





**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA  
PROFECIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**DISEÑO DE SECADOR SOLAR AUTOMATIZADO PARA LA  
OBTENCIÓN DE LA MANZANILLA DESHIDRATADA - TARMA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**ROJAS HUINCHO, Eder Christian**

**PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**LIMA – PERÚ**

**2017**

## **DEDICATORIA**

A mi madre que gracias a su esfuerzo y dedicación, además de sus consejos los cuales me han servido para nunca darme por vencido y seguir luchando, ella es y será mi ejemplo a seguir.

Mi familia y amigos que me han sabido escuchar y dar consejos en todo momento, además de su apoyo incondicional para estar en los momentos precisos.

A mi padre, aunque no está presente sé que siempre me cuida y me guía desde donde se encuentre.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco mucho a Dios, por haber puesto en mi la voluntad de seguir adelante siempre para cumplir todas las metas propuestas, y esperando que siempre me siga apoyando en las próximas que están por llegar.

Agradezco mucho a mi familia por ser siempre mi apoyo incondicional, y por estar hoy brindándome todo su cariño y amor, ya que ellos siempre han sido un valor incondicional en mi vida.

## **INTRODUCCIÓN**

El país, en este momento, constituye un campo de experimento del neoliberalismo. Las grandes empresas capitalistas se lucran libremente porque el estado se retira dejando el mercado libre, su papel de promotor y regulador de la economía. Mientras que el pueblo, representados por el campesino, obreros y trabajadores en general, se debaten ya no para mejorar su nivel de vida sino solo para sobrevivir.

En oposición a aquellos que piensan y practican que en el país ya no hay necesidad de hacer investigación, porque en los países más altamente desarrollados ya realizaron las investigaciones y han resuelto, los problemas con una tecnología altamente desarrollada, nosotros consideramos y seguimos persistiendo en el desarrollo integral y sostenido del Perú y para esto es indispensable la investigación científica y tecnológica.

## **RESUMEN**

Dado el acelerado crecimiento del sector agroexportador peruano, impulsado por el boom de nuestra gastronomía, un creciente grupo de productores han apostado por la exportación de sus productos con un valor agregado: hiervas aromáticas deshidratada. Apuesta que los ha llevado a tener como clientes al mercado extranjero y generado ingresos superiores a la venta convencional. No obstante, dado el escaso y costoso desarrollo tecnológico de máquinas deshidratadoras, muchos productores que han optado por la construcción de máquinas caseras no han logrado satisfacer la creciente demanda de sus productos, lo cual les impide competir en un mercado donde lo que prevalece es la capacidad de producción.

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar una máquina automática de deshidratación de manzanilla que aproveche la energía solar como fuente de energía térmica. Para esto se hará uso de una serie de concentradores solares rectangulares, los cuales concentran la radiación solar en el receptor con el fin de calentar un fluido circulante que luego se encargue de acarrear la humedad de la manzanilla. Asimismo, gracias a las variables y sensores que se utilizaran en el diseño del sistema de control, se logrará controlar y regular la temperatura al interior de la cabina de deshidratación.

Finalmente, se logra diseñar una máquina que cumple con las exigencias pactadas para su diseño y que garantice un deshidrato uniforme en su producto. Se concluye, además, la relevancia que tiene este tipo de máquinas para nuestro contexto agricultor y exportador

peruano en cuanto mejora en la capacidad de producción y la calidad de los productos.

## **ABSTRACT**

Given the accelerated growth of the Peruvian agro-export sector, boosted by the boom in our gastronomy, a growing group of producers have opted for the export of their products with added value: dehydrated aromatic herbs. But that has led them to have as customers to the European market and generated income higher than the conventional sale. However, given the scarce and expensive technological development of dehydrating machines, many producers who have opted for the construction of homemade machines have not been able to satisfy the growing demand of their products, which prevents them from competing in a market where what prevails is the production capacity.

The objective of this work is to design an automatic chamomile dehydration machine that uses solar energy as a source of thermal energy. For this, a series of rectangular cylindrical solar concentrators will be used, which concentrate the solar radiation in a receiver cube in order to heat a circulating fluid that is then responsible for carrying the moisture of the fruit. Also, thanks to the variables and sensors that will be used in the design of the control system, it will be possible to control and regulate the temperature inside the dehydration booth.

Finally, it is possible to design a machine that meets the requirements agreed upon for its design and that guarantees a uniform dehydrate in its product. It is also concluded the relevance of this type of machines



for our Peruvian farmer and exporter context in terms of the improvement in production capacity and the quality of products.

## **TABALA DE CONTENIDO**

<b>CARATULA</b>	
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b> .....	1
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....	2
1.2. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA.....	2
1.2.1. MISIÓN.....	2
1.2.2. VISIÓN.....	4
1.3. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA. ....	4
1.4. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.....	4
<b>CAPÍTULO II: ANÁLISIS DEL PROBLEMA.</b> .....	6
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	7
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	7
2.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL.....	7
2.2.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	8
2.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	8
2.3.1. GENERALES .....	8
2.3.2. ESPECÍFICOS.....	8
2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	8
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO</b> .....	10
3.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	11
3.2. TEORÍAS BÁSICAS .....	14
3.2.1. MANZANILLA .....	14

3.2.2.	DESHIDRATACIÓN DE HIERBAS AROMÁTICAS .....	15
3.2.3.	SECADO SOLAR.....	16
3.2.4.	SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN .....	17
3.2.4.1.	DEFINICIÓN .....	17
3.2.4.2.	TÉRMINOS BÁSICOS .....	19
3.2.4.3.	ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL .....	19
3.2.4.4.	CLASES DE SISTEMAS DE CONTROL .....	21
3.2.4.5.	CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL ...	25
3.3.	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO. ....	26
3.3.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	27
3.4.	DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL PROYECTO.....	27
3.4.1.	REQUERIMIENTOS MATERIALES.....	27
3.4.1.1.	PANTALLA LCD.....	28
3.4.1.2.	MICROPROCESADOR 16F887.....	29
3.4.1.3.	CIRCUITO INTEGRADO 555 .....	31
3.4.1.4.	SENSORES.....	33
3.4.1.5.	MOTOR .....	36
3.4.1.6.	RESISTENCIA .....	38
3.4.1.7.	CONDENSADOR.....	40
3.4.1.8.	DIODO .....	42
3.4.1.9.	TRANSFORMADOR .....	44
3.4.1.10.	REGULADORE DE VOLTAJE 7805 Y 7812 .....	50
3.4.2.	DISEÑO DEL CIRCUITO ESQUEMATICO .....	53
3.4.2.1.	EL DISEÑO FUE REALIZADO EN EL PROGRAMA PROTEUS.....	53
3.4.3.	DESARROLLO DEL PROGRAMA .....	60
3.4.4.	DISEÑO DE LA PARTE ESTRUCTURAL .....	64
3.5.	CONCLUSIONES.....	69

3.6.	RECOMENDACIONES .....	70
	CAPÍTULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
4.1.	LIBROS .....	72
4.2.	PAGINA WEB.....	73
	CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	74
5.1.	GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	75
	CAPÍTULO VI: TABLA DE GRÁFICOS.....	77
6.1.	TABLA DE GRÁFICOS .....	78
6.2.	TABLA DE CUADROS .....	80
6.3.	ÍNDICE DE FOTOS .....	81
6.4.	ÍNDICE DE FUENTE .....	82
	CAPÍTULO VII: ANEXOS .....	85
7.1.	ANEXO 1: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN. ....	86
7.2.	ANEXO 2: COSTO TOTAL DE LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO. ....	90
7.3.	ANEXO 3: DIAPOSITIVAS UTILIZADAS EN LA EXPOSICIÓN.....	91

## **CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

## 1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.

ITC CORPORATION S.A.C., es una empresa peruana, joven, que establece su centro de operaciones en el centro del país, orientada a brindar soluciones de calidad, en el ámbito eléctrico, electrónico y mecánico de la industria y minería.

Gráfico 1: Logo de la empresa ITC Corporation.



Fuente 1: Elaboración propia.

## 1.2. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA.

### 1.2.1. MISIÓN

Nuestra manera y cultura de trabajar está fuertemente ligado a la importancia de la relación con los clientes y su consolidación en tiempo, tanto es así que hemos consensado nuestra misión como sigue:

Satisfacer plenamente las necesidades de nuestros clientes haciendo nuestros, sus metas y objetivos para un mayor

compromiso, ejecutando trabajos con seguridad y respeto por el medio ambiente buscando siempre resultados con valor agregado y garantizando recursos humanos con experiencia, de alta competencia técnica, tecnológica y calidad humana.

ITC CORPORATION S.A.C., tiene entre sus principales funciones, planificar y desarrollar la gestión empresarial, dictar las normas y procedimientos que reglamentan la empresa y coordinar las actividades de las diferentes áreas. De esta forma se procura que todas las actividades que se desarrollen se realice de manera armoniosa y concurrente, cumpliendo con SGI interna de la empresa para aprovechar al máximo los recursos y tener altos estándares en SSO, seguridad y medio ambiente.

Es la política de ITC CORPORATION S.A.C., proveer productos de acuerdo a nuestra misión, los cuales deberán satisfacer las expectativas de nuestros cliente y de este modo mejorar continuamente.

Lo anterior será logrado mediante la aplicación de la gestión de calidad en todas y cada una de las facetas de cada servicio, en todos los niveles de nuestra gestión.

Estamos comprometidos a realizar trabajos de calidad, además de atender oportunamente las necesidades del cliente brindando servicios especializados y tecnológicos, para ello evaluamos continuamente nuestra organización, velando por la seguridad en nuestra empresa, de forma que proporcione bienestar en el ambiente de trabajo cumpliendo con las formas legales haciendo

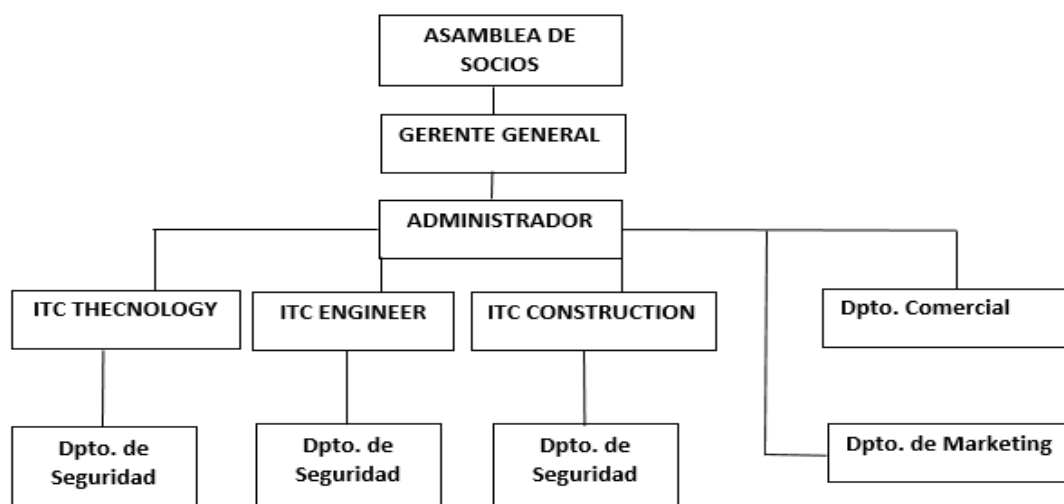
especial énfasis en las normas laborales, tributarias y ambientales.

### 1.2.2. VISIÓN.

Ser reconocida como la mejor empresa especializada en brindar soluciones integradas en el sector eléctrico, electrónico y mecánico de la industria y minería, siendo la compañía de más confianza de la región y el Perú.

## 1.3. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.

Gráfico 2: Organigrama de la empresa ITC Corporation.



Fuente 2: Elaboración propia.

## 1.4. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.

ITC CORPORATIO, se subdivide en tres áreas estratégicas:

- ITC TECHNOLOGY
- ITC ENGINEER
- ITC CONSTRUCTION



Somos una empresa que brinda servicios en sistemas de: control, eléctrica, electrónica y mecánica, con compromiso y valores.

Nuestro principio básico y éticos sobre los cuales nos confiamos para avanzar en nuestra estrategia, los vamos logrando y mejorando con los siguientes aspectos.

- **Honestidad:** Seriedad, transparencia y cumplimiento.
- **Respeto:** para todas las personas, siempre cuidando el medio ambiente.
- **Compromiso:** confiabilidad, autogestión frente a nuevos desafíos.
- **Responsabilidad:** humildad, ética, efectividad y contundencia.
- **Trabajo en equipo:** máxima flexibilidad, excelente comunicación, alta creatividad, criterio frente a nuevos escenarios.

