Cuadro/Telemando, etc. El gran poder de sus contactos de salida les hace posible actuar directamente sobre el aparellaje de AT y MT, ya que su poder de cierre, paso, apertura y sobretensiones que puede soportar garantiza un aislamiento perfecto. Alto grado de protección con cubierta transparente que los hace apropiados para ambientes tropicales y calidos.

2.2.2.7 Tipos De Tuberías

2.2.2.7.1 Tubos PVC

La materia prima utilizada para la fabricación de tubos de presión es el cloruro de polivinilo (**PVC**) o el polietileno.

El primero de ellos, el PVC, debe ser puro en un 96 %, admitiendo únicamente en su composición colorantes, estabilizadores y materiales auxiliares.

Sus características más importantes son:

Densidad de	1,37 a 1,42 Kg/dm. ³
Coefficiente de dilatación lineal de	0,000.060 a 0.000.080 m/°C/m.
Temperatura de reblandecimiento	> 80 °C.
Modulo de elasticidad a 20° C	> 28.000 Kg./cm. ²
Tensión de rotura a tracción	> 500 Kg./cm. ²

El polietileno para la formación de tubos también tienen que ser puro, añadiendo un 2 % de negro de humo y un 0,3 % de colorantes, estabilizadores y materiales auxiliares. Ahora bien, el polietileno, según sea fabricado a alta presión o a baja presión, nos da un producto diferente, denominado el primero de baja densidad y el segundo de alta densidad, cuyas características son diferentes:

	Baja densidad	Alta densidad
Peso específico	0,930 gr./ml.	0,940 gr./ml.
Coefficiente dilatación lineal	0,0002 a 0,00023 m/°C/m	ídem B. densidad
Temperatura remblandeciente	87 °C	100 °C
Módulo elasticidad a 20 °C	1.200 Kg./cm. ²	9.000 Kg./cm. ²
Tensión de rotura a tracción	100 Kg./cm. ²	190 Kg./cm. ²

Cada uno de estos materiales da como resultado un tubo de características muy diferentes.

2.2.2.7.1.1 Clases

- Cloruro de polivinilo PVC.
- Polietileno.
 1. de baja densidad (blandos)
 2. de alta densidad (duros)

- Polipropileno.

Estos tubos también se clasifican dentro de cada clase, por la presión máxima de trabajo, abarcando los de PVC, los valores de 2,5 - 4 - 6 - 10 y 16 Kg./cm.2. Y los de polietileno 2,5 - 4 y 6 Kg. /cm.2.

Los tubos de plástico, se obtienen, por lo general, por inyección-presión, es decir, haciendo pasar el material reblandecido por el calor, a través de una tobera calibrada al diámetro del tubo a obtener y también por extrusión, como variante del anterior procedimiento (una hélice impulsa de modo continuo el material reblandecido a través de una hilera).

También se construyen por colada en moldes y tubos estratificados, obtenidos a partir de una banda de papel o tejido impregnado en el material plástico, en varias capas, enrolladas en espiral.

Los tubos de PVC, por lo general, son rígidos, si bien, hay un tipo semi-rígido que viene en rollos.

Los de polietileno, tienen características diferentes, si son de baja densidad (blandos) los cuales son muy flexibles y manejables, y los de alta densidad (duros) que soportan mejor las altas temperaturas hasta 70°C, y en su calidad de "reforzados", pueden ser roscados, encontrándose todos ellos en rollos de hasta 200 m. de longitud.

2.2.2.7.1.2 Características:

Las características más destacables de los tubos de plástico, son los siguientes:

- Es una tubería ligera (se puede decir que la más ligera en el campo de redes de abastecimiento), bastante inertes a la agresividad de las aguas y de las tierras.
- La superficie interior es completamente lisa, lo cual, desde el punto de vista hidráulico, es importantísimo siendo la tubería que proporciona pérdidas de carga más pequeñas, lo cual permite reducir los secciones en un 15 % respecto a los tubos tradicionales.
- Mejor comportamiento frente a las heladas que los demás tubos, ya que algunos tipos (polietileno flexible puede admitir la deformación sin romperse.
- Debido a su lisura interna, no es fácil que se produzcan incrustaciones de ningún tipo.
- Su condición de termoplásticos, permiten que al calentarlos se reblandezcan y se puedan curvar y manipular con gran facilidad, si bien alguno (polietileno) son totalmente flexibles, elaborándose en rollos, con lo cual el número de juntas es muy limitado, y por ello, las pérdidas de carga son menores.
- Son tubos aislantes térmicos y eléctricos, por lo cual las corrientes vagabundas y telúricas que afectan a los tubos metálicos aquí no existen, por lo que los efectos de electrolisis que destruyen los tubos enterrados no les afectan.

Ahora bien, sus limitaciones también son notorias y, entre ellas, tenemos:

- Su elevado coeficiente de dilatación térmica que obliga a tenerlo muy presente en las instalaciones.

- Su limitada presión de trabajo, que prácticamente está limitada a 25 atmósferas.
- Su alteración o "envejecimiento", con determinados medios, fundamentalmente al aire y sol.
- Estructura molecular (en cadena) que hace que en su destrucción se desintegre totalmente.
- Su propia condición de termoplástico que, a veces, es contraproducente, etc.

2.2.2.7.1.3 Ventajas Y Desventajas De Pvc

Tubería de PVC tiene muchas ventajas sobre el acero galvanizado y de cobre. El PVC es el más ligero de los tres. Esto hace que sea más fácil de instalar. Además de mencionar, es el menos costoso de los tres tipos. Además, puede soportar mayor presión de agua que el cobre. Asimismo, el PVC no es conductor, no se oxida, y no es tan propicio para la condensación.

Además, el PVC es menos ruidoso en los niveles más altos de agua a presión. Otra ventaja es que el PVC puede ser colocado bajo las losas de concreto sin reaccionar a lo concreto. Por otra parte, es auto-aislamiento, por lo que puede manejar el agua más caliente.

A pesar de que puede soportar altas temperaturas del agua, el PVC es menos resistente a la llama. Esa es una de sus mayores desventajas. Además, los tubos por lo general sólo vienen en 1 / 2 pulgada a 2 pulgadas. Esto los hace muy poco flexible. Junto con eso, las juntas de PVC son muy voluminosos. Como resultado, los tubos de PVC no encajan tan bien en lugares estrechos como el cobre. Asimismo, el PVC contiene compuestos volátiles que son perjudiciales

para el medio ambiente. Además, algunas personas se han quejado de que los tubos de PVC causar que el agua tiene un sabor ligero de plástico.

2.2.2.7.2 Tuberías Rígidas De Acero

2.2.2.7.2.1 Características

El hierro es un elemento químico (Fe). No se encuentra en estado puro. El metal de hierro tiene un color gris, es buen conductor del calor y la electricidad y su punto de fusión es de 1535°C.

El hierro de producción industrial (fundición, acero, hierro dulce) presenta propiedades físicas distintas a las del hierro puro.

Los aceros son aleaciones de hierro, carbono, y otros elementos que se elaboran en estado de fusión. Según el porcentaje de carbono, que nunca supera el 1,5 %, los aceros se dividen en dulces o blandos, medios y con alto contenido de carbono.

Los tubos de acero se fabrican por moldeo, colada, y centrifugación o mediante soldadura longitudinal.

Los tubos de acero suelen ser negros, galvanizados e inoxidable.

Los tubos de acero galvanizado son los más usados en fontanería, se encuentran cubiertos por una capa de zinc, para proteger su oxidación.

2.2.2.7.2.2 Denominación

Los tubos de acero se nombran indicando su diámetro interior en pulgadas.

Dimensiones:

Deberán cumplir la norma UNE 19.045 o UNE 19.046 según sean con o sin soldadura. El espesor mínimo estará de acuerdo con la norma UNE 19.040.

PULGADAS	MILÍMETROS
1/8	6
1/4	8
3/8	10
1/2	15
1	25
1 1/4	32
1 1/2	40
2	50
3	80
4	100
5	125
6	150
SEGÚN NORMA UNE 19.047 Y 19.048 DE AGUA SANITARIA	

Las tuberías de acero galvanizado presentan una pérdida de carga más elevada que las de cobre debido a la mayor rugosidad de sus paredes, pero poseen una resistencia mecánica mayor.

Las uniones de la tubería de acero galvanizado se realizan por medio de manguitos roscados.

Las conducciones se roscan exteriormente mediante la terraja y se procede a su unión con elementos roscados, realizados en forma de codos, tes, curvas, reducciones, etc.

Para garantizar la estanqueidad de la unión se utilizan elementos vegetales (estopa o cáñamo) o sintéticas (cinta de silicona) aplicada a las roscas que se recubre con una capa de minio-plomo.

2.2.2.7.2.3 Precauciones

Evitar el contacto con el yeso, escayola, arena de playa, escorias y sobre todo en presencia de la humedad, ya que presenta un fenómeno de corrosión exterior.

La temperatura del agua a soportar no debe superar los 60°C ya que por encima de ella el efecto corrosivo de las aguas ácidas aumenta considerablemente.

Procurar no unir directamente con cobre pues produce un fenómeno llamado electrolisis, que causa un deterioro del cobre.

2.2.2.7.3 Cobre

La tubería hecha de cobre fue introducida cerca de 1900, pero no llegó a ser popular hasta aproximadamente 1950, dependiendo de la adopción del código local de edificio. El grosor común de las tuberías de cobre son el “tipo K”, el “tipo L” y el “tipo M”; El tipo “M” es relativamente barato y de paredes relativamente delgadas y generalmente conveniente para el condensado y otro drenaje, pero generalmente ilegal para los usos de la presión, el tipo “L” tiene una sección de pared más gruesa, y se utiliza para el abastecimiento y la presión de agua en residenciales y edificios comerciales, el tipo “K” tiene la sección de pared más gruesa de los tres tipos de tubería de presión clasificadas y es de uso general para las tuberías subterráneas de profundidad tal como aceras y calles inferiores, con una capa conveniente de protección anti-corrosivo o una manga continua del polietileno según los requisitos de código.

En el mercado de la plomería el tamaño de la tubería de cobre es medido por su diámetro nominal (diámetro interior medio). Algunos negocios, técnicos en calefacción y refrigeración por ejemplo, utilizan el diámetro exterior (OD, siglas en inglés) para señalar tamaños del tubo de cobre. El OD del tubo de cobre es siempre 1/8 pulgada más grande que su tamaño nominal. Por lo tanto, 1 " tubo de cobre nominal y 1-1/8" de pulgada tubo ACR es exactamente el mismo tubo con diversas designaciones de tamaño.

El grueso de pared del tubo, según lo mencionado arriba, nunca afecta el apresto del tubo. El tipo K el 1/2" tubo nominal, es del mismo tamaño que el tipo L el

1/2" tubo nominal (5/8 " ACR). Generalmente, los tubos de cobre se sueldan directamente en los accesorios de cobre o de latón, aunque la compresión, la encrespadura, o los accesorios de la flama también se utilizan. Antes, existían preocupaciones relacionadas con los tubos de cobre incluido el plomo usado (50% lata y 50% plomo) en la soldadura en los empalmes.

Algunos estudios han demostrado la aparición significativa de “sanguijuelas” de plomo en la corriente de agua potable, particularmente después de los períodos largos de bajo uso, seguida por períodos de demanda máxima.

En aplicaciones fuertes de agua, poco después de la instalación, el interior de las tuberías estará cubierto con los minerales depositados, que habían sido disueltos en el agua y por lo tanto prevendrían la entrada del plomo en el agua potable. Los códigos de construcción ahora requieren la soldadura sin plomo. Los códigos a través de los E.E.U.U. requieren el uso (de la soldadura de plomo de <.2%) o de los metales de relleno virtualmente “sin plomo” en accesorios y aplicaciones de la plomería también.

2.2.2.7.3.1 Ventajas Y Desventajas De Cobre

El cobre se usa con más frecuencia en las casas, y es preferido por los propietarios de viviendas. La razón es porque las tuberías de cobre aumentan el valor de la casa. Además, son más seguros que los tubos galvanizados, ya que no contienen plomo. Además, las tuberías de cobre son propias más de forma que la cañería de PVC.

Tubos de cobre de menor diámetro y se puede utilizar en lugares estrechos. Además, son biostáticos, lo que significa que el cobre inhibe el crecimiento de bacterias. Por lo tanto, el agua es segura para beber. Además, el interior de un tubo de cobre no permiten que la acumulación de minerales tanto como tubos galvanizados hacer. Las tuberías de cobre son más resistentes a las llamas que los

tubos de PVC. Las tuberías de cobre también son más propensos a resistir terremotos.

La desventaja de los tubos de cobre es que a veces fallan cuando la temperatura del agua está por encima de 180 grados. Además, a menudo la condensación se forma dentro de las tuberías. Cuando esta condensación se congela, se bloquea el flujo de agua.

Otra desventaja es que las tuberías de cobre pueden causar que el agua tenga un sabor metálico ligero. Además, las tuberías de cobre son más costosas de reparar e instalar que los tubos de PVC.

2.2.2.7.4 Tubería Galvanizado

La función del galvanizado es proteger la superficie del metal sobre el cual se realiza el proceso. El galvanizado más común consiste en depositar una capa de zinc (Zn) sobre hierro (Fe); ya que, al ser el zinc más oxidable, menos noble, que el hierro y generar un óxido estable, protege al hierro de la oxidación al exponerse al oxígeno del aire. Se usa de modo general en tuberías para la conducción de agua cuya temperatura no sobrepase los 60 °C ya que entonces se invierte la polaridad del zinc respecto del acero del tubo y este se corroe en vez de estar protegido por el zinc. Para evitar la corrosión en general es fundamental evitar el contacto entre materiales disímiles, con distinto potencial de oxidación, que puedan provocar problemas de corrosión galvánica por el hecho de su combinación. Puede ocurrir que cualquiera de ambos materiales sea adecuado; lo que ocurre es que su combinación inadecuada es la que produce la corrosión. Uno de los errores que se comenten con más frecuencia es el del empleo de tuberías de cobre combinadas con tuberías de acero galvanizado (vid. normas UNE 12502.3, UNE 112076, UNE 112081). Si la tubería de cobre, que es un material más noble, se sitúa aguas arriba de la de galvanizado, los iones cobre, que necesariamente existen en el agua o las partículas de cobre que se puedan arrastrar por erosión o de cualquier otra procedencia, se cementarán sobre el zinc del galvanizado aguas

abajo y éste se oxidará por formarse una pila bimetálica local Cu/Zn en los puntos en los que los iones cobre se hayan depositado como cobre metálico sobre el galvanizado. A partir de ese momento se acelerará la corrosión del recubrimiento galvanizado en todos esos puntos. Desaparecido el zinc del recubrimiento, la pila será Cu/Fe y continuará corroyéndose hasta perforarse el tubo de acero. Como el galvanizado está instalado anteriormente este fallo pasa desapercibido y se suele atribuir al fin de la vida en servicio o, incluso, a la mala calidad del galvanizado. La causa, sin embargo ha sido la mala calidad del diseño: la instalación de la tubería de cobre aguas arriba, que es la que ha provocado la corrosión del galvanizado, aguas abajo. Por el contrario, en el caso de que las tuberías de cobre se instalen al final de la red, es decir, aguas abajo de la tubería de galvanizado, no existe ese problema siempre que se garantice que no haya agua de retorno que después de pasar por el cobre pase por el galvanizado. Si existe ese riesgo se deberá colocar un sistema anti retorno. En cualquier caso, es necesario colocar un manguito aislante entre el acero galvanizado de la instalación general y la tubería de cobre final para evitar el contacto galvanizado/cobre. Esta solución, sin embargo, es ineficaz en el caso anterior, tubería general de cobre y ramales finales de acero galvanizado. Aunque se elimine la corrosión en el punto de contacto entre ambos materiales, que es lo único que hace el manguito, no se evitará la corrosión. Ésta se producirá debido a los iones cobre que transporta el agua, o las partículas de cobre, que producirán picaduras sobre toda la instalación de galvanizado aguas abajo, tal como se ha explicado.

2.2.2.7.4.1 Ventajas Y Desventajas De Galvanizado

Galvanización es el proceso de recubrimiento de un metal de zinc. El recubrimiento de zinc ayuda a prevenir la corrosión y depósitos de minerales dentro de la línea. Sin embargo, estos tubos son mejores para los grandes

proyectos de construcción. Tuberías de alcantarillado y riego en las explotaciones son algunos de los usos para los tubos galvanizados.

Las desventajas de los tubos galvanizados son que contienen plomo y se corroen con mayor rapidez. El promedio de vida de una tubería de galvanizado es de 40 años. La mayoría de los hogares de hoy han sustituido las tuberías galvanizadas con el cobre, ya que los depósitos se acumulan en el interior de la línea de agua, y causar obstrucción del flujo de agua extrema.

2.2.2.8 Filtros De Agua

La filtración es un proceso en el cual las partículas sólidas que se encuentran en un fluido líquido o gaseoso se separan mediante un medio filtrante, o filtro, que permite el paso del fluido a su través, pero retiene las partículas sólidas. Unas veces interesa recoger el fluido; otras, las partículas sólidas y, en algunos casos, ambas cosas.

El arte de la filtración era ya conocido por el hombre primitivo que obtenía agua clara de un manantial turbio haciendo un agujero en la arena de la orilla a profundidad mayor que el nivel del agua. El agujero se llenaba de agua clara filtrada por la arena. El mismo procedimiento, perfeccionado y a gran escala, ha sido usado durante más de cien años para clarificar el agua.

2.2.2.8.1 Elementos Que Intervienen En La Filtración

- un medio filtrante
- un fluido con sólidos en suspensión
- una fuerza. una diferencia de presión que obligue al fluido a avanzar
- un dispositivo mecánico, llamado filtro que sostiene el medio filtrante, contiene el fluido y permite la aplicación de la fuerza.

2.2.2.8.2 Medios filtrantes

Se pueden dividir en dos grupos:

- Los que actúan formando una barrera delgada que permite el paso sólo del fluido y no de las partículas sólidas en suspensión en él.
- Los que actúan formando una barrera gruesa al paso del fluido.

Entre los primeros, se encuentran los filtros de tela, los de criba y el papel de filtro común de los laboratorios.

Entre los segundos, mencionaremos los filtros de lecho de arena, los de cama de coque, de cerámica porosa, metal poroso y los de precapa empleados en ciertas filtraciones industriales que contienen precipitados gelatinosos.

Un medio filtrante delgado ofrece una barrera en la que los poros son más pequeños que las partículas en suspensión, que son separadas del fluido y retenidas en el filtro. En los medios filtrantes gruesos los poros pueden ser más gruesos que las partículas que se van a separar, las cuales pueden acompañar al fluido alguna distancia a través del medio, pero son retenidas más pronto o más tarde por el medio filtrante en los finos intersticios que existen entre las partículas que lo constituyen.

El medio filtrante acaba cegándose por las partículas acumuladas; se debe entonces lavar con fluido claro para limpiarlo y permitir que siga la filtración. Los medios filtrantes delgados también pueden cegarse cuando por ellos se filtran líquidos gelatinosos o que contienen partículas blandas y elásticas en suspensión.

Como medios filtrantes, para temperaturas menores de 100° C, se emplean fieltros de algodón o lana; ciertas fibras sintéticas hasta los 150° C; vidrio y amianto o sus mezclas hasta 350° C. Para temperaturas muy altas se usan mallas metálicas elementos porosos cerámicos, de acero inoxidable.

2.2.2.8.3 Fuerza De Filtración

El fluido atravesará el medio filtrante sólo cuando se le aplique una fuerza, que puede ser causada por la gravedad, la centrifugación, la aplicación de una presión sobre el fluido por encima del filtro, o de un vacío debajo del mismo o por una combinación de estas dos cosas.

La fuerza de la gravedad se usa en los grandes filtros, de lecho de arena y en las filtraciones sencillas de laboratorio. Las centrifugadoras pueden considerarse como filtros en los que la fuerza gravitatoria es sustituida por la fuerza centrífuga, muchas veces mayor que la primera. El líquido es obligado por la fuerza centrífuga a pasar a través de las paredes de un tambor giratorio (rotor) finamente agujereadas y tapizadas muy a menudo con una tela filtrante.

El sedimento queda retenido, saliendo el líquido clarificado.

En filtraciones lentas, se aplica en el laboratorio muchas veces un vacío parcial. La mayoría de las filtraciones industriales se realizan con ayuda de la presión o el vacío, dependiendo del tipo de filtro usado.

2.2.2.8.4 Tipos De Filtros

Los filtros se pueden clasificar, de acuerdo con la naturaleza de la fuerza que causa la filtración, en filtros de gravedad, de presión y de vacío.

También se clasifican, según sus características mecánicas, en filtros de platos y marcos, de tambor rotatorio, de discos, de lecho de arena y de pre-capas, entre otros.

2.2.2.8.4.1 Filtros De Gravedad

Son los más antiguos y también los más sencillos; entre ellos, citaremos los filtros de lecho de arena, instalados en las plantas depuradoras de agua de las ciudades,

que funcionan con un excelente rendimiento. Están formados por tanques o cisternas que tienen en su parte inferior una rejilla o falso fondo sobre el que hay una capa de arena o grava de igual tamaño.

2.2.2.8.4.2 Filtros De Presión O De Vacío

Son los más usados en la industria, con preferencia a los de gravedad. La fuerza impulsora es suplida por presión o vacío y es muchas veces mayor que la de la gravedad, lo que permite más altos rendimientos de filtración. El tipo más común de filtros de presión es el filtro prensa, del que hay diferentes tipos.

Dispone de una elevada superficie filtrante en poco espacio, por lo que su eficacia es muy grande.

2.2.2.8.4.3 Tipos De Filtros Prensa:

2.2.2.8.4.3.1 De cámaras

Formado por varias unidades de filtración (células, cámaras o placas), constituidas por placas cóncavas de superficie estriada, entre las que se coloca el elemento filtrante (paños de lana, seda, nilón, placas de amianto, papel de filtro, etc.). Las unidades, que son todas iguales, se montan unas al lado de otras y se comprimen. Las placas primera y última son distintas.

La primera (cabezal) es fija y va conectada al tubo alimentador del líquido turbio. En el centro o en la periferia de cada elemento (según el modelo) existe un orificio que corresponde al tubo de alimentación de líquido turbio. Por el canal que forma el conjunto de orificios de cada placa penetra el líquido, que atraviesa las telas filtrantes, escurre por las estrías de cada elemento y se recoge, filtrado, en la parte inferior de cada célula.

La salida del líquido limpio se realiza por grifos individuales para cada elemento, o mediante un tubo colector para todos ellos. La placa final es idéntica al cabezal, pero móvil. De esta manera, entre ella y el cabezal se pueden intercalar un número variable de elementos según las necesidades y el volumen del líquido que se filtra.

2.2.2.8.4.3.2 De Bastidores

Entre cada placa o cámara se coloca un nuevo elemento, consistente en un marco que hace de depósito del sedimento, con lo cual aumenta mucho la capacidad del filtro y permite filtrar líquidos con gran cantidad de impurezas o, lo que es muy frecuente, líquidos turbios añadidos de sustancias pulverulentas coadyuvantes de la filtración (carbón, kieselgur, etc.). El elemento filtrante se coloca entre las placas y los marcos.

2.2.2.8.4.3.3 De Bastidores Y Placas Lavadoras

Es el más completo desde el punto de vista del lavado del sedimento. Se utiliza, sobre todo, cuando lo que interesa es el precipitado y no tanto los líquidos de filtración.

La mayoría de los filtros de vacío están formados por tambores divididos en compartimientos y recubiertos de tela metálica, metal perforado, algodón, lona o materiales sintéticos. El tambor gira en un depósito que contiene la masa a filtrar.

El vacío practicado en el interior del tambor absorbe el líquido y deposita los sólidos en el elemento filtrante. El filtrado se evacua a través de una válvula del eje. A medida que gira el tambor, puede lavarse y secarse parcialmente por vacío la materia sólida depositada, antes de ser desprendida por un rascador. Para los materiales viscosos, los tambores se revisten antes de la operación con dichos materiales y, a medida que giran, una cuchilla giratoria continua desprende los sólidos depositados con una pequeña cantidad del elemento filtrante.

2.2.2.9 Bombas

Al planificar un sistema de bombeo se debe tener en cuenta una serie de factores, desde aquellos de orden práctico como la disponibilidad de equipos en el mercado, servicio técnico y repuestos, costos, garantías, etc. y los aspectos técnicos del equipo propiamente tal.

Los equipos de bombeo son equipos de tipo mecánico que imparten energía al fluido. Ellas se utilizan normalmente en los predios para elevar agua o agregar presión a un sistema.

La selección de un equipo de bombeo para un sistema es crítica en su desempeño y eficiente operación. Un equipo es característico para una determinada condición o para operar en un equipo bajo condiciones específicas como es el caso de aspersión. Es necesario enfatizar que un equipo se selecciona sobre la base del caudal requerido y la presión necesaria.

Existen tres tipos de bombas en la captación e impulsión de aguas:

2.2.2.9.1 Centrífugas O Radiales

Son las más conocidas y a veces las únicas existentes en el mercado. Se caracterizan por hacer uso de la fuerza centrífuga para impulsar el agua, razón por la cual ésta sale de la bomba en forma perpendicular al eje del rodete.