Gráfico 3: ITC Technology.



Fuente 3: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO II: ANÁLISIS DEL PROBLEMA.**

## **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.**

Gran parte de la energía que el sol proporciona se convierte en calor al llegar a la superficie terrestre y debido a ello se facilita su empleo en ciertos campos específicos. A pesar de las posibilidades que brinda esta forma de energía, en lo que tiene que ver con su aprovechamiento, a nivel nacional no está lo suficientemente utilizada, y los estudios, por lo menos en cuanto al sector agrícola se refieren, no están desarrollados o no han sido difundidos suficientemente.

En la provincia de Tarma se ha observado que los productores de manzanilla comercializan la manzanilla deshidratada de mala calidad ya que no cuentan con secado tecnificado, solo utilizan el secado tradicional que consiste en tendales al aire libre. Existen secadores solares que no cuentan con controles de temperaturas automatizados, solo controles manuales.

Por estas consideraciones es necesario una estrategia para optimizar el consumo de energía considerando la etapa de potencia y el sistema de control, el cual debe contar con las funciones de monitoreo, registro y control manteniendo un bajo consumo energético con sistemas de control clásico y así poder manejar la condiciones climatológicas que pueden variar complicando la obtención en la calidad del producto, además, las condiciones de deshidratado requeridas dependen de la materia que se requiere a deshidratar. Por lo cual se formula el problema de la siguiente manera.

## **2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL.**

¿Es posible obtener un proceso de deshidratado de la manzanilla con estándares de la calidad en la provincia de Tarma?

### **2.2.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- a. ¿Es posible el diseño de un secador solar automatizado?
- b. ¿Es posible construir un secador solar automatizado?

## **2.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

### **2.3.1. GENERALES**

Diseñar y construir un secador solar automatizado para el deshidratado de manzanilla.

### **2.3.2. ESPECÍFICOS**

- a. Diseñar un secador solar automatizado
- b. Construir un secador solar automatizado.

## **2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La presente investigación permitirá implementar alguna estrategia de control para las condiciones climatológicas en las que se desarrolla la deshidratación. El termino deshidratación se refiere a remover la humedad de un material con el objetivo primario de reducir la actividad microbiana y la degradación. “El deshidratado bajo condiciones controlados de temperatura y humedad permiten disminuir el contenido de humedad de forma rápida sin comprometer la calidad de los productos” (Shama, 1994).

Se desarrollará una tecnología de los sistemas de control que actualmente son empleados por los secadores solares mantienen condiciones necesarias pero no se puede prestar atención al consumo energético que generan los diferentes esfuerzos de control. Es por esto

que se requiere el diseño de un sistema de control automatizado basado en estrategias inteligentes que aproveche las condiciones externas como la energía solar para minimizar los requerimientos energéticos del proceso de deshidratado.

## **CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **3.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN**

- 3.1.1.** Tapia, J. (2015) nos indica en su investigación “Estrategias de control automático para la optimización del consumo energético en un deshidratador de frutas y hortalizas” concluye la instrumentación y las estrategias de control implementadas en un deshidratador de frutas y hortalizas. El objetivo principal de la tesis consistió en determinar la estrategia de control que permite alcanzar las condiciones de deshidratado al menor costo energético, por lo que se planteó el comparar un controlador difuso y un control neuronal. Ambos controles fueron implementados en Python para ser ejecutados en un sistema embebido con sistema operativo basado en el kernel de Linux el cual realiza las acciones de sincronización con las terminales remotas con capacidad de monitoreo y control. El sistema cuenta con una interfaz web para consultar el estado actual y pasado del sistema así como para modificar los parámetros de control.
- 3.1.2.** Costa A., Ferreira S. (2007). Titulado: Sistema de Secado Solar para Frutos Tropicales. Nos presenta la construcción de un secador solar en el que se realizaron ensayos de secado de frutos tropicales y se desarrolla el modelado matemático simplificado del proceso. Se empleó un sistema de adquisición de datos y control de temperatura de secador, usando energía de convección forzada de aire y radiación solar. El sistema es complementado, para emergencia, con resistencias eléctricas. Se realizaron experimentos de secado de bananas en forma de placa,

obteniéndose sus pesos y contenidos acuosos en función del tiempo. Se realizó el modelado matemático del proceso de secado, con la ecuación de transferencia de materia, obteniéndose la difusividad del agua en los frutos. Los valores obtenidos concuerdan con datos de la literatura y pueden ser empleados en el diseño preliminar del secador. El sistema estudiado entrega información para calcular la cantidad de agua evaporada del alimento para una determinada temperatura promedio del secador solar, la potencia y el tiempo necesarios para el secado.

- 3.1.3.** Berrueta V., Limón F., Fernández J. y Soto M. (2003) titulado: *Participación campesina en el diseño y construcción un secador solar para café* tesis de posgrado llegó a las siguientes conclusiones: La manera de realizar una innovación tecnológica, mostrada por los productores con que se trabajó en Tziscaco, difiere del proceso lógico que la investigación formal predice: discutir sobre el tema, analizar alternativas similares ya probadas, buscar nuevas alternativas, planear y diseñar, fabricar, realizar pruebas y evaluar; ellos prefieren comenzar construyendo y haciendo pruebas y experimentos, y sobre la marcha discutir y acordar las cuestiones técnicas como materiales, orientación, ventilación, tamaño, forma y operación, las cuales implicaban ajustes en el diseño. De tal manera que existe una lógica en la investigación campesina y en su modo de realizar innovaciones en donde la conversación, el compartir experiencias y la experimentación son partes fundamentales. Los parámetros elegidos por los productores para



evaluar el secador dan muestra de que existen aspectos de tipo cualitativo que tienen que ser tomados en cuenta de manera importante al desarrollar tecnología con o para campesinos, ya que los productores consideran estos parámetros para la elección y eventual adopción de una innovación. Las características resultantes de la tecnología generada fueron, como consecuencia del proceso seguido, acordes con la realidad cultural de los productores y de su total conocimiento y comprensión; los materiales utilizados no les son ajenos, son de fácil adquisición y congruentes con su situación económica y con su visión sobre el manejo de los recursos naturales.

- 3.1.4.** Janampa ,K; Cerón, O; Cortez, N; Oré, J; Montes , C; Morales, O. (2010). Titulado: *Optimización de un prototipo de secador Solar para Secado de Lúcumá en Ayacucho*. Concluye que el prototipo de secador solar para lúcumá se caracteriza por ser un secador mixto-indirecto, que presenta una eficiencia de 30 a 40% del colector plano con doble cubierta de vidrio y área efectiva de 0,57m<sup>2</sup> y 0,31m<sup>2</sup>. El factor de remoción de aire (FR) es 0.4 y el coeficiente global de pérdidas del colector (Uc) es 40,53 W/m<sup>2</sup>°C. También El secado de la lúcumá, en el secador solar en la condición de secador indirecto, ha logrado secar una muestra de 0,216 Kg, de delgadas hojuelas de 2 mm de espesor; en un tiempo de 4h en la que el producto pierde un 66% de humedad mediante un flujo de aire de entrada a una temperatura promedio de 48 °C y temperatura de salida promedio de 43 °C. La eficiencia del

secadero indirecto es en este caso menor que el del secador mixto es de 20 a 24%.

## 3.2. TEORÍAS BÁSICAS

### 3.2.1. MANZANILLA

La manzanilla es una planta anual, herbácea, erecta, glabra, muy ramificada, que puede alcanzar los 60 cm de altura. Las hojas son sésiles, profundamente divididas en lacinias, muy finas y filiformes. El fruto es un aquenio muy pequeño, verdoso-amarillento. Las inflorescencias tienen un olor específico, agradable y un sabor amargo.

Tabla 1: Composición Química de la Manzanilla

COMPONENTES		
Mirceno	0,26	CGL
1,8-Cineol	0,57	CGL
Linalol	0,08	CGL
-Terpineol	0,31	Masa/CGL
Borneol	0,20	CGL
Pulegona	1,01	Masa/CGL
Ch-Azuleno	1,05	CGL
Cariofileno	1,06	CGL
Farneseno	15,42	Masa/CGL
C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	1,22	Masa/CGL
Nerolidol	1,93	CGL
C <sub>15</sub> H <sub>26</sub>	3,32	Masa/CGL

Fuente 4: Romero M. 2008.

### **3.2.2. DESHIDRATACIÓN DE HIERBAS AROMÁTICAS**

Las hierbas aromáticas son plantas que se pueden encontrar en diferentes tipos de climas e incluso se pueden encontrar en nuestro propio hogar.

La razón más importantes desde el punto de vista técnico por la que se seca las hierbas es su conservación, por este método se promueve el mantenimiento de sus componentes y se evita la proliferación de microorganismos, se debe tener en cuenta para la comercialización del producto, por lo tanto la deshidratación debe llevarse a cabo en las mejores condiciones para la hierba no pierdan nada del aspecto que deben presentarse, para que cautiven y ejerzan la mayor atracción, así serán más apreciadas, más demandadas y sobre todo mejor pagados.

La cantidad de agua a extraer no debe superar ciertos valores, la planta no debe presentar al comercio reseco y quebradizo, tal que la manipulación se convierta en polvo. En general, en el comercio existen valores establecidos de contenido de humedad para cada hierba o sus partes.

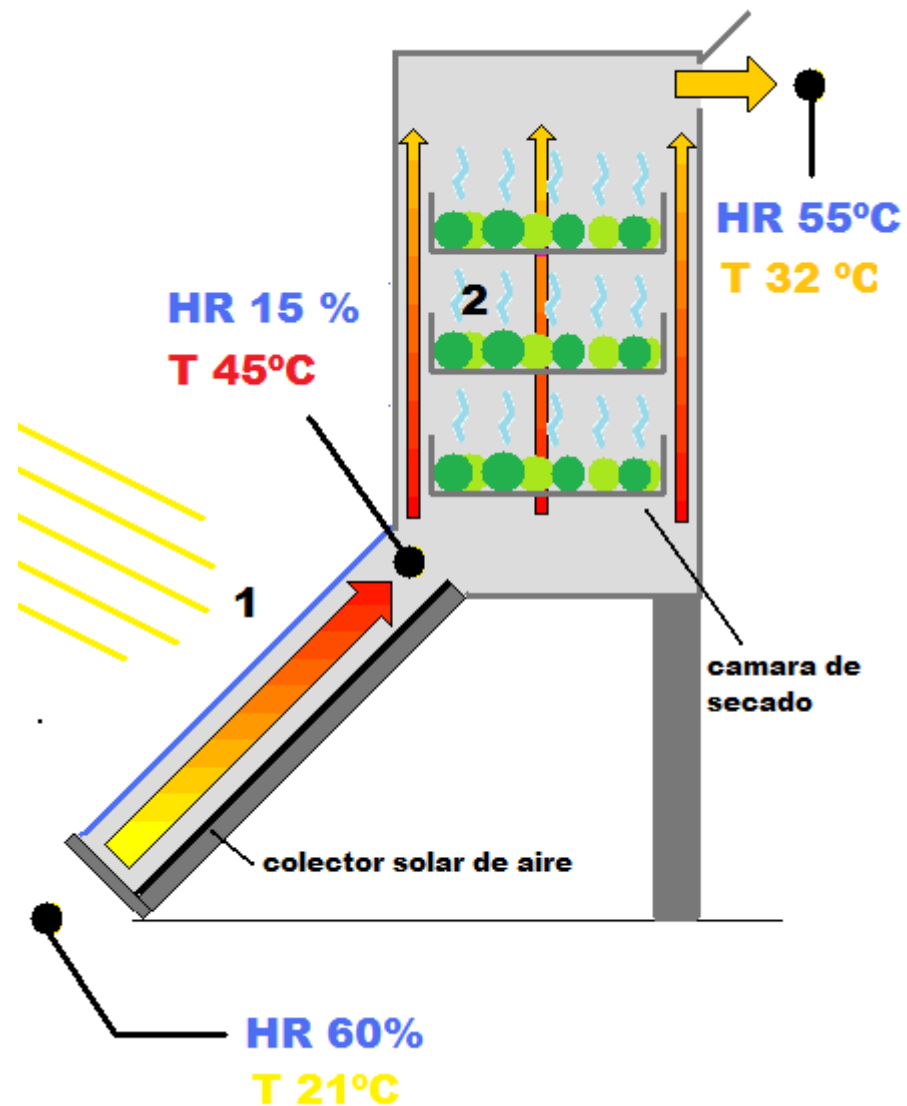
El aire es el que se absorbe el vapor de agua que se retira de las hierbas por lo que no debe estar saturado, es decir, la humedad relativa debe ser baja, sea tanto que se utilice secado al aire libre como secado mecánico, y deberá removerse de medida que sea necesario en tanto el producto no haya cedido el agua que contiene en exceso.