Este tipo de bombas proporciona un flujo de agua suave y uniforme y se adapta para trabajos a alta velocidad como los motores eléctricos. Son apropiadas para elevar caudales pequeños a grandes alturas.

En una bomba centrífuga el motor hace girar un eje en el cual va montado el impulsor que está encerrado en la carcasa.

El agua ingresa a la bomba por el centro de la misma y al girar el rotor le imprime velocidad que al salir de la bomba se transforma en presión.

2.2.2.9.1.1 Parámetros De Funcionamiento.

Generalmente se consideran como parámetros que miden el funcionamiento de una bomba:

- **Velocidad específica:** es un parámetro que permite comparar el funcionamiento de las bombas y se calcula usando la velocidad, el caudal y la presión que genera la bomba en aquella zona de máxima eficiencia. Se calcula mediante la siguiente relación:

$$V_e = \text{RPM} * Q^{0,5} * H^{-0,75}$$

Donde:

V_e	=	Velocidad específica
RPM	=	Velocidad de giro del álabe
Q	=	Caudal (m^3/seg)
H	=	Presión (mca)

- **Caudal** que es capaz de mover, expresado en las unidades pertinentes que pueden ser lt/seg o m^3/seg .
- **Presión** que le imprime al caudal, expresada generalmente en metros columna de agua (m.c.a.).
- **Altura neta** de succión positiva. En una bomba centrífuga, cuando el agua penetra a la tubería de succión se observa un aumento de velocidad del agua; este aumento trae consigo una disminución en la presión. Si la presión es menor que la presión de vapor del agua a esa temperatura, ésta se evapora y el flujo será de líquido y burbujas de vapor. Al seguir moviéndose, el agua, por el impulsor se lleva a una zona de mayor presión donde las burbujas de vapor

se revientan causando ruido y llegando a causar daños al impulsor y bajan la eficiencia de la bomba. A este ruido que se percibe se conoce como cavitación. Para prevenir esta formación de burbujas en la tubería de succión, la presión absoluta debe ser mayor a la presión de saturación en un valor DH, lo que se conoce como “Altura de Succión Positiva Neta Disponible” la sigla en inglés corresponde a NPSH (Net positive suction head) y se calcula con las siguientes relaciones:

$$ANSP = C + (V^2/2g) + 0,5 Di$$

$$C = 10 \cdot P_o \cdot w^{-1} - S - 10 \cdot P_v \cdot w^{-1}$$

Si se trabaja a una presión atmosférica normal y una temperatura del agua de 18°C, la ANSP se puede calcular con la relación

$$ANSP = 10 - S - (V^2/2g) - 0,5 Di$$

Y finalmente la profundidad de succión de la bomba será:

$$Sr = 10 - ANSP - Hz$$

Donde:

ANSP = Altura neta de succión positiva

V = Velocidad del agua (m/seg)

g = Aceleración de gravedad

Di = Diámetro interior de la tubería de succión, m.

S = Altura máxima de succión recomendada por el fabricante, m.

Sr = Altura de succión real

Hz = Pérdidas de carga en la succión, m.

2.2.2.9.2 Bombas Axiales O Helicoidales

No hacen uso de la fuerza centrífuga sino que mueven el agua en forma similar como lo hace un ventilador para mover el aire, el agua sale en forma paralela al eje de rotación del impulsor. Son especialmente indicadas para elevar grandes caudales ($11 \text{ m}^3/\text{seg}$) a baja altura (hasta 6 m.c.a.).

2.2.2.9.3 Bombas De Flujo Mixto

Aprovechan las ventajas de las bombas helicoidales (sencillez y poco peso) y se modifica la forma de los álabes dándole una forma tal que le imparten al agua una cierta fuerza centrífuga. Alcanzan su mejor rendimiento con caudales entre 30 y 3000 lt/seg y alturas de 3 a 18 m.c.a.

2.2.2.10 Vertederos

Los vertederos son estructuras que tienen aplicación muy extendida en todo tipo de sistemas hidráulicos y expresan una condición especial de movimiento no uniforme en un tramo con notoria diferencia de nivel. Normalmente desempeñan funciones de seguridad y control.

Un vertedero puede tener las siguientes misiones:

- Lograr que el nivel de agua en una obra de toma alcance el nivel de requerido para el funcionamiento de la obra de conducción.

- Mantener un nivel casi constante aguas arriba de una obra de toma, permitiendo que el flujo sobre el coronamiento del vertedero se desarrolle con una lámina líquida de espesor limitado.

- En una obra de toma, el vertedero se constituye en el órgano de seguridad de mayor importancia, evacuando las aguas en exceso generadas durante los eventos de máximas crecidas.

- Permitir el control del flujo en estructuras de caída, disipadores de energía, transiciones, estructuras de entrada y salida en alcantarillas de carreteras, sistemas de alcantarillado, etc.

Se llama vertedero a la estructura hidráulica sobre la cual se efectúa una descarga a superficie libre. El vertedero puede tener diversas formas según las finalidades a las que se destine. Si la descarga se efectúa sobre una placa con perfil de cualquier forma pero de arista aguda, el vertedero se llama de pared delgada; cuando la descarga se realiza sobre una superficie, el vertedero se denomina de pared gruesa. Ambos tipos pueden utilizarse como dispositivos de aforo en el laboratorio o en canales de pequeñas dimensiones. El vertedero de pared gruesa se emplea además como obra de control o de excedencias en una presa y como aforador en grandes canales.

2.2.2.10.1 Vertedero Pared Delgada

El caudal en un canal abierto puede ser medido mediante un vertedor, que es una obstrucción hecha en el canal para que el líquido retroceda un poco atrás y fluya sobre o a través de ella. Si se mide la altura de la superficie líquida de la corriente arriba es posible determinar el caudal. Los vertederos, construidos con una hoja de metal u otro material, que permitan que el chorro o manto salgan libremente reciben el nombre de vertederos de pared delgada.

Debe haber una poza de amortiguación o un canal acceso aguas arriba para calmar cualquier turbulencia y lograr que el agua se acerque al vertedero lenta y suavemente.

Para tener mediciones precisas el ancho del canal de acceso debe equivaler a ocho veces el ancho del vertedero y debe extenderse aguas arriba 15 veces la profundidad de la corriente sobre el vertedero.

La utilización de vertederos de pared delgada está limitada generalmente a laboratorios, canales pequeños y corrientes que no lleven escombros y sedimentos. Los tipos más comunes son el vertedero rectangular y el triangular. La cara de aguas arriba debe ser instalada verticalmente y el borde de la placa debe estar cuidadosamente conformado. La estructura delgada está propensa a deteriorarse y con el tiempo la calibración puede ser afectada por la erosión de la cresta.

El vertedero triangular es preferido cuando las descargas son pequeñas, porque la sección transversal de la lámina vertiente muestra de manera notoria la variación en altura.

La relación entre la descarga y la altura sobre la cresta del vertedero, puede obtenerse matemáticamente haciendo las siguientes suposiciones del comportamiento del flujo:

1. Aguas arriba del vertedero el flujo es uniforme y la presión varía con la profundidad de acuerdo con la hidrostática ($p=rgh$).
2. La superficie libre permanece horizontal hasta el plano del vertedero y todas las partículas que pasan sobre el vertedero se mueven horizontalmente (en realidad la superficie libre cae cuando se aproxima al vertedero).
3. La presión a través de la lámina de líquido o napa que pasa sobre la cresta del vertedero es la atmosférica.
4. Los efectos de la viscosidad y de la tensión superficial son despreciables.

Estas suposiciones conducen al siguiente modelo de flujo ideal:

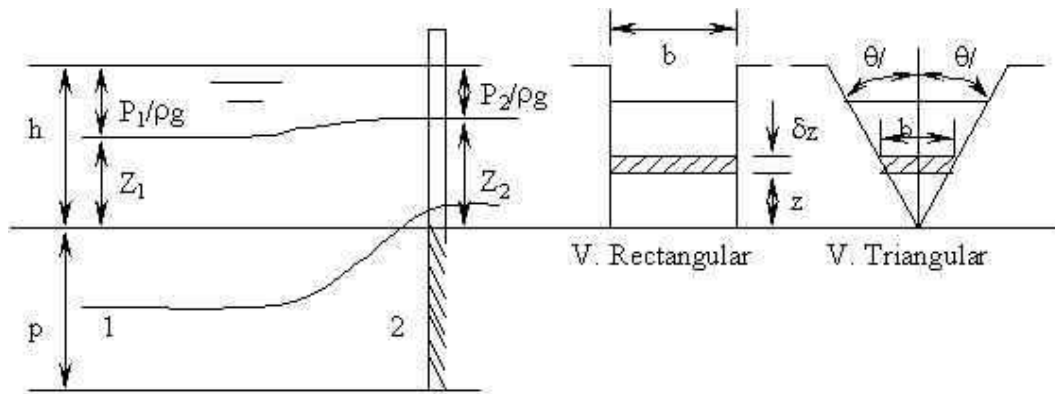


Figura 1. Flujo ideal sobre un vertedero de pared delgada

2.2.2.10.2 Parámetros Básicos

Se ha observado que para cualquier vertedero la superficie del agua sobre la cresta e inmediatamente atrás de ella, asume la forma de una curva, originando una superficie de contracción, llamada curva de remanso. Se define la carga H como la distancia vertical entre la cresta del vertedero y la superficie del agua en un punto donde esta no sea afectada por la curvatura.

Se recomienda que H se mida a una distancia igual o superior a $5H$, otros autores recomiendan que esta distancia sea por lo menos $6H$, en general puede dejarse a criterio del ingeniero buscando en todos los casos el mayor remanso.

Además de respetar los límites de aplicación de las formulas, para obtener mejores resultados en la medición de caudales con vertederos rectangulares se recomienda que la cresta del vertedor sea perfectamente horizontal, con un espesor no mayor de 2mm en bisel y la altura desde el fondo del canal 0.30m a $2h$. El plano del vertedor debe ser normal al flujo y la cara, aguas arriba, perfectamente verticales, plana y lisa. El vertedor deberá instalarse al centro de un canal recto que tenga una longitud mínima de diez veces la longitud de la cresta del vertedor y un área de por lo menos, $8hb$, si el vertedor tiene contracciones, la distancia entre los extremos del vertedor y el costado del canal no debe ser menor que 0.30m.

2.3 Variables.

2.3.1 Variable Independiente.

Diseño de un sistema automático.

2.3.2 Variable Dependiente.

Optimización del suministro de aire acondicionado para las salas de control y administrativas de la central Hidroeléctrica “San Francisco”.

2.4 Hipótesis

¿Mejorará el control de temperatura con el diseño de un sistema automático para la optimización del suministro de aire acondicionado para las salas de control y administrativas de la central Hidroeléctrica “San Francisco”?

CAPITULO III

3. METODOLOGIA

3.1 Enfoque

La presente investigación se enmarca en un enfoque cualicuantitativo:

Cuantitativo porque el investigador maneja, conoce, interpreta los objetivos y va a llegar a la consecución de los mismos, ante la realidad de la empresa facilitando un análisis crítico del estado y funcionamiento del proceso automático del sistema de aire acondicionado de la compañía Hidroeléctrica San Francisco encontrando respuestas objetivas, confiables y un plan de mejoramiento adecuado para solucionar los problemas que atraviesa la Hidroeléctrica.

Cualitativo porque las decisiones a tomar van hacer las más idóneas tanto del investigador que es responsable de la solución del problema, como de la empresa que busca mejorar el proceso automático del sistema de aire acondicionado para no tener fallas en su funcionamiento.

3.2 Modalidad de la Investigación

3.2.1 Investigación Bibliográfica

Es investigación bibliográfica porque el objetivo es conocer, comparar, ampliar, profundizar teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre el tema, mediante técnicas y procedimientos basados en libros, documentos, páginas web.

3.2.2 Investigación de Campo

En el presente proyecto se aplicará la investigación de campo, ya que esta modalidad nos permite poner en contacto directo con el objetivo de estudio, puesto que se desarrolla donde se origina el problema y con esta fuente de investigación el investigador manejará los datos de la variable con más seguridad para dar solución al problema presente.

3.2.4 Proyecto Factible

Se enmarca en esta modalidad porque se desarrollará una propuesta de solución al problema de modo directo, el trabajo es posible realizarlo en el tiempo previsto puesto que cuenta con el respaldo necesario por parte de los directivos de la central Hidroeléctrica San Francisco para la solución del problema presente.