Cada producto reclama una desecación diferente, no solamente por la cantidad de agua contiene, sino por el aspecto que debe presentar, las hierbas y las hojas deben secarse generalmente a temperatura moderna, en presencia de una cantidad grande de agua.

### **3.2.3. SECADO SOLAR**

La radiación solar es captada por un colector por donde circula cierta cantidad de aire (realiza efecto invernadero: deja entrar energía, pero no que salga), este flujo de aire se calienta e ingresa a la cámara secado en donde se encuentra el producto a ser secado. El aire caliente pasa el producto eliminando el contenido de humedad de la cámara. Los dos elementos están separados. El aire es calentado en el colector y la radiación no incide sobre el producto colocado en la cámara de secado. La cámara de secado no permite la entrada de la radiación solar.

**Gráfico 4: Esquema de un Sistema de Secador Solar Indirecto.**



Fuente 5: Veolia Water Solutions & Technologies.

### 3.2.4. SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN

Los controles automáticos o sistemas de control constituyen una parte muy importante en los procesos industriales modernos, donde se les usa principalmente para regular variables tales como la presión, temperatura, nivel, flujo, viscosidad, densidad etc.

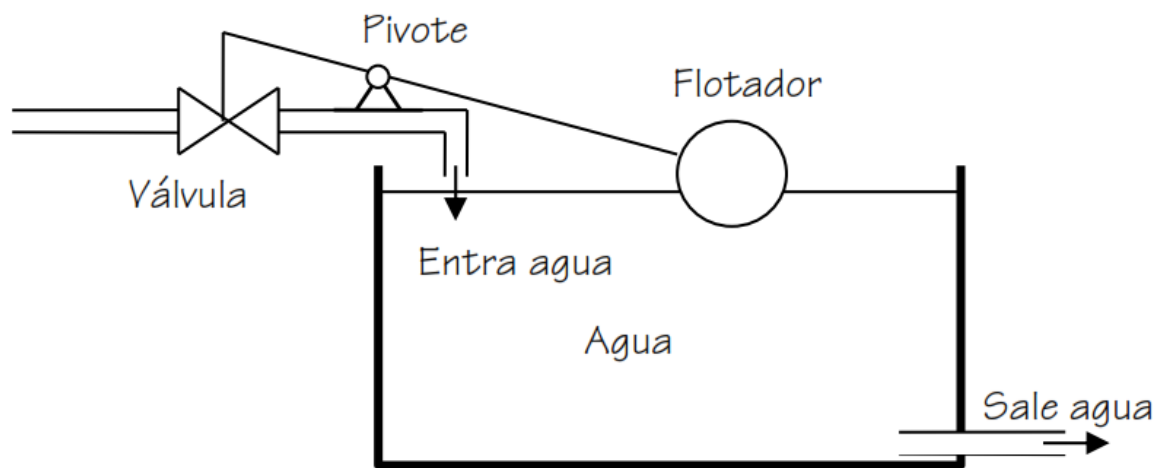
#### 3.2.4.1. DEFINICIÓN

Una definición de un sistema de control puede ser: “Es un arreglo de componentes físicos conectados de tal manera, que el arreglo pueda comandar, dirigir o regular a sí mismo o a otro sistema”.

Ejemplo de un Sistema de Control.

Control de nivel de un tanque de agua.

Gráfico 5: esquema del control de nivel de un tanque de agua.



Fuente 6: Jean Francois DULHOSTE, Introducción al Control de Procesos para Ingenieros, Mérida – Venezuela.

### Ventajas de un control automático

Las ventajas de un control automático son principalmente económicas, ya que permite:

- Mejorar la calidad de los productos.
- Disminuir los tiempos de operación.

- Reducir la dependencia de operarios para manejar procesos.
- Reducir costos de producción.

### **3.2.4.2. TÉRMINOS BÁSICOS**

#### **PLANTA.**

Es un equipo o conjunto de equipos que permiten realizar una operación determinada. Cuando se tiene un conjunto de equipos interactuando para generar un producto se tiene una planta industrial.

#### **PROCESO.**

Está constituido por una serie de operaciones coordinadas sistemáticamente para producir un resultado final que puede ser un producto.

#### **SISTEMA.**

Es una combinación de componentes físicos que actúan conjuntamente para cumplir un determinado objetivo.

### **3.2.4.3. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL**

#### **PROCESO A CONTROLAR.**

Es como su nombre lo indica el proceso que se quiere controlar o regular. En el ejemplo del tanque se trata de un proceso flujo a través de un tanque en donde se quiere un nivel dado.

#### **VARIABLE CONTROLADA.**

Es aquella que se mantiene en una condición específica deseada, es la que se quiere controlar. En el ejemplo es el nivel del líquido. Agua Entra agua Sale agua Flotador Pivote Válvula

### **VARIABLE MANIPULADA.**

Es la señal sobre la cual se actúa o se modifica con el fin de mantener la variable controlada en su valor. Esta cambia continuamente para hacer que la variable controlada vuelva al valor deseado. En el ejemplo es el flujo de entrada del líquido o la apertura de la válvula.

### **SEÑAL DE REFERENCIA**

(Set Point). Es el valor en el cual se quiere mantener la variable controlada. En el ejemplo sería el nivel deseado del tanque.

### **ERROR O SEÑAL ACTUADORA**

Es la diferencia entre la señal de referencia y la variable controlada. En el ejemplo sería el error en el nivel deseado.

### **PERTURBACIÓN**

Es un agente indeseable que tiende a afectar adversamente el valor de la variable controlada. En el ejemplo podría ser un cambio en el flujo de salida, lluvia, evaporación, etc.

### **ELEMENTO DE MEDICIÓN**

Es el encargado de determinar el valor de la variable controlada. En el ejemplo es el flotador.



### **CONTROLADOR.**

Es el encargado de determinar el error y determinar qué tipo de acción tomar. En el ejemplo sería el juego de barras y pivote que une el flotador con la válvula. Este si el nivel baja hace abrir la válvula, por el contrario si el nivel sube hace cerrar la válvula.

### **ELEMENTO FINAL DE CONTROL**

Es el encargado de realizar la acción de control modificando la variable manipulada. En el ejemplo es la válvula.

### **ENTRADA**

Es el estímulo o excitación que se aplica a un sistema desde una fuente de energía externa, generalmente con el fin de producir, de parte del sistema, una respuesta específica. En el ejemplo existen dos entradas: la apertura de la válvula y la perturbación.

### **SALIDA**

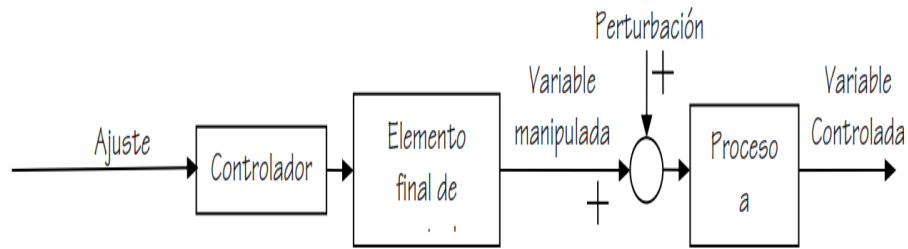
Es la respuesta obtenida de parte del sistema. En el ejemplo la salida es el nivel de líquido.

#### **3.2.4.4. CLASES DE SISTEMAS DE CONTROL**

##### **SISTEMA DE CONTROL DE LAZO ABIERTO**

Es cuando el sistema de control utiliza la información de la entrada para realizar una acción de control, sin tomar en cuenta el valor de la variable controlada.

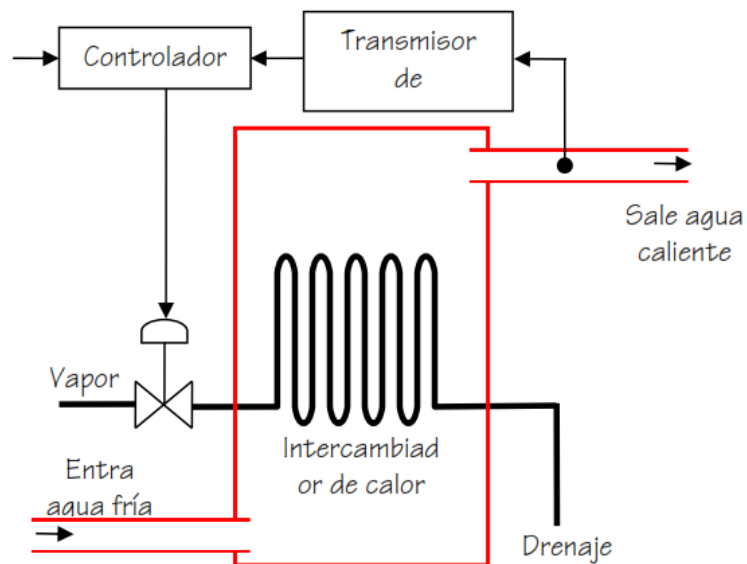
**Gráfico 6: Diagrama de bloques del sistema de control de lazo abierto.**



Fuente 7: Jean Francois DULHOSTE, Introducción al Control de Procesos para Ingenieros, Mérida – Venezuela.

Un ejemplo de este tipo de control es un calentador de agua.

Gráfico 7: Calentador de agua.



Fuente 8: Jean Francois DULHOSTE, Introducción al Control de Procesos para Ingenieros, Mérida Venezuela.

El funcionamiento del calentador es el siguiente: Cuando se consume agua el diafragma siente una disminución de presión y se desplaza hacia arriba de manera que la válvula permite el paso de gas hacia el quemador, haciendo que este encienda, y caliente el agua. La lama

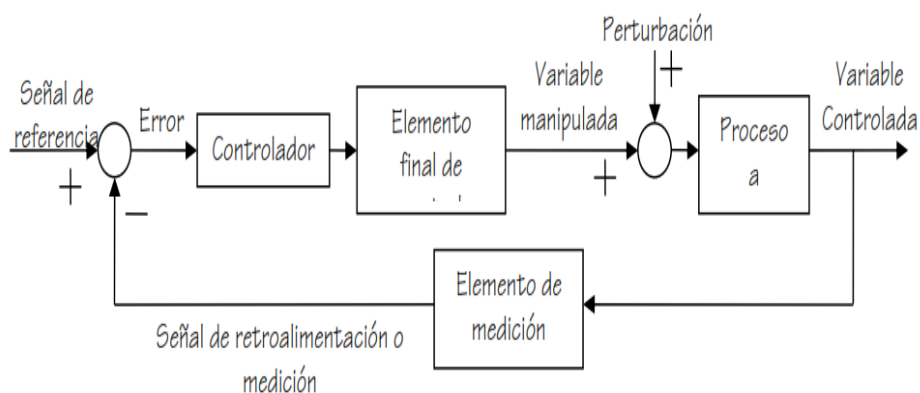
será proporcional al flujo de agua que pase por el calentador según el ajuste dado previamente al tornillo de ajuste. Pero este no mide si se está llegando o no al valor de la temperatura deseada.

## SISTEMA DE CONTROL RETROALIMENTADO

Es cuando la variable controlada se compara continuamente con la señal de referencia y cualquier diferencia produce una acción que tiende a reducir la desviación existente. En otras palabras la acción de control realizada por el sistema de control depende del valor de la variable controlada en todo instante, por lo tanto también toma el nombre de control dinámico.

Esto se puede representar en forma de un diagrama de bloques que muestra la interacción lógica de los elementos que conforman un sistema de control retroalimentado.