3.3 Nivel De La Investigación

La investigación tiene un nivel exploratorio, pues es una acción preliminar que nos permitirá sondear, reconocer, indagar, tener una idea general del objeto a investigar, es un estudio real y estructurado, se pasará luego al nivel descriptivo; orienta a determinar como es ¿Cómo se manifiesta el problema? Se busca especificar las cualidades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a estudiar; apoyados con criterios de clasificación utilizando técnicas de investigación como la encuesta la entrevista e información proporcionada por la empresa que servirá para ordenar, agrupar y sistematizar los datos del nivel anterior; Se alcanzará el nivel inter relacional que nos permitirá establecer análisis, comparaciones, entre dos o mas variables lo cual nos permitirá establecer predicciones, finalmente pretendemos llegar al nivel explicativo con un estudio cuidadosamente estructurado en la propuesta de solución al problema.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

En la presente investigación, la población la conforman veinte personas, ya que están directamente afectadas con el problema de estudio, que es el aumento de la temperatura en las salas de control y administrativas.

3.4.2 Muestra

En la muestra trabajaremos con un 25% de la población objeto de estudio y además se realizará la encuesta al jefe de mantenimiento y jefe administrativo para recolección de información necesaria.

3.5 Recolección De Información

La recolección de la información lo haremos mediante las técnicas de la encuesta, y la observación. La entrevista será utilizada para obtener la información necesaria del proceso actual del suministro de aire acondicionado.

La técnica de observación será de gran ayuda para la apreciación directa del funcionamiento del suministro de aire acondicionado y para determinar cómo se puede mejorar dicho proceso.

3.5.1 Plan De Recolección De Información

Para la recolección veraz de la información se utilizó la siguiente estrategia.

- Elaboración de la encuesta
- Definir los sujetos que van a ser entrevistados
- Aplicar la entrevista
- Recopilación de información

3.5.2 Plan de procesamiento y análisis de la información.

Posteriormente realizada la entrevista se realizará el siguiente proceso.

- Revisión crítica de la información
- Realizar tabulaciones
- Organizar la información
- Registrar la información y
- Graficar

CAPITULO IV

4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

- **Análisis**

Una vez realizadas las encuestas necesarias se pudo lograr obtener los resultados pertinentes, los mismos que nos serán de gran ayuda y de base para tener una visión más clara y precisa de la situación actual del sistema del suministro de aire acondicionado, de las salas que se encuentran en estudio de la central Hidroeléctrica “San Francisco”.

- **Interpretación De Los Datos**

Una vez terminado el análisis de la encuesta y de haber realizado la limpieza de la información, se procederá a la interpretación de los resultados conseguidos, mediante la técnica de la encuesta.

Modelo De La Encuesta

UIIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN

Encuesta dirigida al Jefe Administrativo de la Central Hidroeléctrica “San Francisco”, con el objetivo de recabar información con respecto al diseño de un sistema automatizado para la optimización del suministro de aire acondicionado. Los datos consignados en esta encuesta son netamente confidenciales y de uso eminentemente técnico por lo que solicito sea muy veraz en las respuestas consignadas.

Cuestionario

¿La central cuenta con el presupuesto necesario para la implementación de un sistema automático para la optimización del suministro de aire acondicionado?

SI NO

¿Cree usted que el confort en el ambiente de trabajo ayuda a los empleados para que desarrollen de mejor manera sus funciones?

SI NO

¿La empresa cuenta con el espacio suficiente para la implementación de un sistema automático para la optimización del suministro de aire acondicionado?

SI NO

¿El ambiente de trabajo se vuelve pesado y tedioso por el aumento de la temperatura al detenerse el sistema de aire acondicionado?

SI NO

¿Desde su punto de vista el aumento de la temperatura cuando no se encuentra funcionando el sistema de aire acondicionado, puede traer algún tipo de enfermedad laboral?

SI NO

UIIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN

Encuesta dirigida al jefe de mantenimiento de la Central Hidroeléctrica “San Francisco”, con el objetivo de recabar información con respecto al diseño de un sistema automatizado para la optimización del suministro de aire acondicionado. Los datos consignados en esta encuesta son netamente confidenciales y de uso eminentemente técnico por lo que solicito sea muy veraz en las respuestas consignadas.

Cuestionario

¿Cuando las unidades generadoras 1 y 2 se detienen el sistema de aire acondicionado deja de funcionar?

SI NO

¿Aproximadamente hasta los cuantos grados centígrados llega la temperatura cuando se detiene el sistema de aire acondicionado?

_____ ° Centígrados

¿Qué lapso de tiempo las unidades generadoras paran su funcionamiento para su pertinente mantenimiento preventivo?

_____ Semanas

¿Los dos acondicionadores de aire funcionan de una forma alternativa?

SI NO

¿El funcionamiento alternativo de los acondicionadores de aire se lo realiza de forma manual?

SI NO

¿De ser así cada qué tiempo se realiza el cambio de funcionamiento de los acondicionadores de aire?

_____ Horas

¿Los diferentes equipos electrónicos que se encuentran en las salas pueden sufrir algún tipo de averías por el aumento de la temperatura?

SI NO

¿En qué más puede afectar las temperaturas elevadas al detenerse el sistema de aire acondicionado?

UIIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN

Encuesta dirigida a los trabajadores de la Central Hidroeléctrica “San Francisco”, con el objetivo de recabar información con respecto al diseño de un sistema automatizado para la optimización del suministro de aire acondicionado. Los datos consignados en esta encuesta son netamente confidenciales y de uso eminentemente técnico por lo que solicito sea muy veraz en las respuestas consignadas.

Cuestionario

¿Cree usted que el confort en el ambiente de trabajo ayuda a desempeñar sus actividades de mejor manera?

SI NO

¿El ambiente de trabajo se vuelve pesado y tedioso cuando se produce el aumento de temperatura al detenerse el sistema de aire acondicionado?

SI NO

¿Desde su punto de vista el aumento de temperatura, puede producirle algún tipo de enfermedad laboral?

SI NO

¿Considera usted que los equipos con los que usted trabaja pueden sufrir algún tipo de desperfecto por el aumento de temperatura?

SI NO

PREGUNTA N 1

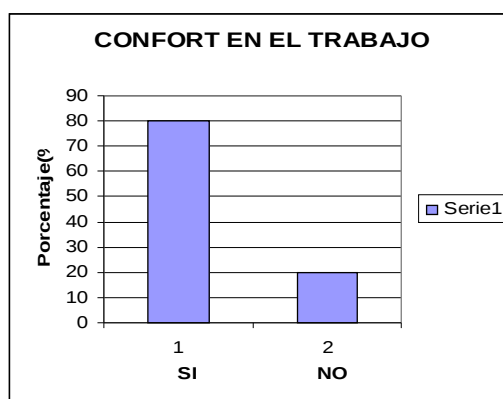
1. ¿Cree usted que el confort en el ambiente de trabajo ayuda a desempeñar sus actividades de mejor manera?

TABLA N 1
CONFORT EN EL AMBIENTE DE TRABAJO

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE
	ABSOLUTA	%	REAL
SI	4	80	80
NO	1	20	20
TOTAL	5	100	100

Elaborado por: Oswaldo Bermeo

Fuente: La encuesta



Análisis

Del 100% de las personas a las que se realizó la encuesta, el 80% que es el número de 4 personas respondieron que SI influye el confort para desempeñar de mejor manera el trabajo, y el 20% que corresponde a una persona manifestó que NO influye nada el confort para desempeñar de mejor manera sus actividades.

Interpretación

Como se puede observar en el cuadro de análisis se concluye que el confort en el ambiente de trabajo es necesario para que los trabajadores desempeñen sus actividades de mejor manera.

PREGUNTA N 2

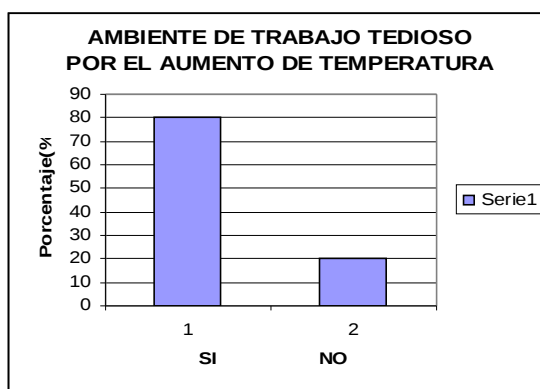
2. ¿El ambiente de trabajo se vuelve pesado y tedioso cuando se produce el aumento de temperatura al detenerse el sistema de aire acondicionado?

TABLA N 2
AMBIENTE DE TRABAJO TEDIOSO POR EL AUMENTO DE
TEMPERATURA

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	PORCENTAJE %	PORCENTAJE REAL
SI	4	80	80
NO	1	20	20
TOTAL	5	100	100

Elaborado por: Oswaldo Bermeo

Fuente: La encuesta



Análisis

Del 100% de las personas encuestadas, el 80% que representa 4 personas respondieron SI, es decir el ambiente de trabajo se vuelve tedioso por el aumento de temperatura, y el 20% que concierne a 1 persona manifestó que NO le afecta las labores de su trabajo por el aumento de temperatura.

Interpretación

Con los datos obtenidos anteriormente se deduce que el ambiente de trabajo se vuelve tedioso y pesado por el aumento de temperatura cuando se detiene el suministro de aire acondicionado por lo que es necesaria la implementación de un sistema paralelo para evitar este tipo de problema.

- 3.** ¿Desde su punto de vista el aumento de temperatura, puede producirle algún tipo de enfermedad laboral?

TABLA N 3
ENFERMEDAD LABORAL POR EL AUMENTO DE TEMPERATURA

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	PORCENTAJE %	PORCENTAJE REAL
SI	3	60	60
NO	2	40	40
TOTAL	5	100	100

Elaborado por: Oswaldo Bermeo

Fuente: La encuesta

Análisis

Del 100% de las personas a las que se realizó la encuesta, el 60% que representa a 3 personas respondieron que SI que el aumento de temperatura puede provocar algún tipo de enfermedad laboral, y el 30% que representa a 2 persona expresaron que NO les podría producir alguna enfermedad laboral.

Interpretación

Del análisis obtenido anteriormente se llega a la conclusión que es necesario evitar, que se produzca el aumento de temperatura, puesto que si se produce una enfermedad laboral como es el estrés cuando el confort en el ambiente de trabajo no es el adecuado para realizar las actividades diarias.

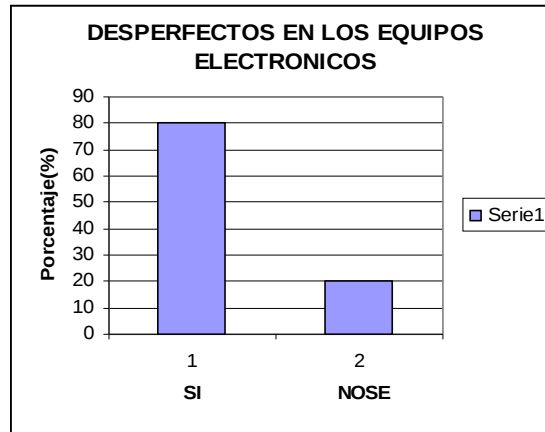
4. ¿Considera usted que los equipos electrónicos con los que usted trabaja pueden sufrir algún tipo de desperfecto por el aumento de temperatura?

TABLA N 4
DESPERFECTOS EN LOS EQUIPOS ELECTRONICOS

OPCIONES	FRECUENCIA ABSOLUTA	PORCENTAJE REAL	COMO QUE EQUIPOS
SI	4	80	Partes electrónicas de tableros, computadores, equipos de red, inversores, paneles de control, transformadores
NO	0	0	
NOSE	1	1	
TOTAL	5	100	

Elaborado por: Oswaldo Bermeo

Fuente: La encuesta



Análisis

Del 100% de las personas a las que se realizó la pregunta, el 80% que representa a un número de 4 personas respondieron SI, que el aumento de temperatura puede provocar daños con los equipos electrónicos con los que trabajan, y el 20% que representa a 1 persona se manifestó que no sabía que si el computador con el que suele trabajar puede sufrir algún desperfecto por el aumento de temperatura.

Interpretación

Una vez analizada la información que se puede observar en la grafica anterior, se llega a la conclusión que es necesario resolver el problema presente, que es el aumento de temperatura que se presenta en las salas de control y administrativas cuando se detienen las unidades generadoras, lo que es necesario un sistema automatizado totalmente independiente al que en este momento existe y evitar así que se pueda producir daños en los diferentes equipos electrónicos con los que cuenta la central Hidroeléctrica “San Francisco”

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES

- Es necesario analizar el funcionamiento actual del suministro de aire acondicionado, y de cualquier proceso que se desea mejorar, aquello nos conduce a percatar los problemas que tiene y como se puede mejorar o implantar uno nuevo, igualmente se pudo analizar los diferentes equipos que lo conforman, de esta manera llegar a la conclusión que era indispensable un sistema paralelo automático totalmente independiente al que existe.
- Con el nuevo sistema automático del suministro de aire acondicionado se podrá controlar de mejor manera la temperatura con la que trabajan los diferentes equipos electrónicos en las salas de control y de producción y evitar de esta manera, que los diferentes equipos electrónicos puedan sufrir desperfectos en su operación.

5.2 RECOMENDACIONES

- Para poder realizar con éxito un proyecto de automatización es necesario obtener con el mayor detalle la información de la descripción del sistema, ya que ésta es la que abre todas las brechas para adquirir la tecnología (existente), además ayuda a tener una visión amplia de lo que se puede y se quiere hacer. También al momento de considerar las características necesarias para el PLC, proporcionará más apoyo.
- Todos los diferentes equipos electrónicos soportan o deben estar expuestos a una temperatura no más de las especificadas en sus características, para evitar que sufran desperfectos o daños irreparables, por tal motivo la temperatura es un factor muy importante que se debe considerar en una empresa.

CAPITULO VI

PROPUESTA

Datos Informativos.

TITULO:

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SUMINISTRO DE AIRE ACONDICIONADO PARA LAS SALAS DE CONTROL Y ADMINISTRATIVAS PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA “SAN FRANCISCO”.

Institución Ejecutora.

Autor del Proyecto

Institución Beneficiaria

Hidroeléctrica San Francisco

Antecedentes De La Propuesta.

La no existencia de un sistema paralelo totalmente automatizado, para proveer agua a los intercambiadores de calor del sistema aire acondicionado, produce un aumento de temperatura en las salas de control y administrativas, al momento que las 2 unidades generadoras se detienen ya sea por mantenimiento preventivo o por el motivo de algún desperfecto de las mismas.

Justificación.

Es necesaria la implementación de un sistema paralelo totalmente automatizado para el suministro de aire acondicionado, para que no se produzca el aumento de temperatura en las salas de control y administrativas.

Objetivos.

Controlar el aumento de temperatura en las salas de control y administrativas con el propósito de evitar que los diferentes equipos electrónicos puedan sufrir desperfectos, y mantener el confort en las salas de trabajo.

Análisis De Factibilidad.

La implementación de un sistema paralelo totalmente automatizado es necesaria y factible ya que el túnel que conduce el agua para la generación de energía desde la Central Agoyan hasta la central San Francisco va a entrar en un proceso de mantenimiento y el tiempo estipulado para el mismo es aproximadamente de 8 meses, esto conlleva a que el costo de implantación del sistema paralelo planteado sea poco significativo, en comparación al costo de los equipos electrónicos de control, que llegarían a sufrir desperfectos por el aumento de temperatura al detenerse las dos unidades generadoras.

Fundamentación

6.1 Análisis Del Proceso Actual Del Suministro De Aire Acondicionado

El primer paso que se tiene que realizar para cualquier tipo de automatización dentro de una empresa, es un estudio previo, para conocer y tener una idea clara, con mayor detalle posible las características y los diferentes parámetros de funcionamiento de lo

que se desea mejorar mediante la automatización y, que los beneficios justifique el costo de la inversión.

En nuestro caso se efectuó un análisis y un estudio bien detallado del sistema de suministro de aire acondicionado actual, los equipos que intervienen en el sistema, también se realizó un estudio de los circuitos de control y fuerza para determinar si están dentro de nuestras expectativas y cumplen con los parámetros, para lograr la automatización del suministro de aire acondicionado.

El funcionamiento del suministro de aire acondicionado es el siguiente: El tratamiento del aire para las salas de control y administrativas de la central Hidroeléctrica “San Francisco” se realiza con dos equipos para aire acondicionado Hitachi, los que tienen un flujo de aire de 14250 m³/h de los cuales 1070 m³/h serán de aire fresco que viene del sistema de ventilación de Casa de Máquinas y 13180 m³/h son recirculados.

La temperatura interior es de máximo 22°C y mínimo 19 °C y la humedad relativa entre 50% y 55%.

El agua para los dos equipos de aire acondicionado se obtiene de dos unidades generadoras, por esta razón se presenta un problema en el sistema actual del suministro de aire acondicionado puesto que, estas unidades tienen que realizar un mantenimiento preventivo cada mes o tres meses y el tiempo de suspensión de dichas unidades es aproximadamente de dos a tres semanas, esto ocasiona que la temperatura aumente en las salas de control y administrativas, aquello produce un ambiente de trabajo poco satisfactorio y con el riesgo que los equipos electrónicos puedan sufrir averías en la central Hidroeléctrica “San Francisco”.

La solución para el problema presente es el diseño de un sistema totalmente independiente al actual, es decir que el agua necesaria para los intercambiadores de calor de los acondicionadores de aire ya no dependan solamente de las unidades

generadoras, por lo tanto se realizara un sistema paralelo en el que se utilizara un sistema de retroalimentación del agua utilizada por los intercambiadores de calor conjuntamente con el agua de filtraciones que se produce a través de la roca, que se lo hará totalmente automatizado, para que pueda abastecer de la misma a los dos equipos de aire acondicionado, cuando las dos unidades generadoras se detienen por mantenimiento preventivo y evitar así que se produzca un aumento de temperatura en las salas de control y administrativas y con el fin de evitar daños en los diferentes equipos electrónicos que existe en la Central Hidroeléctrica “San Francisco”.

Finalmente con todo lo mencionado anteriormente es necesaria la implementación de un sistema paralelo automatizado totalmente independiente al que existe en este momento para el suministro de aire acondicionado para las salas de control y administrativas de la central Hidroeléctrica “San Francisco”.

6.2 Determinación Del Caudal

Para nuestro estudio del nuevo sistema paralelo es necesario realizar el cálculo de los caudales, para poder diseñar y determinar las dimensiones que el tanque reservorio debe tener, para el almacenamiento del agua que será utilizada por los intercambiadores de calor, dichos caudales son:

- Caudal de consumo por los dos intercambiadores de calor
- Caudal de salida después del proceso de enfriamiento del aire
- Caudal de filtraciones

6.2.1 Cálculo Del Caudal De Aire Acondicionado 1 (Ac1)

$$\frac{P}{\rho} = \frac{v^2}{2g} \quad 1$$

Dode :

P = Presion

& = Peso Especifico del Agua

v = Velocidad

g = gravedad

Despejando la velocidad de la ecuación 1

$$v^2 = \frac{P2g}{\&}$$
$$v = \sqrt{\frac{P2g}{\&}} \quad 2$$

Datos obtenidos:

Aire acondicionado (AC1)

$$P = 2.2\text{kgf} / \text{cm}^2$$

$D = 2 \text{ plg}$ (Diametro Tuberia)

Datos Técnicos:

$$\&_{H_2O} = 1000\text{kg} / \text{m}^3$$

$$g = 9.81$$

Aplicando Ecuación 2

$$v = \sqrt{\frac{2.2 * 2 * 9.81}{1000}}$$

Velocidad Que Irá Por La Tubería

$$v = 0.2077 \frac{m}{s}$$

Ecuación Para Determinar Caudal

$$Q = v * A \quad \mathbf{3}$$

donde :

$Q =$ Caudal

$v =$ Velocidad

$A =$ Area de Tuberia

Ecuación Para Determinar El Área

$$A = \frac{(pi * D^2)}{4} \quad \mathbf{4}$$

$$1plg = 0.0254plg$$

$$D = 2plg * \frac{0.0254m}{plg} = 0.0508m$$

Reemplazando valores en ecuación 4

$$A = \frac{(3.1416 * (0.0508)^2)}{4}$$

$$A = 0.0020m^2$$

Reemplazando valores en ecuación 3

$$Q = 0.2077 \frac{m}{s} * 0.0020m^2$$

$$Q_1 = 0.00042 \frac{m^3}{s} \text{ Caudal de consumo (AC1)}$$

6.2.2 Cálculo Del Caudal De Aire Acondicionado 2 (Ac2)

$$\frac{P}{\rho} = \frac{v^2}{2g}$$

Datos obtenidos:

Aire acondicionado (AC2)

$$P = 2.9 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

$$D = 2 \text{ plg (Diametro Tuberia)}$$

Datos Técnicos:

$$\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$g = 9.81$$

$$v = \sqrt{\frac{2.9 * 2 * 9.81}{1000}}$$

Velocidad Que irá Por La Tubería

$$v = 0.2385 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$1 \text{ plg} = 0.0254 \text{ plg}$$

$$D = 2 \text{ plg} * \frac{0.0254 \text{ m}}{\text{plg}} = 0.0508 \text{ m}$$

$$A = \frac{(3.1416 * (0.0508)^2)}{4}$$

$$A = 0.0020 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.2385 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.0020 \text{ m}^2$$

$$Q_2 = 0.00047 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \text{ Caudal de consumo (AC2)}$$

6.2.3 Determinación Del Consumo Total De Caudal Para AC1 Y AC2

$$Q_{Total} = Q_1 + Q_2$$

$$Q_{Total} = 0.00042 + 0.00047$$

$$Q_{Total} = 0.00089 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{Total} = 0.00089 \frac{m^3}{s} * \frac{1000lt}{1m^3}$$

$$Q_{Total} = 0.89 \frac{lt}{s}$$

El caudal de 0.89 lt/s fue tomado cuando los dos sistemas de aire acondicionado no estaban trabajando a su capacidad máxima, por lo tanto:

$$Q_{TotalMaxCap} = 1.4 \frac{lt}{s}$$

El caudal con el trabajaremos para todas las condiciones de diseño se lo hará con el caudal cuando los dos acondicionadores de aire funcionen a su máxima capacidad.

6.2.4 Determinación Del Caudal De Salida De AC1 Y AC2

6.2.4.1 Método Volumétrico

La forma más sencilla de calcular los caudales pequeños es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido. La corriente se desvía hacia un canal o cañería que descarga en un recipiente adecuado y el tiempo que demora su llenado se mide por medio de un cronómetro. Para los caudales de más de 4 l/s, es adecuado un recipiente de 10 litros de capacidad que se llenará en 2½ segundos. Para caudales mayores, un recipiente de 200 litros puede servir para corrientes de hasta 50 l/s. El tiempo que se tarda en llenarlo se medirá con precisión, especialmente cuando sea de sólo unos pocos segundos.

La variación entre diversas mediciones efectuadas sucesivamente dará una indicación de la precisión de los resultados.

Si la corriente se puede desviar hacia una cañería de manera que descargue sometida a presión, el caudal se puede calcular a partir de mediciones del chorro. Si la cañería se puede colocar de manera que la descarga se efectúe verticalmente hacia arriba, la altura que alcanza el chorro por encima del extremo de la tubería se puede medir y el caudal se calcula a partir de una fórmula adecuada. Es asimismo posible efectuar estimaciones del caudal a partir de mediciones de la trayectoria desde tuberías horizontales o en pendiente y desde tuberías parcialmente llenas, pero los resultados son en este caso menos confiables (Scott y Houston 1959).

Se escogió este método por el motivo que el agua utilizada por los intercambiadores de calor de los dos aires acondicionado (AC1 y AC2), luego del proceso que realizan del enfriamiento del aire, dicha agua es desechada por una tubería que tiene una sola salida, es decir se une los dos caudales de (AC1 y AC2) y se va a obtener un único caudal de salida (anexo A).

6.2.4.2 Materiales Utilizados Para El Método Volumétrico

- Balde plástico de 20 litros
- Cronometro
- Probeta de 1 litro

6.2.4.3 Información De Las Mediciones Realizadas

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde :

$Q = \text{caudal}$

$V = \text{Volumen}$

$t = \text{Tiempo}$

N medición	Volumen(litros)	Tiempo(segundos)	Caudal(litros/segundo)
1	6.1	8.25	0.739
2	7	9.41	0.744
3	7.4	9.95	0.742
Promedio			0.742

$$Q_{salida} = 0.742 \frac{lt}{s} * \frac{0.001m^3}{1lt}$$

$$Q_{salida} = 0.00074 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{SalidaMaxCap} = 1.4 \frac{lt}{s}$$

6.2.5 Determinación Del Caudal De Filtraciones

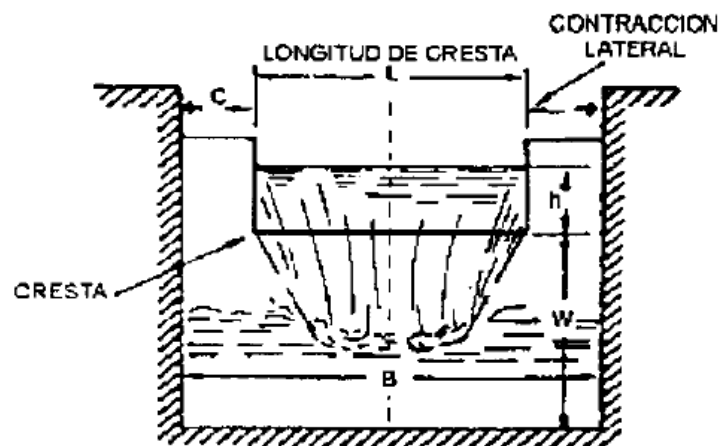
Una vez ya conocido el caudal de salida se procede a calcular el caudal de filtraciones dicho caudal es producto del goteo de agua que se produce a través de la roca, puesto que con ello se podrá realizar el diseño del tanque de almacenamiento para el agua que posteriormente será utilizada en el sistema de aire acondicionado.