**Gráfico 8: diagrama de bloques del sistema de control retroalimentado.**

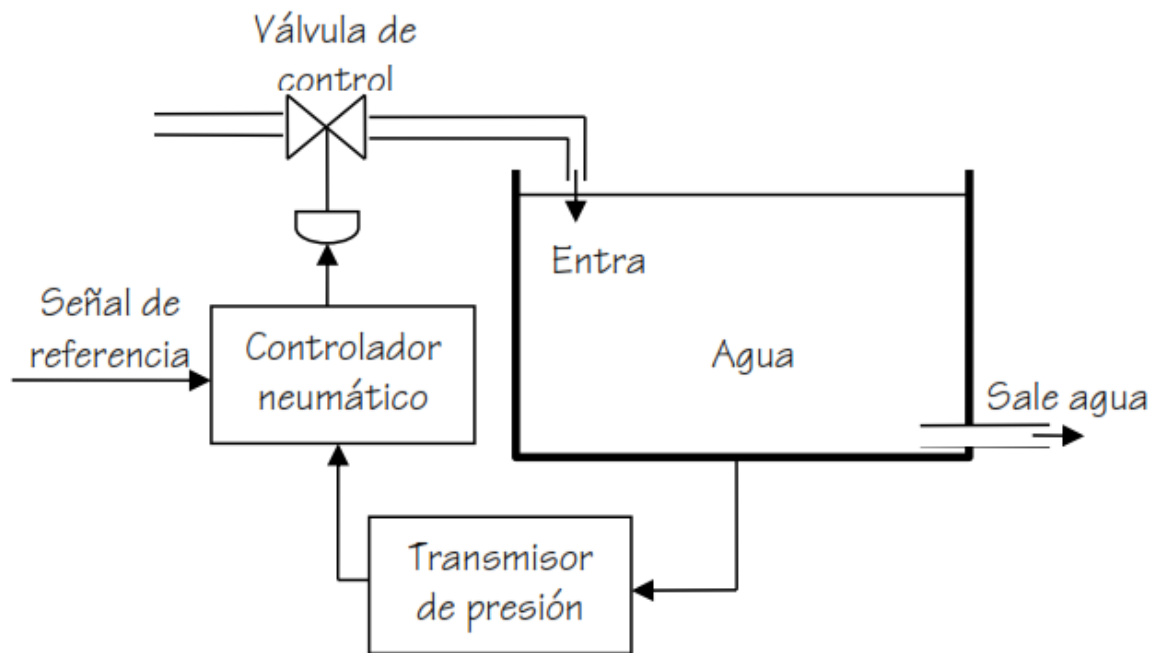


**Fuente 9: Jean Francois DULHOSTE, Introducción al Control de Procesos para Ingenieros, Mérida – Venezuela.**

Un ejemplo de sistema de control retroalimentado

En donde:

Gráfico 9: sistema neumático de control de nivel.



Fuente 10: Jean Francois DULHOSTE, Introducción al Control de Procesos para Ingenieros, Mérida – Venezuela.

- Proceso es el flujo de nivel a través del tanque con un nivel constante.
- Controlador es el controlador neumático.
- Elemento final de control es la válvula de control.
- La variable manipulada es el caudal de entrada.
- Perturbación puede ser un cambio en el caudal de salida, evaporación o lluvia.
- Variable controlada es el nivel.

- Elemento de medición es el transmisor de presión.
- Señal de referencia es la presión de referencia.
- Error es la diferencia entre la presión de referencia y la presión medida.

#### **3.2.4.5. CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL**

Es un sistema de control existen tres características fundamentales que son:

##### **ESTABILIDAD**

Se dice que un sistema de control estable es aquel que responde en forma limitada a cambios limitados en la variable controlada

Es decir si ocurre un cambio en la señal de referencia o se produce una perturbación el sistema al principio se desvía de su valor y volverá luego a alcanzar el valor correcto.

Un sistema inestable en cambio producirá oscilaciones persistentes o de gran amplitud de la variable controlada.

##### **EXACTITUD**

Un sistema exacto es aquel capaz de mantener el error en un valor mínimo, o en todo caso aceptable. En la realidad no existen sistemas absolutamente exactos debido a las pequeñas imperfecciones de sus componentes, pero se consideran sistemas exactos aquellos que satisfacen los requerimientos del sistema.

Por lo general el costo de un sistema tiende a aumentar con la exactitud.

### **VELOCIDAD DE RESPUESTA**

Es la rapidez con que la variable controlada se aproxima a la señal de referencia.

Un sistema debe responder a cualquier entrada en un tiempo aceptable, ya que aunque un sistema sea estable y tenga la exactitud requerida, si este es demasiado lento no tiene ningún valor. Por lo general la estabilidad y la velocidad de respuesta son características que se contraponen, es decir mientras más rápido sea un sistema mayor será la tendencia a la inestabilidad y viceversa.

### **3.3. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO.**

En la mayoría de las secadoras, el control de la misma es manual. El operario debe medir periódicamente la humedad de salida de la manzanilla para regular el dispositivo descargador de la máquina para adecuarlo a la humedad de entrada. Cuando ingresa la manzanilla de mayor humedad se debe reducir la velocidad de descarga (para que la manzanilla tenga más tiempo de permanencia dentro de la secadora). Si posteriormente ingresa manzanilla con menor porcentaje de humedad, se produce al contrario, y es necesario acelerar la velocidad de descarga, pues, de no hacerlo, la manzanilla saldría sobre secado. Por estas razones, desde hace tiempo se ha pensado en desarrollar algún sistema que permita automatizar este trabajo. En general, se trata de medidores

automáticos que monitorean continuamente la humedad de entrada y de salida de la secadora. Con estos datos, por medio de dispositivos electrónicos accionados por microprocesadores, se manda una orden al sistema de descarga para que acelere o reduzca el caudal de salida de la manzanilla seca. Este procedimiento permite que la humedad de salida de la manzanilla permanezca muy cercana a las consignas de humedad fijadas; sin embargo cuando el control es manual, esas humedades presentan variaciones superiores, es decir que se manifiesta un secado no uniforme.

### **3.3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Para la construcción y diseño del sistema de control del proyecto tenemos que tomar en cuenta como censar la temperatura y la humedad para controlar el sistema al interior de la cámara de secado, para ello se utilizara un sensor de temperatura y de humedad.

De acuerdo a lo censado, y controlado por el LM35, este será interpretado por el microcontrolador PIC16f886, donde este será el controlador de los extractores M001 y M002,

El extractor M001 se encarga de incrementar el ingreso del aire caliente hacia la cámara de secado secador, el extractor M002 libera a la cámara de secado del exceso de aire caliente para mantener la temperatura y humedad requerida para la óptima deshidración de la manzanilla.

## **3.4. DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL PROYECTO.**

### **3.4.1. REQUERIMIENTOS MATERIALES**

### 3.4.1.1. PANTALLA LCD

Se han popularizado mucho en los últimos años, debido a su gran versatilidad para presentar mensajes de texto (fijos y en movimiento), valores numéricos y símbolos especiales, su precio reducido, su bajo consumo de potencia, el requerimiento de solo 6 pines del PIC para su conexión y su facilidad de programación en lenguajes de alto nivel (por ejemplo, lenguaje C). Desde todo punto de vista el empleo del display LCD 16x2 debería considerarse como la primera opción a la hora de decidir por un dispositivo de presentación alfanumérica, excepto cuando las condiciones de iluminación ambiental no sean las más favorables. En la actualidad existen diversos modelos de display LCD, aunque los más comunes son los LCD 16x2 (16 caracteres x 2 filas) o LCD 2x16, q son gobernados por un microcontrolador

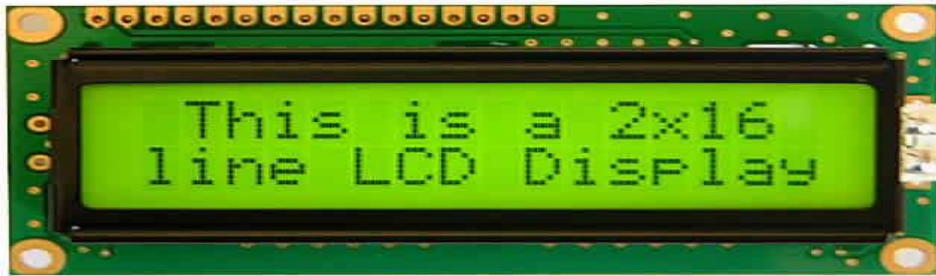
El LCD 16x2 (LCD 2x16) tiene en total 16 pines (tome en cuenta que la posición correcta del display es con los pines

En la parte superior, aunque existen modelos en los que la posición correcta es con los pines en la parte inferior el datasheet muestra 14 pines, los dos pines adicionales son el ánodo (15) y el cátodo (16) del LED de fondo. Debe notarse que el controlador Hitachi HD44780 se encuentra



incorporado al circuito impreso del módulo LCD y que sirve de interfaz entre la propia pantalla LCD (donde se muestran los caracteres) y el microcontrolador PIC.

Gráfico 10: Pantalla LCD



Fuente 11: <http://programarpicenc.com/articulos/display-lcd-16x2-2x16-con-el-hd44780-en-mikro-pro/>

#### 3.4.1.2. MICROPROCESADOR 16F887

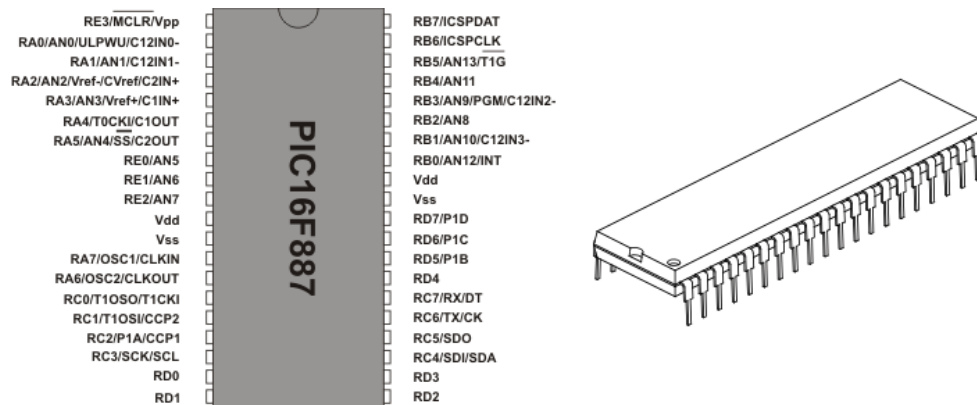
Un microcontrolador es como un ordenador en pequeño: dispone de una memoria donde se guardan los programas, una memoria para almacenar datos, dispone de puertos de entrada y salida, etc. A menudo se incluyen puertos seriales (RS-232), conversores analógico/digital, generadores de pulsos PWM para el control de motores, bus I2C, y muchas cosas más. Por supuesto, no tienen ni teclado ni monitor, aunque podemos ver el estado de teclas individuales o utilizar pantallas LCD o LED para mostrar información.

Características:

- Microcontrolador arquitectura de 8 bits.
- Versión mejorada que reemplaza al 16F876 y al 16F876A.

- Hasta 24 pines I/O disponibles.
- Memoria de programa flash de 8192 words (4k,14 bits)
- RAM de 368 Bytes.
- EEPROM de datos de 256 Bytes.
- Velocidad de la CPU 5 MIPS.
- Oscilador externo hasta 20 MHz.

Gráfico 11: microprocesador PIC16F887

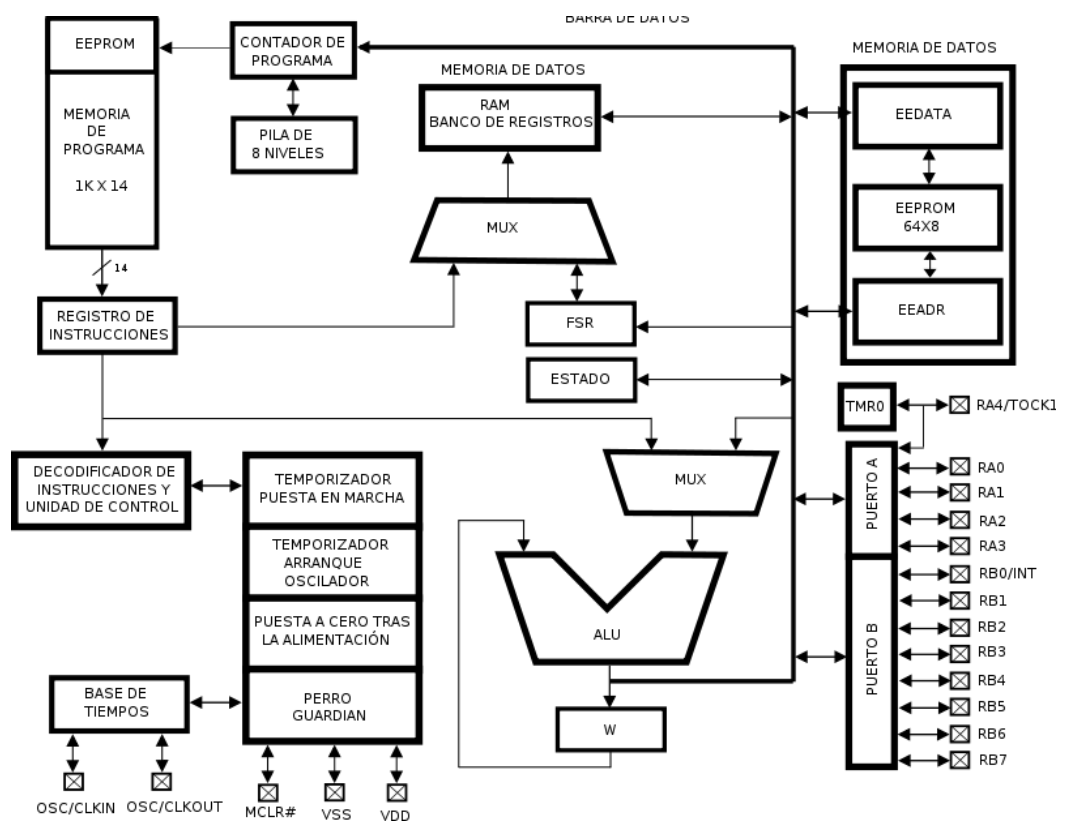


Fuente 12: <https://learn.mikroe.com/ebooks/microcontroladorespic/chapter/caracteristicas-basicas-del-pic16f887/>

- VDD: Pin de alimentación positiva. De 2 a 5,5 Vcc.
- VSS: Pin de alimentación negativa. Se conecta a tierra o a 0 Vcc.
- MCLR: Master Clear (Reset). Si el nivel lógico de este terminal es bajo (0 Vcc), el microcontrolador permanece inactivo. Este Reset se controla mediante la palabra de configuración del PIC.
- OSC1/CLKIN: Entrada de oscilador externo.

- OSC2/CLKOUT: Salida del oscilador. El PIC16F886a dependiendo de cómo se configure puede proporcionar una salida de reloj por medio de este pin.
- Mapa de memoria del PIC16F877A.

Gráfico 12: Estructura interna del 16F887



Fuente 13: <https://learn.mikroe.com/ebooks/microcontroladorespic/chapter/caracteristicas-basicas-del-pic16f887/>

### 3.4.1.3. CIRCUITO INTEGRADO 555

El dispositivo 555 es un circuito integrado muy estable cuya función primordial es la de producir pulsos de

temporización con una gran precisión y que, además, puede funcionar como oscilador.

Sus características más destacables son:

- Temporización desde microsegundos hasta horas.
- Modos de funcionamiento:
- Monoestable.
- Astable.

Aplicaciones:

- Temporizador.
- Oscilador.
- Divisor de frecuencia.
- Modulador de frecuencia.
- Generador de señales triangulares.
- Pasemos ahora a mostrar las especificaciones generales del 555:

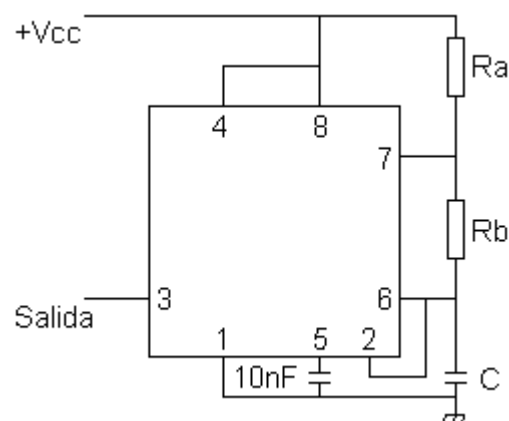
**Gráfico 13: circuito integrado 555**



Fuente 14: [https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito\\_integrado\\_555](https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555)

## FUNCIONAMIENTO COMO ASTABLE

Gráfico 14: esquemático del CI 555



Fuente 15: [https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito\\_integrado\\_555](https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555)

**En este modo se genera una señal cuadrada oscilante de frecuencia:**

$$F = 1/T = 1.44 / [C*(Ra+2*Rb)]$$

### 3.4.1.4. SENSORES

#### Sensor LM35

El LM35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1 °C. Su rango de medición abarca desde -

55 °C hasta 150 °C. La salida es lineal y cada grado Celsius equivale a 10 mV, por lo tanto:

- 150 °C = 1500 mV
- -55 °C = -550 mV
- Opera de 4 V a 30 V.

### **Características**

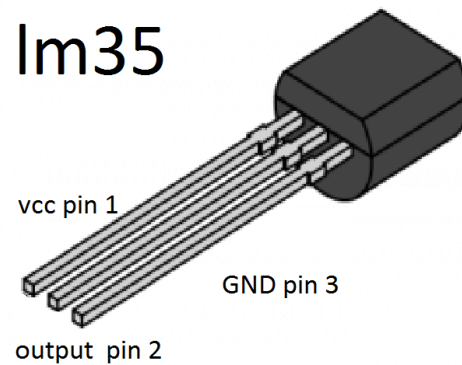
Sus características más relevantes son:

- Está calibrado directamente en grados Celsius.
- La tensión de salida es proporcional a la temperatura.
- Tiene una precisión garantizada de 0.5 °C a 25 °C.
- Baja impedancia de salida.
- Baja corriente de alimentación (60 µA).
- Bajo coste.

### **Destacables**

El LM35 no requiere de circuitos adicionales para calibrarlo externamente. La baja impedancia de salida, su salida lineal y su precisa calibración hace posible que esté integrado sea instalado fácilmente en un circuito de control. Debido a su baja corriente de alimentación se produce un efecto de auto calentamiento muy reducido. Se encuentra en diferentes tipos de encapsulado, el más común es el TO-92, utilizado por transistores de baja potencia.

Gráfico 15: Sensor LM35

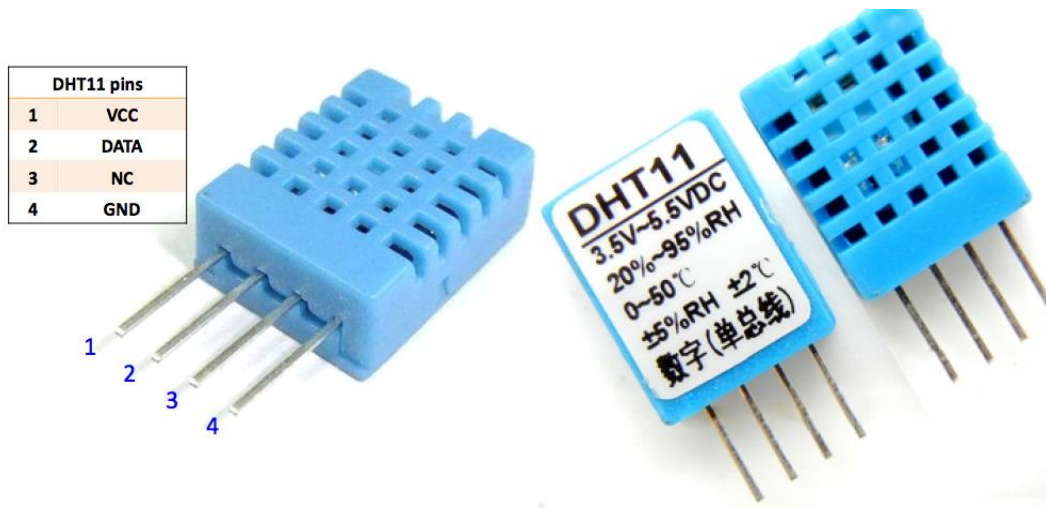


Fuente 16: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/lm35-esp8266-monitoreo-servidor-web/>

### Sensor DHT11

El DHT11 es un sensor básico de humedad y temperatura de costo reducido. Usa un sensor de capacidad para medir la humedad y un termistor para medir la temperatura del aire que lo rodea. Está diseñado para medir temperaturas entre 0 y 50°C con una precisión de  $\pm 2^\circ\text{C}$  y para medir humedad entre 20% y 80% con una precisión de 5% con periodos de muestreo de 1 segundo. El formato de presentación es una pequeña caja de plástico de 15.5mm x 12mm x 5.5mm con una cara en la cual tiene una rejilla que le permite obtener las lecturas del aire que lo rodea. Si se requiere mayor precisión podemos trabajar con su hermano, el sensor DHT22. El sensor tiene cuatro pines de los cuales solo usaremos el pin 1,2 y 4

Gráfico 16: Sensor DH11



Fuente 17: <http://www.electrodragon.com/product/humidity-and-temperature-sensor-dht11/>

### 3.4.1.5. MOTOR

El motor de corriente continua (denominado también motor de corriente directa, motor CC o motor DC por las iniciales en inglés direct current) es una máquina que convierte energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción de un campo magnético.

Gráfico 17: motor dc



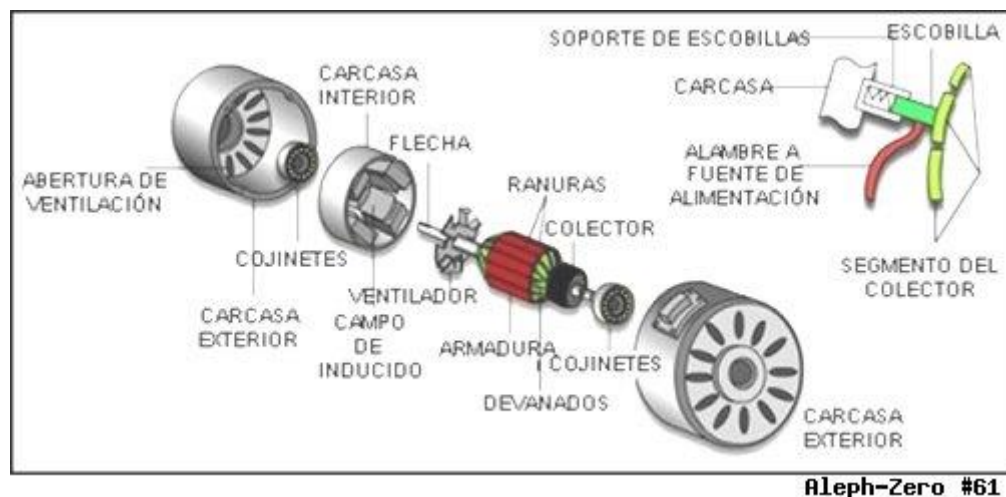
Fuente 18: <http://www.directindustry.es/prod/chiaphua-components/product-61070-575718.html>



Un motor de corriente continua se compone principalmente de dos partes. El estator da soporte mecánico al aparato y contiene los polos de la máquina, que pueden ser o bien devanado de hilo de cobre sobre un núcleo de hierro, o imanes permanentes. El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, alimentado con corriente directa a través de delgas, que están en contacto alternante con escobillas fijas (también llamadas carbones).

El principal inconveniente de estas máquinas es el mantenimiento, muy costoso y laborioso, debido principalmente al desgaste que sufren las escobillas o carbones al entrar en contacto con las delgas.

Gráfico 18: partes del motor DC



Fuente 19: <http://www.comprendamos.org/alephzero/61/elmotordecorrie.html>

Algunas aplicaciones especiales de estos motores son los motores lineales, cuando ejercen tracción sobre un riel, servomotores y motores paso a paso. Además existen motores de DC sin escobillas (brushless en inglés) utilizados en el aeromodelismo por su bajo par motor y su gran velocidad.

Es posible controlar la velocidad y el par de estos motores utilizando técnicas de control de motores CD.

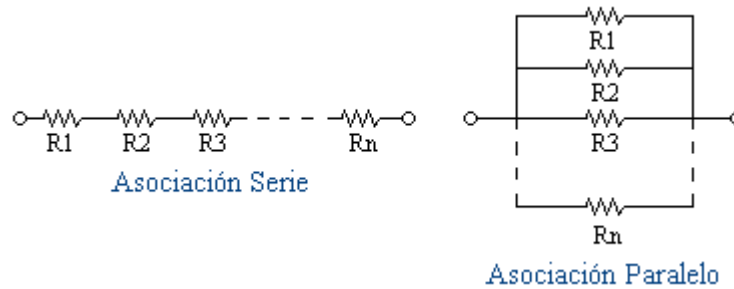
#### **3.4.1.6. RESISTENCIA**

La resistencia es uno de los componentes imprescindibles en la construcción de cualquier equipo electrónico, ya que permite distribuir adecuadamente la corriente y voltaje a todos los puntos necesarios.

El valor de la resistencia se expresa en ohmio, Si sometemos los extremos de una resistencia al paso de una corriente continua se producirá en la misma una caída de tensión proporcional a su valor. La intensidad que la atraviese será también proporcional a la tensión aplicada y al valor en ohmios de la resistencia. Para calcular dicha relación no hay más que aplicar la Ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R}$$

Hay dos formas de asociar resistencias en un circuito: asociación serie y asociación paralela:



La resistencia equivalente de un circuito serie es:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Lo cual nos indica que una sola resistencia de valor  $R_T$  se comportará de la misma forma que la  $n$  resistencias  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ...  $R_n$  conectados en serie.