6.2.5.1 Vertedero Rectangular

La medición del caudal de las corrientes naturales nunca puede ser exacta debido a que el canal suele ser irregular y por lo tanto es irregular la

relación entre nivel y caudal. Los canales de corrientes naturales están también sometidos a cambios debidos a erosión o depósitos. Se pueden obtener cálculos más confiables cuando el caudal pasa a través de una sección donde esos problemas se han limitado. Para ello se podría simplemente alisar el fondo y los lados del canal, o recubrirlos con mampostería u hormigón o instalar una estructura construida con ese fin. Existe una amplia variedad de esos dispositivos, la mayoría idóneos para una aplicación particular.

En este tipo de vertedero cuya sección de escurrimiento del agua esta conformado por un rectángulo y construida en una lamina metálica, madera o cualquier otro material similar lo que se debe tomar en cuenta es que debe ser de espesor delgado, los bordes interiores estar achaflanados a fin de obtener un flujo de agua con el mínimo de contracciones. Estos vertederos son las estructuras mas usadas en la medición de caudales por su exactitud de medida.



Donde:

Altura (w). Es la distancia entre el fondo del canal de aproximación y la cresta del vertedero

Carga Hidráulica (h). Es la altura de agua sobre la cresta del vertedero

Cresta. Es el punto mas bajo de la escotadura; que es el borde horizontal

Lámina de agua. Es la vena líquida que pasa por encima del vertedero

La ecuación usada para calcular el caudal en este tipo de vertedero es la siguiente:

$$Q = 1.84(L - 0.2h)h^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = \text{Caudal en } \frac{m^3}{seg}$$

L = Largo de la cresta de vertedero en metros

h = Altura o carga leída en el punto de referencia en metros

6.2.5.1.1 Normas Para La Instalación De Vertederos Rectangulares

- 1.** El vertedero debe colocarse en el extremo inferior de un embalse lo suficientemente ancho y profundo como para introducir una corriente continua y suave con una velocidad inferior a 0.15m/seg. lo cual equivale a aguas casi tranquilas. A veces esta norma se expresa por requerir un área en el canal 8 veces el área de la escotadura.
- 2.** El eje de la caja del vertedero debe ser paralelo a la dirección de la corriente.
- 3.** La pared del vertedero ha de ser perpendicular a la dirección de la corriente

- 4.** La cresta del vertedero debe quedar perfectamente horizontal, de forma que la lámina de agua tenga el mismo espesor en toda su anchura.
- 5.** El borde aguas arriba debe ser afilado para que el agua que cae lo toque en un solo punto.
- 6.** La distancia de la cresta al fondo del embalse ha de ser dos veces el espesor de la lámina de agua que rebosa por ella.
- 7.** La distancia desde las paredes del embalse de remanso a los extremos de la cresta deberá ser superior a dos veces el espesor de la lámina de agua.
- 8.** Para aforos exactos se ha de procurar que el espesor del agua sobre la cresta no sea superior a un tercio de la longitud de ésta.
- 9.** La cresta debe estar a una altura tal que el agua caiga libremente dejando un espacio de aire por debajo de la lamina de agua rebosante, entre esta y la pared. Si el agua mas abajo del vertedero sube de nivel hasta superar la altura de la cresta, la caída libre del agua es imposible y entonces se dice que el vertedero está sumergido y los aforos con vertederos sumergidos no son dignos de confianza.
- 10.** El limnómetro o reglita debe ser colocado en la cara de aguas arriba de la estructura del vertedero, a suficiente distancia hacia un lado para que se encuentre en aguas tranquilas o en cualquier punto de la presa del vertedero o de la caja, con tal de que no le afecte la curvatura de la superficie del agua antes de alcanzar la cresta. (Un minino de 4H agua arriba de vertedero.) El cero de la regla del vertedero debe enrasarse

con la cresta del vertedero. Para ello puede emplearse o bien un nivel de carpintero o un nivel de topografía.

11. Para evitar arrastres y erosiones de la acequia aguas abajo del vertedero por agua del salto, se deberán proteger sus paredes con piedras u otros materiales.

6.2.5.2 Diseño Del Vertedero Rectangular

El diseño del vertedero el que será utilizado para medir el caudal de filtraciones se apoyó en las normas de diseño e instalación mencionadas anteriormente y en nuestro caso la sección por donde se conduce el agua, en el lugar donde se va a realizar la medición es un canal que está elaborado de hormigón lo cual facilita la medición del caudal, se elaboró el vertedero en madera con una pared muy delgada para no dificultar el flujo de agua normal y las medidas del mismo se especifican en el (Lamina N 01).

6.2.5.3 Medición Del Caudal De Filtraciones

Una vez realizada el vertedero rectangular se procedió a realizar el experimento como se pudo observar en la figura (Anexo B), dando como resultado de $h=3\text{cm}$.

$$Q = 1.84(L - 0.2h)h^{\frac{3}{2}}$$

Donde :

$$L = 0.25\text{m}$$

$$h = 0.03\text{m}$$

$$Q_1 = 1.84(0.25 - 0.2(0.03))(0.03)^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_1 = 0.0023 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_1 = 0.0023 \frac{m^3}{s} * \frac{1000lt}{1m^3}$$

$$Q_1 = 2.33 \frac{lt}{s} \text{ Caudal de Filtraciones juntamente con caudal de salida}$$

El caudal de 2.23 lt/s esta dado por el caudal del agua de salida luego del proceso de enfriamiento en los intercambiadores de calor y el caudal de filtraciones a condiciones que no se encuentran funcionando a su capacidad máxima.

Por lo tanto para obtener el caudal propio de filtraciones se debe restar el caudal de salida luego del proceso de enfriamiento obtenido en el literal (5.2.4) menos el caudal obtenido en el literal (5.2.5.3) de la siguiente manera:

$$Q_{Filtraciones} = Q_1 - Q_{salida}$$

$$Q_{Filtraciones} = 2.33 \frac{lt}{s} - 0.742 \frac{lt}{s}$$

$$Q_{Filtraciones} = 1.59 \frac{lt}{s}$$

$$Q_{Filtraciones} = 1.59 \frac{lt}{s} * \frac{1m^3}{1000lt}$$

$$Q_{Filtraciones} = 0.0015 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{AlmacenarCapMax} = Q_{Filtraciones} + Q_{SalidaMaxCap}$$

$$Q_{AlmacenarCapMax} = 1.59 \frac{lt}{s} + 1.4 \frac{lt}{s}$$

$$Q_{AlmacenarCapMax} = 2.99 \frac{lt}{s}$$

6.3 Diseño Del Tanque Reservorio

Para determinar las dimensiones del tanque se realizó lo siguiente:

La capacidad del tanque estará en función del gasto máximo diario que necesita los intercambiadores de calor para satisfacer el consumo de agua de los intercambiadores de calor.

$$Q_{ConsumoMaxCap} = 1.4 \frac{lt}{s}$$

Una de las cosas que también se debe tomar en cuenta para el diseño del tanque es, del espacio físico con el que se dispone para no afectar a otras actividades que se realizan en el lugar que está previsto para la elaboración del mismo.

La temperatura del agua, que sale después del proceso de enfriamiento del aire es de 28 grados centígrados por lo que se debe considerar que su trayectoria sea considerable para que se produzca el enfriamiento de la misma lo que debe alcanzar una temperatura de 20 a 21 grados centígrados, al unirse con el agua de filtraciones para ser utilizada nuevamente en el proceso de retroalimentación en los intercambiadores de calor.

$$Q_{Total} = 0.00089 \frac{m^3}{s} * \frac{3600s}{1hora}$$

$$Q_{Total} = 3.204 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{ConsumoMaxCap} = 1.4 \frac{lt}{s} * \frac{1m^3}{1000lt}$$

$$Q_{ConsumoMaxCap} = 0.0014 \frac{m^3}{s} * \frac{3600s}{1hora}$$

$$Q_{ConsumoMaxCap} = 5.04 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_1 = 0.0023 \frac{m^3}{s} * \frac{3600s}{1hora}$$

$$Q_1 = 8.28 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_{AlmacenarCapMax} = 2.99 \frac{lt}{s} * \frac{3600s}{1hora} * \frac{1m^3}{1000lt}$$

$$Q_{AlmacenarCapMax} = 10.76 \frac{m^3}{h}$$

El consumo de los dos intercambiadores de calor de los aires acondicionados (AC1 Y AC2), es de 5.04 metro cúbico por hora, y el caudal que se utilizará para el depósito en el tanque es de 10.76 metros cúbicos por hora lo, que significa que el caudal de almacenamiento es 2.14 veces mayor que el caudal de consumo, dicha observación es importante para el diseño del tanque reservorio o cisterna.

A condiciones a un funcionamiento de su capacidad no máxima de los dos aires acondicionados el caudal de almacenamiento es 2.54 veces mayor que el de consumo.

El tanque será diseñado para un abastecimiento de 0.6 hora de consumo, esto se debe a que no es necesario hacerlo más grande por el motivo que es un proceso lazo cerrado, en la utilización del agua y asumiendo la consideración anterior que el caudal de llenado es mayor al del consumo.

Las medidas que se realizará son de:

- Base=1metro
- Altura=1.5 metros
- Profundidad= 2 metros

También se debe construir un tanque de captación desde el cual se tomará el agua para el tanque de almacenamiento, el mismo que estará ubicado 6 metros aguas arriba del tanque de almacenamiento las medidas se detalla en la lamina 9.

Para el diseño de los elementos estructurales del tanque de almacenamiento y el tanque de captación, se estableció mediante el código ACI 318-99E.

6.4 Selección Del Tipo y Diámetro De Tubería Para Refrigerante

$$D = 1.3 * \lambda * \sqrt{Q[m^3 / seg]}$$

Donde :

$D[m]$ = *Diámetro económico de la tubería de bombeo*

Q = *caudal*

$$\lambda = \frac{N}{24}$$

N = *Numero de horas de bombeo*

Aplicando la Formula se tiene

$$D = 1.3 * \left(\frac{24}{24}\right)^{1/4} * \sqrt{0.00089}$$

$$D = 0.039m * \frac{1plg}{2.54cm} * \frac{100cm}{1m}$$

$$D = 1.53plg$$

Con el caudal cuando los dos aires acondicionados funcionan a su capacidad máxima.

$$D = 1.3 * \left(\frac{24}{24} \right)^{1/4} * \sqrt{0.014}$$

$$D = 0.049m * \frac{1plg}{2.54cm} * \frac{100cm}{1m}$$

$$D = 1.92plg$$

Diámetro comercial: 2plg

Para la selección de la tubería se tomó en cuenta que, como nuestro diseño va a ser un sistema paralelo al que en este momento existe, es decir la tubería existente está elaborada con una tubería galvanizada por lo que optaremos por utilizar el mismo material de tubería por la razón que se necesita hacer cierto tipo de acople, y el agua a ser utilizada está dentro de un proceso de lazo cerrado.

Por dicha razón para prevenir la corrosión en general es fundamental evitar el contacto y uniones entre materiales disímiles, con distinto potencial de oxidación, que puedan provocar problemas de corrosión galvánica por el hecho de su combinación.

Las tuberías deben ser de material galvanizado para evitar la oxidación y corrosión de la misma, su diámetro económico de bombeo será de 2 pulgadas como se lo pudo determinar en la parte superior; se acoplará mediante rosca las cuales se debe poner teflón antes de unirse para evitar la fuga del agua y será soldada en cada una de las uniones.

$$D = 1.3 * \left(\frac{24}{24} \right)^{1/4} * \sqrt{0.0029}$$

$$D = 0.07m * \frac{1plg}{2.54cm} * \frac{100cm}{1m}$$

$$D = 2.75plg$$

Diámetro comercial: 3plg

El diámetro para la tomar el agua de filtraciones hacia el tanque debe ser de 4 pulgadas, por el motivo que el caudal de filtraciones puede aumentar debido al cambio de las condiciones climáticas.

6.4.1 Ventajas Del Recubrimiento Galvanizado.

Las principales ventajas de los recubrimientos galvanizados se pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Duración excepcional.
- Resistencia mecánica elevada.
- Protección integral de las piezas (interior y exteriormente).
- Triple protección: barrera física, protección electroquímica y autocurado.
- Ausencia de mantenimiento.
- Fácil de pintar.