Si el circuito es en paralelo entonces la resistencia equivalente es:

$$R_T = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n)$$

Cuando se trata de dos resistencias en paralelo se tiene:

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Código de colores

Tabla 2: Código de colores

Color	1ra. Banda	2da. Banda	3ra. Banda Multiplicador	Tolerancia %
Negro	0	0	x1	
Cafe	1	1	x10	
Rojo	2	2	x100	2%
Naranja	3	3	x1000	
Amarillo	4	4	x10000	
Verde	5	5	x100000	
Azul	6	6	x1000000	
Violeta	7	7	x10000000	
Gris	8	8	x100000000	
Blanco	9	9	x1000000000	
				Dorado 5%
				Plata 10%

Circuitos Básicos

Fuente 20: <http://www.areatecnologia.com/electricidad/resistencia-electrica.html>

Identificar un resistor no es una tarea muy complicada, se observa que estos poseen 4 bandas de colores, 3 de idénticas proporciones y una más alejada de éstas. Estas

bandas representan el valor real del resistor incluyendo su porcentaje de tolerancia o error siguiendo un código de colores estándar.

En primer lugar, tratamos de identificar el extremo que corresponde a la banda de tolerancia del resistor, que en la mayoría de los casos suele ser dorada (5%) o (algo más raro) plateada (10%). Una vez localizada ésta la dejamos de lado, (literalmente a la derecha), vamos al otro extremo y leemos la secuencia:

#### **3.4.1.7. CONDENSADOR**

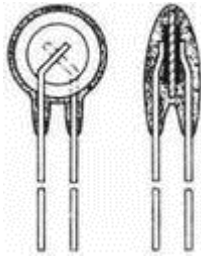
Es un componente electrónico que almacena cargas eléctricas para utilizarlas en un circuito en el momento adecuado. Está compuesto, básicamente, por un par de armaduras separadas por un material aislante denominado dieléctrico. La capacidad de un condensador consiste en almacenar mayor o menor número de cargas cuando está sometido a tensión.

### **CLASIFICACIÓN**

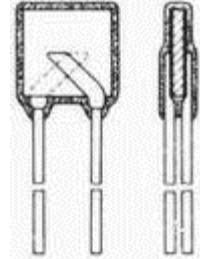
#### **CONDENSADOR CERÁMICO**

Los materiales cerámicos son buenos aislantes térmicos y eléctricos. El proceso de fabricación consiste básicamente en la metalización de las dos caras del material cerámico. Se fabrican de 1 pF a 1 nF y de 1 pF a 470 nF con tensiones comprendidas entre 3 y 10000V. Su identificación se realiza mediante código alfanumérico. Se utilizan en circuitos que necesitan alta estabilidad y bajas pérdidas en altas frecuencias.

**Gráfico 19: Condensador Cerámico**



Condensador cerámico de disco



Condensador cerámico de placa

Fuente 21: <https://www.planetaelectronico.com/condensador-ceramico-100nf-50v-p-18124.html>

## Electrolítico

Permiten obtener capacidades elevadas en espacios reducidos. Actualmente existen dos tipos: los de aluminio, y los de tántalo. El fundamento es el mismo: se trata de depositar mediante electrolisis una fina capa aislante. Los condensadores electrolíticos deben conectarse respetando su polaridad, que viene indicada en sus terminales, pues de lo contrario se destruiría.

Gráfico 20: Símbolo del condensador electrolítico



Símbolo de un condensador electrolítico



Condensador electrolítico

Fuente 22: <http://www.incb.com.mx/index.php/articulos/9-articulos-tecnicos-y-proyectos/1126-como-identificar-terminales-de-componentes-art207s>

El valor de la capacidad de un condensador viene definido por la siguiente fórmula:

$$C = \frac{Q_1}{V_1 - V_2} = \frac{Q_2}{V_2 - V_1}$$

En donde:

$C$ : Capacitancia o capacidad

$Q_1$ : Carga eléctrica almacenada en la placa 1.

$V_1 - V_2$ : Diferencia de potencial entre la placa 1 y la 2.

Nótese que en la definición de capacidad es indiferente que se considere la carga de la placa positiva o la de la negativa, ya que

$$Q_2 = C(V_2 - V_1) = -C(V_1 - V_2) = -Q_1$$

Aunque por convenio se suele considerar la carga de la placa positiva.

### 3.4.1.8. DIODO

Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido. Este término generalmente se usa para referirse al diodo semiconductor, el más común en la actualidad; consta de una pieza de cristal semiconductor conectada a dos terminales eléctricos. El diodo de vacío (que actualmente ya no se usa, excepto para tecnologías de alta potencia) es un tubo de vacío con dos electrodos: una lámina como ánodo, y un cátodo.

De forma simplificada, la curva característica de un diodo (I - V) consta de dos regiones: por debajo de cierta diferencia de potencial, se comporta como un circuito abierto (no conduce), y por encima de ella como un circuito cerrado con una resistencia eléctrica muy pequeña. Debido a este comportamiento, se les suele denominar rectificadores, ya que son dispositivos capaces de suprimir la parte negativa de cualquier señal, como paso inicial para convertir una corriente alterna en corriente continua. Su principio de funcionamiento está basado en los experimentos de Lee De Forest.

Tabla 3: Especificaciones técnicas.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
$V_{RR}$	repetitive peak reverse voltage		–	75	V
$V_R$	continuous reverse voltage		–	75	V
$I_F$	continuous forward current	see Fig.2; note1	–	200	mA
$I_{FR}$	repetitive peak forward current		–	450	mA
$I_{FS}$	non-repetitive peak forward	square wave; $T_j = 25\text{ °C}$ prior to surge; see Fig.4  t = 1 $\mu$ s  t = 1 ms  t = 1 s	– – –	4 1 0.5	A A A
$P_t$	total power dissipation	$T_{am} = 25\text{ °C}$ ; note 1	–	500	mW
$T_{st}$	storage temperature		–65	+200	°C
$T_j$	junction temperature		–	200	°C

Fuente 23: <https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo>

Gráfico 21: Simbología de un diodo.

**Diodo**



Diodo en primer plano. Nótese la forma cuadrada del cristal semiconductor (objeto negro de la izquierda).

<b>Tipo</b>	Semiconductor
<b>Principio de funcionamiento</b>	Efecto Edison
<b>Invención</b>	John Ambrose Fleming (1904)

**Símbolo electrónico**



<b>Terminales</b>	Ánodo y Cátodo
-------------------	----------------

[\[editar datos en Wikidata\]](#)

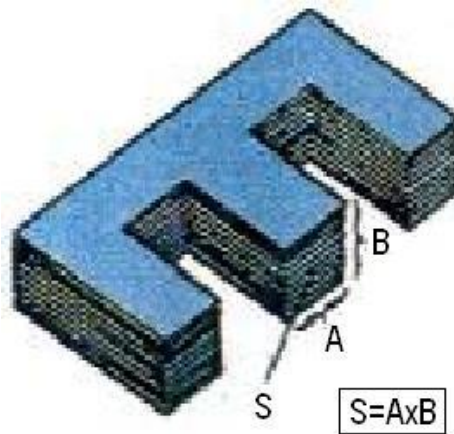
Fuente 24: <https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo>

### 3.4.1.9. TRANSFORMADOR

#### CALCULO PARA EL REBOBINADO DEL TRANSFORMADOR:

Gráfico 22: placas del transformador





Fuente 25: <https://es.scribd.com/document/72980891/Diseno-de-Transformador-de-Baja-Potencia>

### SECCION DEL NUCLEO (A).

- $A = B \times H$
- $A = 4 \times 4$
- $A = 16 \text{ cm}^2$
- A= área de la sección del núcleo
- B=espesor del transformador por el conjunto de laminas
- H= altura de la columna central

### POTENCIA DEL TRASFORMADOR

- $S = A / 0.903^2$
- $S = (16 / 0.903)^2$
- $S = 17.71^2$
- $S = 313.64 \text{ VA}$
- A= sección del núcleo
- 0.903 = constante para la frecuencia de 60 Hz

### NUMEROS DE ESPIRAS DE LA BOBINA PRIMARIA

- $N = \frac{E \cdot 10^8}{K \times F \times B_{max} \times A}$

- $N = \frac{220 \times 10^8}{K \cdot 4.44 \times 60 \times 10^4 \times 16}$
- $N = \frac{220 \times 37.53}{16}$
- $N = \frac{8256.6}{16}$
- $N = 516$  espiras
- $E$  = tensión eficaz en voltios
- $K$  = factor de forma 4.44
- $N$  = número de espiras o vueltas
- $F$  = frecuencia 60 Hz
- $A$  = área de la sección del núcleo
- $B$  = densidad del flujo magnético en gauss

### **NUMERO DE ESPIRAS DE LA BOBINA SECUNDARIA**

- $\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_{bp}}{N_{bs}}$
- $\frac{220}{12} = \frac{516}{N_{bs}}$
- $N_{bs} = \frac{12 \times 616}{220}$
- $N_{bs} = \frac{6192}{220} + 5$
- $N_{bs} = 33.14$  espiras
- 
- $E_p$  = tensión de entrada
- $E_s$  = tensión secundaria
- $N_{bp}$  = número de espiras del primario
- $N_{bs}$  = número de espiras del secundario

## CALCULO DE LA INTENSIDADES MÁXIMAS

- $I_{max P} = \frac{S}{E_p}$
- $I_{max P} = \frac{313.64}{220}$
- $I_{max P} = 1.42 \text{ Amp}$
- $I_{max S} = \frac{S}{E_s}$
- $I_{max S} = \frac{313.64}{12}$
- $I_{max S} = 26.13 \text{ Amp}$
- $I_{max .p}$  = intensidad del primario
- $I_{max .s}$  = intensidad máxima de secundario
- $E_p$  = tensión de la bobina primaria
- $E_s$  = tensión de bobina secundaria

## CALCULO DE LA SECCION DEL ALAMBRE

- $S_{cu p} = \frac{I}{J}$
- $S_{cu p} = \frac{1.42}{3}$
- $S_{cu p} = 0.46 \text{ mm}^2 = 20 \text{ AWG}$
- $S_{cu S} = \frac{I}{J}$
- $S_{cu S} = \frac{26}{3}$
- $S_{cu S} = 8.66 \text{ mm}^2 = 8 \text{ AWG}$

## PERDIDAS EN EL HIERRO:

## CORRIENTES FOUCAULT

- $PF = \frac{2,2XF^2XB_{max}^2x\Lambda^2}{10^{11}}$

- $$PF = \frac{2,2 \times 60^2 \times 10000^2 \times 0,5^2}{10^{11}}$$

- $$PF = 1,98 \frac{W}{kg}$$

- $PF = 1,98 \times 2,45$

- $PF = 4,851 \text{ W}$

- DONDE:

- PF = PERDIDAS POR CORRIENTES DE FOCAULT EN W/KG

- F = FRECUENCIA EN HZ

- Bmax = INDUCCION MAXIMA EN GAUSS

- A = ESPESOR DE NUCLEO

- PESO DEL NUCLEO ES = 2Kg 450g

- CORRIENTES POR HISTERESIS

- $PH = Kh \times F \times Bmax$

- $PH = 0,003 \times 60 \times 1$

- $PH = 0,188 \text{ w/kg}$

- $PH = 0,188 \times 2,45$

- $PH = 0,441 \text{ W}$

- F = frecuencia en Hz

- Kh = coeficiente de cada material

- Bmax = inducción máxima en tesla 1,6

- PH = pérdidas por histéresis en w/kg

- $\cos \phi = 0,30$

- Peso del núcleo = 2kg 450g

### **PERDIDAS TOTALES EN EL NUCLEO**

- $PFE = PH + PF$

- $PFE=0.441+4.51$
- $PFE=4.95 \text{ W}$
- DETERMINACION DE LA PRUBA EN VACIO:
- $Pfe=I \text{ vacio} \times v_{in} \times \cos \phi$
- $Pfe=0.09 \times 220 \times 0.30$
- $Pfe=5.9 \text{ w}$

### PERDIDAS EN EL DEVANADO

- $PCU = R1 \times I^2$                       R primario=8 ohmios
- $PCU = 8 \times 1.5^2$                       Pcu= perdidas en el cobre
- $PCU=18 \text{ watts}$                       I= intensidad del primario

### DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN EN CORTO CIRCUITO:

- $Pcc= Vcc \times Icc$
- $Pcc=$  perdidas en corto circuito
- $Pcc=25 \times 1.35$
- $Vcc=$  voltaje de corto circuito
- $Pcc= 20 \text{ watts}$
- $Icc=$  intensidad de corto circuito

**Tabla 4: Determinación de voltajes y corrientes**

Voltaje	Corriente en el secundario	Corriente en el primario
5 v	4.23	0.17
10 v	7.9	0.24
15 v	12.2	0.55
20 v	14.5	0.75
25 v	19.7	0.80

Fuente 26: Elaboración propia.

## **CALCULO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN EN ONDA COMPLETA:**

Ya tenemos el transformador (220v/9-12 V) y el puente de diodos.

### **TENSIÓN ANTES DEL PUENTE RECTIFICADOR**

- $V_{\text{máxima}} = V_{\text{transformador}} * \sqrt{2} = V$  antes del puente rectificador
- $V_{\text{máxima}} = 9V * \sqrt{2} = 12.72V$
- $V_{\text{máxima}} = V_{\text{transformador}} * \sqrt{2} = V$  antes del puente rectificador
- $V_{\text{máxima}} = 12V * \sqrt{2} = 16.9V$

### **TENSIÓN DESPUÉS DEL PUENTE RECTIFICADOR**

En esta parte se ven los diodos y se restan 0.7V por cada diodo que haya (en este caso ay 2). Por tanto

- $2 * 0.7 = 1.4$
- $12.72V - 1.4 = 11.32 V$
- $16.9V - 1.4 = 15.57 V$

### **CONDENSADOR DE ENTRADA**

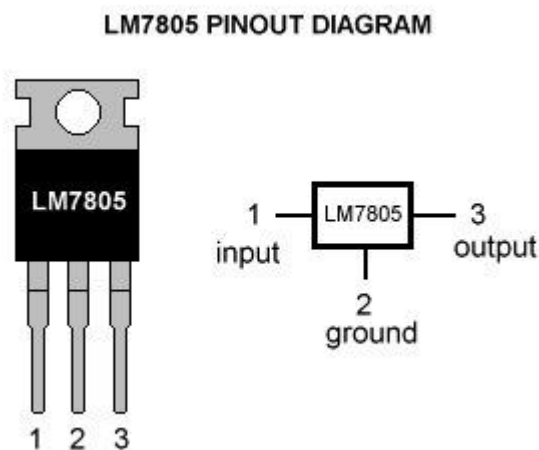
- $C = 5 * I_q / F * V_r \text{ máx}$
- $C = 20 * 5 / 60 * 12.32 = 100 / 739.2 = 0.13528 \text{ faradios}$

#### **3.4.1.10. REGULADORE DE VOLTAJE 7805 Y 7812**

La familia 78xx y 79xx son una gama de integrados dedicados a la regulación de voltaje, hay muchas variables: regulables, fijos, de tensión positiva o negativa Pero el más común, y el que mayormente usaremos en el mundo de los PICs, es el famoso 7805, que es un regulador de tensión positiva de 5 Volts a 1A, la tensión

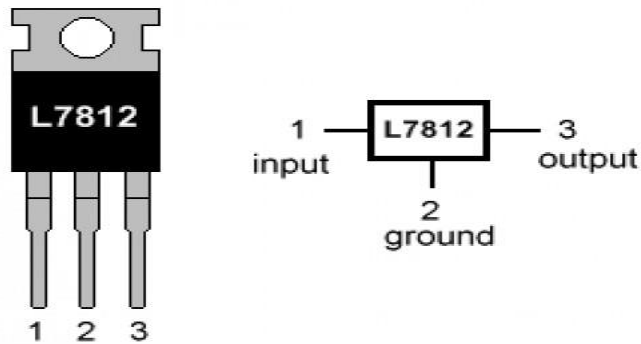
justa y mucho más corriente de la que necesitan nuestros PICs para funcionar. Entonces la manera más segura, económica y sencilla de obtener ese voltaje, es la utilización de un integrado regulador de voltaje, y el 7805 es uno de los más indicados ya que mantendrá fija la tensión en 5V, siempre y cuando en su entrada reciba al menos 6V. Por lo tanto a la entrada podremos despreocuparnos de la alimentación superando por mucho el voltaje de trabajo del PIC. Es un regulador fijo de 5V. Tiene una capacidad máxima de 1 Ampere y soporta hasta 40VDC en la entrada. Tiene 3 patas: la de la izq. es la entrada, La del centro es negativo y la de la derecha es la salida (+5V). Es muy confiable y requiere de un disipador de calor si la tensión de entrada es muy alta con respecto a la salida, o si la corriente se llega a aproximar al límite.

Gráfico 23: LM7805



Fuente 27: <http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/03/09/regulador-de-voltaje-7805/>

Gráfico 24: LM7812

**L7812 PINOUT DIAGRAM**

Fuente 28: <https://electronics.stackexchange.com/questions/308420/lm7812-and-decoupling-capacitor-value>

### **DISEÑO PARA LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA EL MICROCONTROLADOR:**

Es muy importante tomar en cuenta todas las recomendaciones posibles ya que si no se las sigue podría correrle riesgo de dañar los componentes, para lo cual tenemos que tener en cuenta:

Recuerde que el PIC tiene tecnología CMOS, esto quiere decir que consume muy poca corriente pero que a la vez es susceptible a daños por estática, se recomienda utilizar pinzas para manipular así poder transportar o a su vez utilizar una manilla antiestática.

Procure utilizar un regulador de voltaje como el 7805 que nos entrega exactamente 5V. y no un adaptador de pared, ya que el voltaje de salida no siempre es el mismo del que indica su fabricante, por último puede utilizar un circuito con un diodo zener de 5.1 V.

### **CORRIENTE Q CONSUME EL PIC16F887A:**

Tabla 5: Corriente Q

Componente	Consumo de corriente



PIC16F877A	25mA
------------	------

Fuente 29: Elaboración propia.

### TRANSISTOR COMO CORTE Y SATURACIÓN:

Hallando:

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$$I_B = \frac{5 - 0.7}{10K}$$

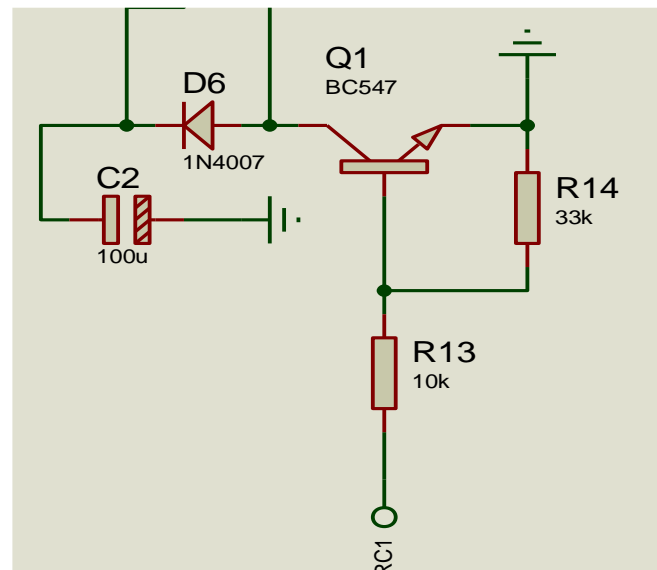
$$I_B = 0.00047A$$

$$I_c = H_{fe} \times I_B$$

$$I_c = 400 \times 0.47mA$$

$$I_c = 0.188A$$

Gráfico 25: polarización del BC547



Fuente 30: Elaboración propia.

### 3.4.2. DISEÑO DEL CIRCUITO ESQUEMATICO

#### 3.4.2.1. EL DISEÑO FUE REALIZADO EN EL PROGRAMA PROTEUS

- Proteus Design Suite es software de automatización de diseño electrónico, desarrollado por Labcenter Electronics Ltd., que consta de los dos programas principales: Ares e Isis, y los módulos VSM y Electra.

Gráfico 26: proteus8.4



Fuente 31: Simulador proteus.

- El cual contiene a su vez un programa editor para desarrollo de pcb electronicos “ares”

Gráfico 27: proteus design suit 8.0



Fuente 32: Simulador proteus.

## ISIS

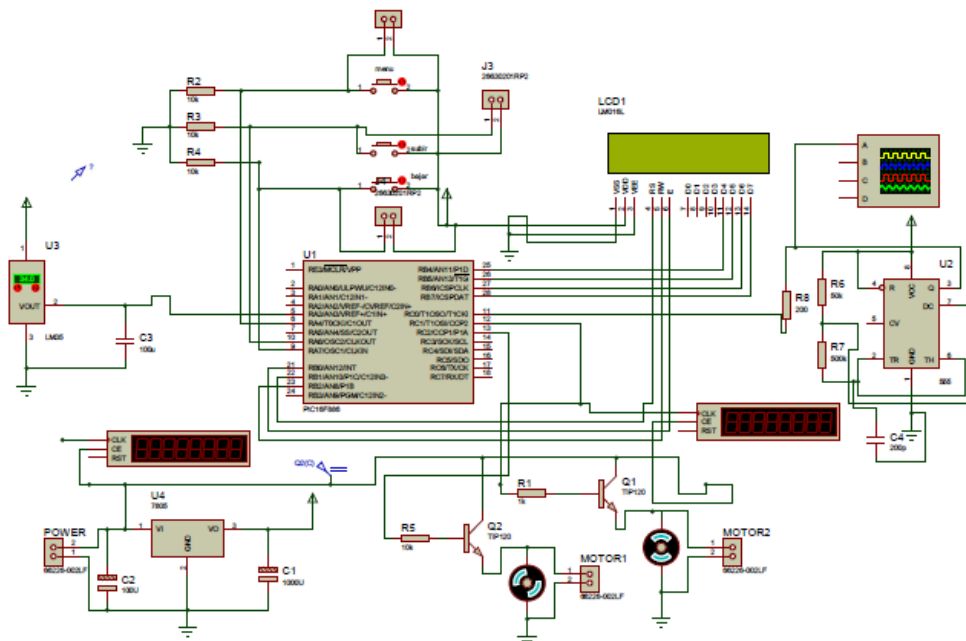
El Programa ISIS, Intelligent Schematic Input System (Sistema de Enrutado de Esquemas Inteligente) permite diseñar el plano eléctrico del circuito que se desea realizar con componentes muy variados, desde simples resistencias, hasta alguno que otro microprocesador o microcontrolador, incluyendo fuentes de alimentación, generadores de señales y muchos otros componentes con prestaciones diferentes. Los diseños realizados en Isis

pueden ser simulados en tiempo real, mediante el módulo VSM, asociado directamente con ISIS.

## ARES

ARES, o Advanced Routing and Editing Software (Software de Edición y Ruteo Avanzado); es la herramienta de enrutado, ubicación y edición de componentes, se utiliza para la fabricación de placas de circuito impreso, permitiendo editar generalmente, las capas superficial (Top Copper), y de soldadura (Bottom Copper).

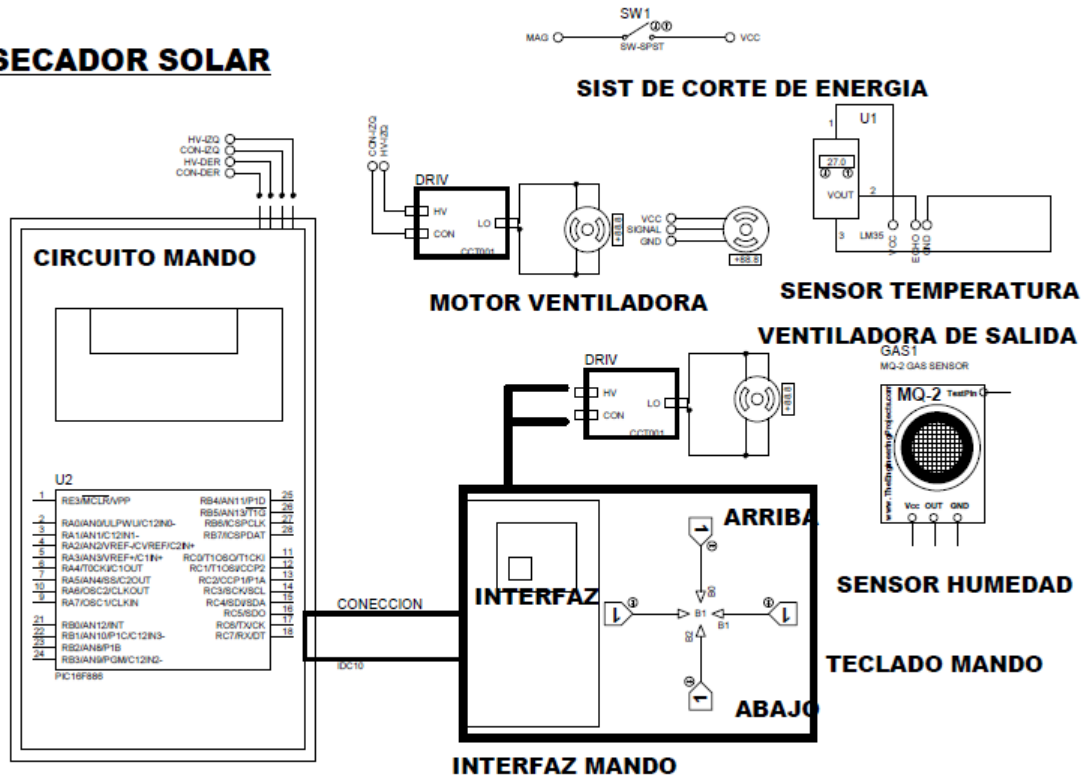
Gráfico 28: Circuito esquemático.