6.4.2 Normas Para La Colocación De Tuberías.

Para ejecutar bien este trabajo hay que tener en cuenta las cuatro reglas siguientes:

- Realizar uniones perfectamente estancas.
- Apoyar las tuberías de modo que el peso de los tubos cargue sobre los soportes y no sobre las uniones.
- Tomar las medidas necesarias para la libre dilatación de los tubos.
- El dimensionado de las tuberías deberá satisfacer los caudales máximos de consumo previstos.

6.5 Método De Filtración.

Realizar un proceso de filtración es, en muchas ocasiones, una fase determinante a la hora de realizar un tratamiento en un flujo de agua. En función de la calidad demandada, será necesario aplicar diferentes procesos de filtración. Este proceso permite reducir la cantidad de sólidos en suspensión y mejora el rendimiento de posteriores etapas en el proceso de adecuación del agua.

El agua usualmente se ve afectada por contaminantes del aire tales como polvo, arena, polen; así como también por insectos y partículas derivadas de procesos industriales adyacentes. Estos contaminantes circulan a través de los intercambiadores de calor, los chillers, y compresores, reduciendo de manera significativa la capacidad de enfriamiento del sistema. Las partículas de suciedad presentes en el agua congestionan al sistema al asentarse en las superficies calientes. El Calcio y el Magnesio son los elementos enlazantes que cementan a las partículas de suciedad sobre el equipo.

La formación de incrustaciones reduce la tasa de transferencia de calor e incrementa la caída de presión a través del intercambiador de calor, del condensador y de las tuberías. Un estudio llevado a cabo demostró que un encrustamiento de tan solo 0.002” causa un incremento en los requerimientos de bombeo de 20%. La Filtración es una de las maneras más simples y más convenientes para resolver estos problemas.

Los filtros para agua TEKLEEN proporcionan la última solución en donde el agua sucia causa problemas. Los filtros operan con la misma presión disponible en la línea de alimentación. El proceso de auto limpieza se dispara por la presión diferencial y se completa en pocos segundos sin interrumpir el flujo principal de agua filtrada. Los filtros son compactos y diseñados para trabajar de manera satisfactoria.

Ablandadores de agua. Que retienen el calcio y el magnesio que causan la dureza, problemas en calderos, quemadores, circuitos de refrigeración y en elementos de fumigación e hidratación.

6.5.1 Ubicación De Los Filtros En Puntos Estratégicos.

Los puntos donde serán colocados los filtros será antes de la entrada del agua al tanque de captación dicho filtro que se utilizará en ese punto será de acero inoxidable y con las medidas que se detalla en la lamina 10, el otro se ubicará a la salida del tanque y antes que el agua ingrese a la bomba.

6.6 Selección De La Bomba

Se ha seleccionado una bomba Centrífuga puesto que son las más conocidas y a veces las únicas existentes en el mercado. Se caracterizan por hacer uso de la fuerza centrífuga para impulsar el agua, razón por la cual ésta sale de la bomba en forma perpendicular al eje del rodete.

Este tipo de bombas proporciona un flujo de agua suave y uniforme y se adapta para trabajos a alta velocidad como los motores eléctricos. Son apropiadas para elevar caudales pequeños a grandes alturas.

Este tipo de bomba tiene la característica de tener bajo costo de operación y mantenimiento, ocupan poco espacio y generan bajos niveles de ruido.

Para todos es claro que las máquinas que transforman la energía no son 100% eficientes, de aquí nace el termino EFICIENCIA, ya que para una maquina la potencia de entrada no es la misma que la potencia de salida.

La pasivación se refiere a la formación de una película relativamente inerte, sobre la superficie de un material

6.6.1 Dimensionamiento De La Bomba

6.6.1.1 Cálculo De Pérdidas De Carga Vertical (Altura)

Datos :

$$Q_{MaxCap} = 0.0014 [m^3 / s]$$

$$L = 5 [m]$$

$$D = 2 [pulg] = 0.05 [m]$$

Fórmula

$$Q = 0.2785 * C * D^{2.63} * S^{0.54}$$

Donde :

$$Q = \text{Caudal} [m^3 / s]$$

$$C = \text{Pasivación material}$$

$$D = \text{Diametro tubería} [m]$$

$$0.2785 = \text{Constante pérdidas}$$

$$L = \text{longitud} [m]$$

$$h_f = \text{perdida de carga} [m]$$

$$S = \frac{h_f}{L}$$

$$0.0014 = 0.2785 * 110 * (0.05)^{2.63} * S^{0.54}$$

$$S = 0.019 \left[\frac{m}{m} \right]$$

La pérdida de carga vertical será:

$$h_f = 0.019[m/m] * 5[m]$$

$$h_f = 0.098[m]$$

6.6.1.2 Cálculo De Pérdidas De Carga Horizontal (Altura)

$$L = 138[m]$$

La pérdida de carga Horizontal será:

$$h_f = 0.019[m/m] * 138[m]$$

$$h_f = 2.62[m]$$

6.6.1.3 Cálculo De Pérdidas De Carga Total (H_T)

$$H_1 = (\text{Perdida carga horizontal}) + (\text{Perdida carga vertical})$$

$$H_1 = 2.62[m] + 0.098[m]$$

$$H_1 = 2.72[m]$$

$$H_2 = (\text{Altura _Vertical})$$

$$H_2 = 5[m]$$

$$H_T = H_1 + H_2 + \text{Nivel Bombeo}$$

$$H_T = 2.72 + 5 + 1.5$$

$$H_T = 9.22[m]$$

Nivel de Bombeo: Es el nivel al que está el agua que debemos bombear.

6.6.1.4 Calculo De La Potencia De La Bomba

$$Potencia(HP) = \frac{Q * H_T * \gamma}{76\xi}$$

Donde :

$\gamma =$ Peso unitario agua (1000kg / m³)

$\xi =$ Eficiencia (70%)

$H_T =$ Altura total carga

$Q =$ Caudal [m³ / s]




$$Potencia(HP) = \frac{0.0014 * 9.22 * 1000}{76 * 0.70}$$



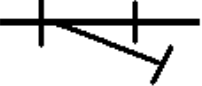
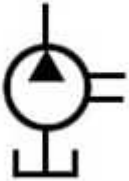

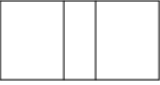
$$Potencia(HP) = 0.24(HP) * 1.5$$

$$Potencia(HP) = 0.36(HP)$$

Entonces adoptamos una bomba con las siguientes características: de 1/2 HP, con un caudal de 1.4 [l/s]; y que tiene una altura de carga de 9.22 [m].

6.7 Simbología Bombas Y Tubería

Símbolo	Significado
	Tubería de agua fría
	Dirección de la corriente en el tubo
	Dirección de la pendiente En el tubo

	Tubería de desagüe
	Anclaje de tubo
	Filtro
	Bomba. Un sentido de giro
	Codo
	Unión con rosca a los dos extremos

6.8 Diagrama Unifilar

El diagrama unifilar es la representación gráfica de las instalaciones eléctricas de nuestra empresa, lo suficientemente detallado para su buena comprensión.

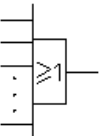
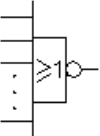
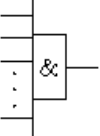
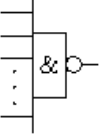
La importancia de contar con el mismo, radica en conocer todos los puntos de interconexión dentro de las instalaciones, para así poder programar revisiones y mantenimiento en determinados puntos, hasta cierto punto crítico y con ello disminuir riesgos de incendio, de fallas eléctricas, daños a maquinaria y evitar mermas en la producción.

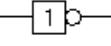
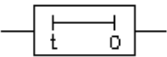
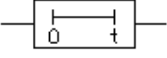
La importancia de las diferentes partes de un sistema varía con el problema, y la cantidad de información que se incluye en el diagrama depende del propósito para el que se realiza. Por ejemplo, la localización de los interruptores y

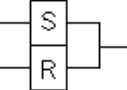
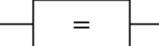
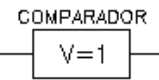
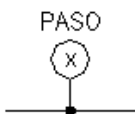

relevadores no es importante para un estudio de cargas. Los interruptores y relevadores no se mostrarían en el diagrama si su función primaria fuera la de proveer información para tal estudio. Por otro lado, la determinación de la estabilidad de un sistema bajo condiciones transitorias resultantes de una falla depende de la velocidad con la que los relevadores e interruptores operan para aislar la parte del sistema que ha fallado. Por lo tanto, la información relacionada con los interruptores puede ser de extrema importancia.



Algunas veces, los diagramas unifilares incluyen información acerca de los transformadores de corriente y de potencia que conectan los relevadores al sistema o que son instalados para medición.

6.9 Leyenda y Simbología Software.

SÍMBOLOS	DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN
	O	LA SALIDA ESTÁ EN EL ESTADO 1 SI UNA O MÁS ENTRADAS ESTÁN EN EL ESTADO 1
	NO O	LA SALIDA ESTÁ EN EL ESTADO 1 SI TODAS LAS ENTRADAS ESTÁN EN EL ESTADO 0
	Y	LA SALIDA ESTÁ EN EL ESTADO 1 SI TODAS LAS ENTRADAS ESTÁN EN EL ESTADO 1
	NO Y	LA SALIDA ESTÁ EN EL ESTADO 1 SI UNA DE LAS ENTRADAS ESTÁN EN EL ESTADO 0

	NO	LA SALIDA ESTÁ EN EL ESTADO 1 SI LAS ENTRADAS ESTÁN EN EL ESTADO 0
	TEMPORIZACIÓN EN LA ENERGIZACIÓN	RETARDO DE TRANSICIÓN DEL ESTADO DE SALIDA DE 0 A 1, t SEGUNDOS DESPUES DE LA APLICACIÓN DE UNA SEÑAL LÓGICA VERDADERA (1) EN LA ENTRADA
	TEMPORIZACIÓN EN LA DESENERGIZACIÓN	RETARDO DE TRANSICIÓN DEL ESTADO DE SALIDA DE 0 A 1, t SEGUNDOS DESPUES DEL CAMBIO DEL ESTADO EN LA ENTRADA DE 1 A 0

	MEMORIA	LA ÚLTIMA TRANSICIÓN DE 0 a 1 SOBRE S O R COLOCA LA MEMORIA EN EL ESTADO CORRESPONDIENTE
	IGUAL	LA SEÑAL DE SALIDA CORRESPONDE A UNA COPIA DE LA ENTRADA
	COMPARADOR	LA SEÑAL DE SALIDA CORRESPONDE A UNA SEÑAL DIG CREADA POR LA COMPARACIÓN DE UNA ENTRADA ANALÓGICA PARA UN DETERMINADO VALOR DE SALIDA DESEADO
	MANDO MANUAL PARA PRUEBA	IDENTIFICA LA SECUENCIA A SER ADOPTADA POR EL OPERADOR PARA EL MANDO DE LOS EQUIPOS EN UN ARRANQUE PASO A PASO
		SUMADOR

		LA SEÑAL DE SALIDA INDICA EL CAMBIO DE ESTADO DE LA SEÑAL DE ENTRADA DE 0 a 1
		SALIDA DE PULSO DE DURACIÓN T=1s

6.10 Materiales

Item	Descripción	Diámetro plg	Cantidad (m)	Cantidad
01	Tubos de acero galvanizado (AG)	2	131	22 x 6m
02	T	2		1
03	Codos de 90 grados AG	2		7
04	Codos de 45 grados AG	2		10
05	Filtros de agua	2		1
06	Tubo pvc	4	18	6 x 3m
07	Codo 90 grados pvc	4		1
08	Filtro de tela para agua	4		1
09	Bomba (1/2 HP) Eléctrica (110 V)			1
10	Contactador Biestable			1
11	Uniones con roscado a los 2 extremos	4		2
12	Tubo de acero galvanizado	4		1 x 6m
13	Uniones con roscado a los dos extremos	2		15
14	Lamina de acero (250x525x1mm)			1
15	Lamina de tol			1

	(1300x2300x10mm)			
16	Bisagras 2 movimientos (ϕ 12x2")			2

6.11 Descripción Del Diseño Propuesto Del Sistema De Suministro De Aire Acondicionado.

Nuestro sistema paralelo del suministro de aire acondicionado queda conformado de la siguiente manera, se utilizará dos aires acondicionados los que se encargaran del enfriamiento del aire, es decir de mantener la temperatura adecuada en las salas de control y de producción, se empleará tubería de acero galvanizado de diámetro de 2 pulgadas con sus debidos accesorios para conducir el agua del tanque reservorio a los intercambiadores de calor para el proceso de enfriamiento, se ha diseñado un tanque de captación del agua tanto de filtraciones como el agua que será reutilizada después del proceso de enfriamiento, a la entrada de dicho tanque se ubicará el filtro de lamina de acero para evitar que partículas solidas en el agua pasen al siguiente tanque que es de almacenamiento la conexión o enlace del tanque de captación al tanque de almacenamiento se realizará con una tubería de diámetro de 4 pulgadas esto se debe a que el caudal es mayor de entrada como se lo especifico en los cálculos determinados anteriormente, la longitud de la tubería de conexión entre los dos tanques será de 6 metros, a la salida del tanque de almacenamiento y antes de conectarse con la bomba se colocará un filtro para evitar que partículas solidas puedan dañar las aletas de la bomba y lo que es peor aun que pueda pasar a los intercambiadores de calor y producir daños, la selección de la bomba se determinó de una potencia de $\frac{1}{2}$ hp que es lo necesario para la impulsión del agua hasta los intercambiadores de calor, además se considero las pérdidas de carga que puede tener en el trayecto, se utilizará un contactor biestable para la activación de la bomba, que cambie de cero a uno es decir el paso de voltaje a la misma para que pueda encenderse, se utilizó un PLC autómatas programable

de la marca General Electric Fanuc, para el cual se desarrollo el debido programa para el control de la temperatura, nuestro sistema paralelo se implantará antes de una válvula reguladora de presión con el objetivo de controlar el caudal de agua necesario para los intercambiadores de calor.

CAPITULO VII

7.1 CONCLUSIONES DE LA PROPUESTA

- Se conoció las características que tiene un PLC de la empresa General Electric Fanuc, así como además la manipulación y el desarrollo del programa para el proceso de automatización del suministro de aire acondicionado.
- La utilización de los métodos: volumétricos y el método del vertedero rectangular fueron muy útiles para determinar el caudal y su aplicación no fue tan complicada, y con ello se pudo establecer especialmente el diámetro de la tubería a utilizarse. Otro factor que se debe tomar en cuenta es la selección del material correcto para la tubería con el objetivo de economizar recursos y evitar gastos innecesarios.
- Se determino para el diseño del nuevo sistema tubería de material acero galvanizado puesto que es aconsejable evitar el contacto entre materiales diferentes, con el fin de evitar problemas que puedan provocar problemas de corrosión con el transcurso del tiempo.
- Realizar la selección del filtro, es una fase determinante a la hora de realizar un tratamiento en un flujo de agua, puesto que este proceso permite reducir la cantidad de sólidos que se encuentran en el agua, para evitar que partículas no deseadas circulen a través de los intercambiadores de calor reduciendo de manera significativa la capacidad de enfriamiento del sistema.
- Se debe determinar el consumo de caudal para los intercambiadores de calor, para con ello seleccionar la potencia de la bomba a ser utilizada, cabe recalcar que para lograr un correcto funcionamiento y que la bomba alcance

su eficiencia máxima se debe realizar el cebado de la misma antes de ser utilizada por primera vez.

- El diseño del tamaño del tanque para el almacenamiento del agua, que será utilizada en el proceso de enfriamiento del aire en los intercambiadores de calor no se realizó en dimensiones grandes por el motivo que el agua a utilizarse se encuentra en un lazo cerrado.
- Con este diseño se evidencia considerablemente el aumento del confort en el ambiente de trabajo del edificio, redundando en una mejora en la calidad de servicio que ofrece la empresa, así también mejoras en la seguridad para el personal y de los bienes que la conforman la central Hidroeléctrica “San Francisco”.

7.2 RECOMENDACIONES DE LA PROPUESTA

- El programa para el PLC debe estar elaborado correctamente, y si el software tiene simulador es mejor ejecutarlo y verificar que el proceso que se desee controlar este funcionando de acuerdo a las condiciones planteadas inicialmente.
- En la elaboración del vertedero rectangular se debe realizar con las medidas exactas del canal donde se desea medir el caudal y no debe existir filtraciones de agua ya sea por los costados del vertedero así como en la parte inferior con la que está en contacto con el canal para que la medida del caudal sea la más exacta posible.
- La tubería selecciona para nuestro diseño es de acero galvanizado que tiene una vida útil de 45 a 50 años por lo que es necesario una vez transcurrido aquel tiempo realizar un cambio total de la tubería, además es aconsejable no conectar en un sistema de tubería dos materiales diferentes.

- La colocación de los filtros debe eliminar todas las impurezas del agua, para evitar de esta manera que las partículas suspendidas en la misma puedan ocasionar daños ya sea en los elementos de la bomba, así como también en los intercambiadores de calor.
- Para que pueda trabajar la bomba, es necesario que el tubo de succión y la bomba, estén completamente llena de líquido, antes que la bomba comience a funcionar por primera vez. Uno de los medios más simples de lograr esto, es colocar el líquido en el tubo de succión, hasta que este se llene. Dicho proceso se le conoce como cebado de la bomba.
- Al momento de seleccionar la potencia de la bomba con la que trabajará nuestro sistema, es importante considerar el consumo de caudal del o los equipo con los que vamos a trabajar, en nuestro caso son los intercambiadores de calor, se debe del mismo modo tener en cuenta las pérdidas de carga que existe en trayectoria de la tubería.
- Cuando se realiza los cálculos necesarios y exactos en el desarrollo de un proyecto se evita los gastos innecesarios que puede tener una empresa, es el caso en el diseño del tanque que no es necesario hacerle en dimensiones grandes puesto que el agua se reutilizada por estar en un lazo cerrado.
- Se recomienda al gerente de la empresa tomar en consideración este proyecto para su pronta implementación para que las salas de control y producción que son las afectadas por el aumento de la temperatura que se produce cuando dejan de trabajar las unidades generadoras. Dicho problema será más considerable cuando entre en mantenimiento el túnel por donde se conduce el agua desde la central HIDROAGOYAN hasta HIDROPASTAZA para la generación de energía eléctrica.

REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

- http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/Usrn/tecnologia/herramientas/CourseGenie/control3/_03.htm
- <http://www.maquinariapro.com/sistemas/sistema-automatico.html>
- <http://www.protecompu.com/proyectos.html>
- <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2576/1/4978.pdf>
- http://biblioteca.esPOCH.edu.ec/web_biblioteca/listado%20tesis/Ingeniero%20en%20Mantenimiento.pdf
- <http://www.dimmec.com/info.html>
- <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/878/6/T10099CAP1.p>
- http://www.fimcp.espol.edu.ec/sitefimcp/web/servicios/tesisIM_04-06.asp
- <http://>
- <http://www.uazuay.edu.ec/publicaciones/revista29.pdf>
- <http://www.fao.org/wairdocs/x5403s/x5403s09.htm>
- <http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/03AtmHidr/110Atmosf.htm>
- http://www.sagan-gea.org/hojared_AGUA/paginas/10agua.html
- http://www.sapiensman.com/control_automatico/control_automatico2.htm#el_control_si_no
- http://www.vertice.com.uy/Espanol/Downloads/Brochures/Proficy%20Historian%20Brochure_spanish.pdf
- <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=11&tip=2>
- http://www.infoplcn.net/NOTICIAS/N_09/noticia_09_573.html
- http://www.esPOCH.edu.ec/Descargas/rectoradopub/7e5aa8_REGLAMENTO.pdf
- http://www.derechoecuador.com/index.php?option=com_content&task=view&id=1926
- http://www.infoplcn.net/NOTICIAS/N_09/noticia_09_603.html
- <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/Articulo.asp?A=17124>
- <http://www.foro-industrial.com/>
- <http://www.terra.es/personal8/2501174/teoria/teo4.3.htm>

- <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/es/accesorioshidraulicos/unionesentuberias/unionesentuberias.html>
- <http://www.hidritec.com/tec-filtros.htm>
- <http://www.salonhogar.com/ciencias/naturaleza/elagua/filtrosdeagua.htm> tipos de filtros para agua
- <http://www.tekleen.com/es/contact/>
- <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/es/medidores/vertpareddelg/vertpareddelg.html>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Galvanizado>
- <http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://thehomeimprovementclub.com/content/view/12/47/>
- <http://www.aguamarket.com/sql/productos/productos.asp?producto=19328>

ANEXO A



Salida del agua después del proceso de enfriamiento.

Grafico 1 (salida del agua después del proceso de enfriamiento)



Método Volumétrico

Grafico 2 (método volumétrico)

ANEXO B



Canal donde se medirá
el caudal de
filtraciones

Grafico 3 (caudal de filtraciones)



Vertedero
Rectangular

Grafico 4 (vertedero rectangular)

ANEXO B



Medición del Caudal

Grafico 5 (medición del caudal de filtraciones)

CAPITULO VII

7.1 CONCLUSIONES

- Se conoció las características que tiene un PLC de la empresa General Electric Fanuc, así como además la manipulación y el desarrollo del programa para el proceso de automatización del suministro de aire acondicionado.
- La utilización de los métodos: volumétricos y el método del vertedero rectangular fueron muy útiles para determinar el caudal y su aplicación no fue tan complicada, y con ello se pudo establecer especialmente el diámetro de la tubería a utilizarse. Otro factor que se debe tomar en cuenta es la selección del material correcto para la tubería con el objetivo de economizar recursos y evitar gastos innecesarios.
- Se determino para el diseño del nuevo sistema tubería de material acero galvanizado puesto que es aconsejable evitar el contacto entre materiales diferentes, con el fin de evitar problemas que puedan provocar problemas de corrosión con el transcurso del tiempo.
- Realizar la selección del filtro, es una fase determinante a la hora de realizar un tratamiento en un flujo de agua, puesto que este proceso permite reducir la cantidad de sólidos que se encuentran en el agua, para evitar que partículas

no deseadas circulen a través de los intercambiadores de calor reduciendo de manera significativa la capacidad de enfriamiento del sistema.

- Se debe determinar el consumo de caudal para los intercambiadores de calor, para con ello seleccionar la potencia de la bomba a ser utilizada, cabe recalcar que para lograr un correcto funcionamiento y que la bomba alcance su eficiencia máxima se debe realizar el cebado de la misma antes de ser utilizada por primera vez.
- El diseño del tamaño del tanque para el almacenamiento del agua, que será utilizada en el proceso de enfriamiento del aire en los intercambiadores de calor no se realizó en dimensiones grandes por el motivo que el agua a utilizarse se encuentra en un lazo cerrado.
- Con este diseño se evidencia considerablemente el aumento del confort en el ambiente de trabajo del edificio, redundando en una mejora en la calidad de servicio que ofrece la empresa, así también mejoras en la seguridad para el personal y de los bienes que la conforman la central Hidroeléctrica “San Francisco”.

7.2 RECOMENDACIONES

- El programa para el PLC debe estar elaborado correctamente, y si el software tiene simulador es mejor ejecutarlo y verificar que el proceso que se desee controlar este funcionando de acuerdo a las condiciones planteadas inicialmente.
- En la elaboración del vertedero rectangular se debe realizar con las medidas exactas del canal donde se desea medir el caudal y no debe existir filtraciones de agua ya sea por los costados del vertedero así como en la

parte inferior con la que está en contacto con el canal para que la medida del caudal sea la más exacta posible.

- La tubería seleccionada para nuestro diseño es de acero galvanizado que tiene una vida útil de 45 a 50 años por lo que es necesario una vez transcurrido aquel tiempo realizar un cambio total de la tubería, además es aconsejable no conectar en un sistema de tubería dos materiales diferentes.
- La colocación de los filtros debe eliminar todas las impurezas del agua, para evitar de esta manera que las partículas suspendidas en la misma puedan ocasionar daños ya sea en los elementos de la bomba, así como también en los intercambiadores de calor.
- Para que pueda trabajar la bomba, es necesario que el tubo de succión y la bomba, estén completamente llenos de líquido, antes que la bomba comience a funcionar por primera vez. Uno de los medios más simples de lograr esto, es colocar el líquido en el tubo de succión, hasta que este se llene. Dicho proceso se le conoce como cebado de la bomba.
- Al momento de seleccionar la potencia de la bomba con la que trabajará nuestro sistema, es importante considerar el consumo de caudal del o los equipo con los que vamos a trabajar, en nuestro caso son los intercambiadores de calor, se debe del mismo modo tener en cuenta las pérdidas de carga que existe en trayectoria de la tubería.
- Cuando se realiza los cálculos necesarios y exactos en el desarrollo de un proyecto se evita los gastos innecesarios que puede tener una empresa, es el caso en el diseño del tanque que no es necesario hacerle en dimensiones grandes puesto que el agua se reutilizada por estar en un lazo cerrado.

- Se recomienda al gerente de la empresa tomar en consideración este proyecto para su pronta implementación para que las salas de control y producción que son las afectadas por el aumento de la temperatura que se produce cuando dejan de trabajar las unidades generadoras. Dicho problema será más considerable cuando entre en mantenimiento el túnel por donde se conduce el agua desde la central HIDROAGOYAN hasta HIDROPASTAZA para la generación de energía eléctrica.