Fuente 33: Elaboración propia.

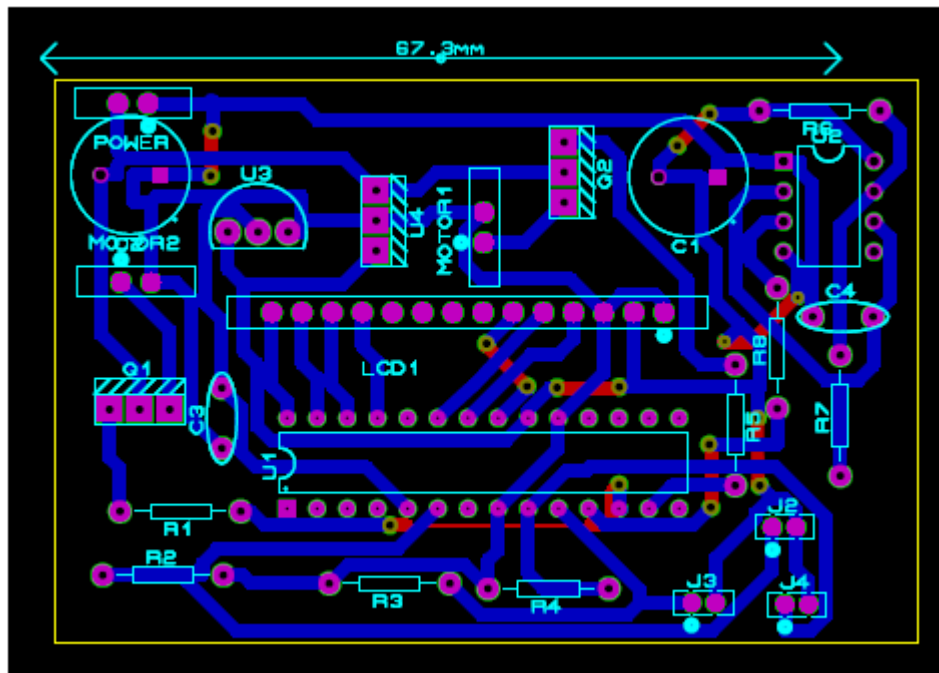
Gráfico 29: Esquemático de funcionamiento

# SECADOR SOLAR



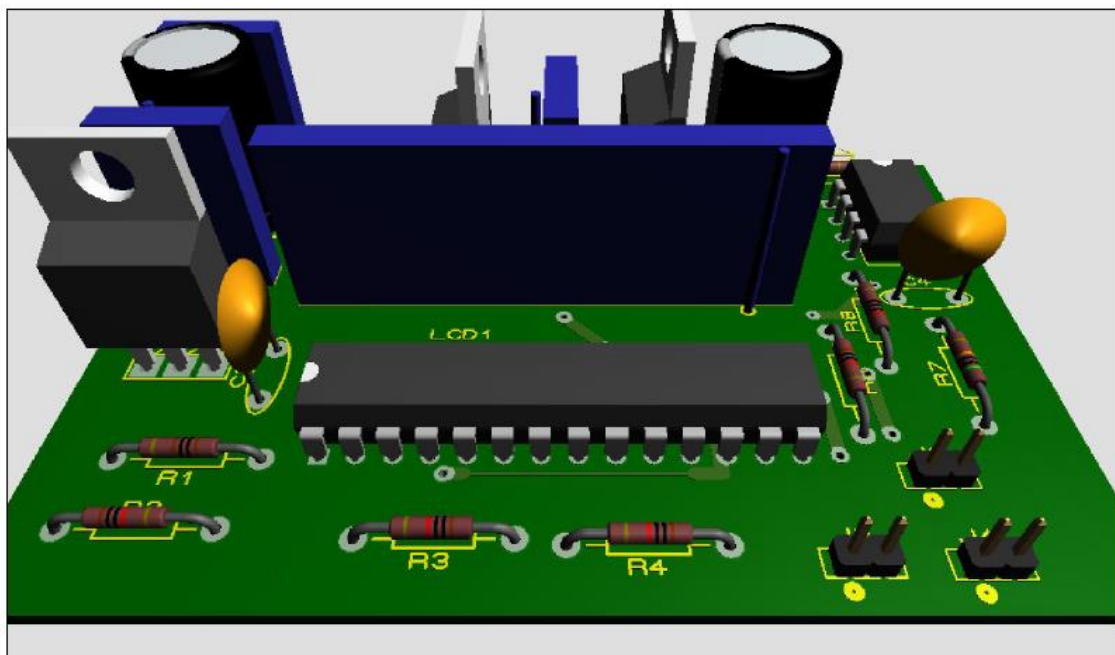
Fuente 34: Elaboración propia.

Gráfico 30: placa PCB



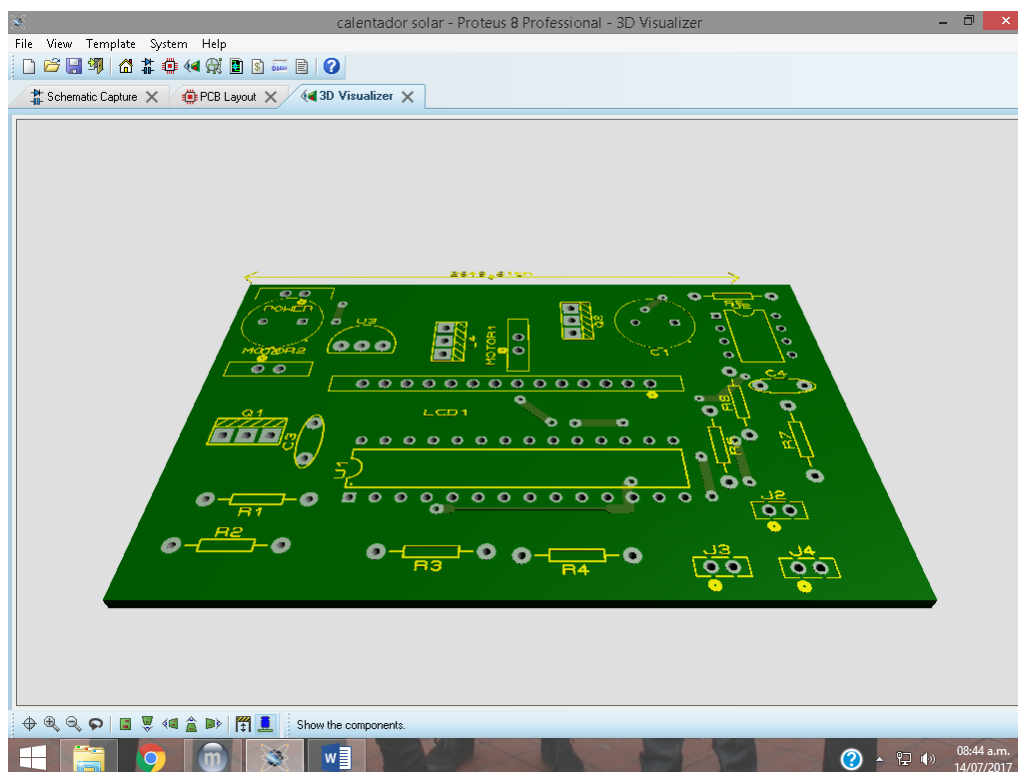
Fuente 35: Elaboración propia.

Gráfico 31: Esquemático en 3D de componentes de control



Fuente 36: Elaboración propia.

Gráfico 32: esquema en 3D de componentes para soldar



Fuente 37: Elaboración propia.

Foto 1: planchado de la placa del circuito de control



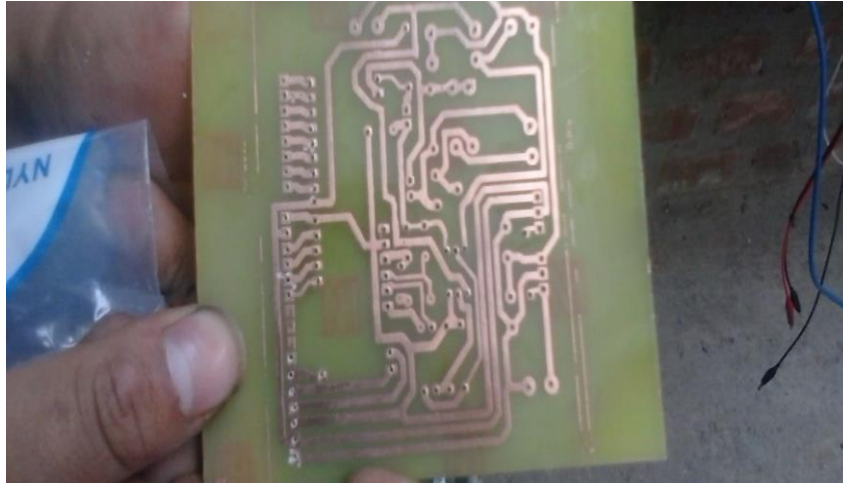
**Fuente 38: Elaboración propia.**

**Foto 2: Quemado de circuito.**



**Fuente 39: elaboración propia.**

**Foto 3: Acabado del circuito luego del quemado**

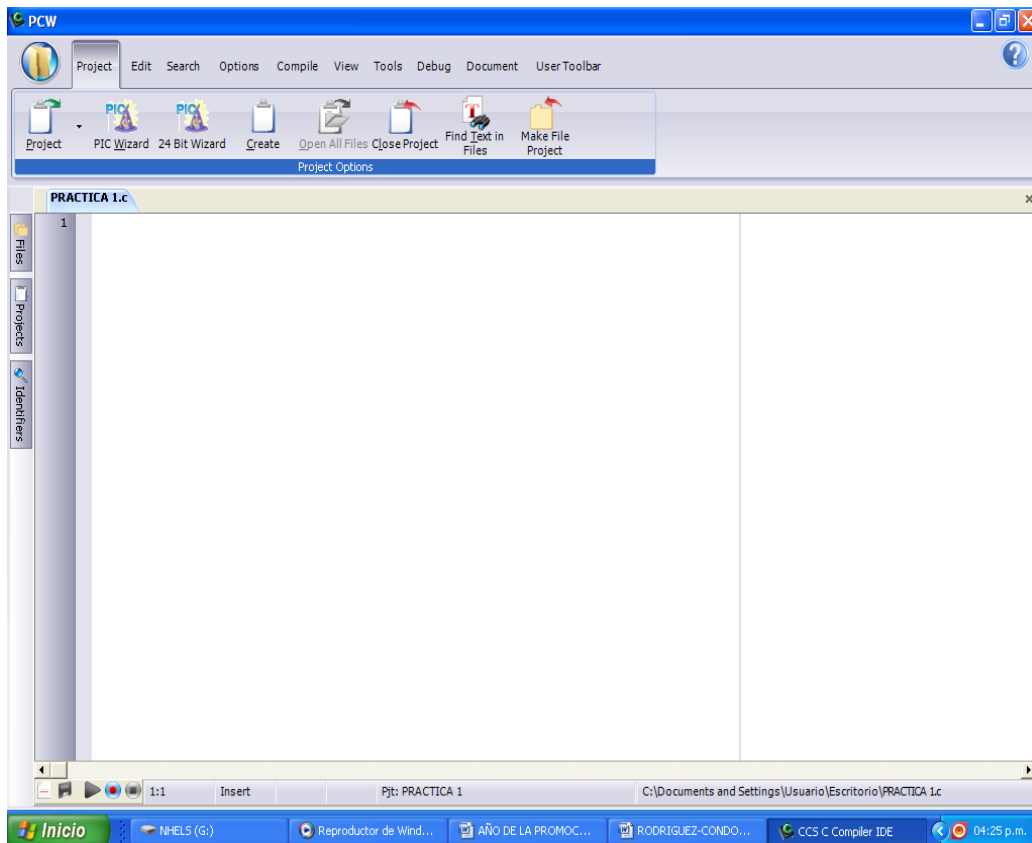


Fuente 40: Elaboración propia.

### **PROGRAMACION DEL PIC**

- PIC C COMPILER es un software usado en el diseño de programas aplicados a los microcontroladores PIC
- Entre las características del programa PIC C COMPILER son las siguientes:
- Incorpora todas las utilidades necesarias para la realización de cualquier proyecto.
- Permite editar el archivo en lenguaje “C” de nuestro proyecto.
- El programa es completamente interactivo, lo que nos permite modificar cualquier registro o localidad de la memoria en cualquier momento.

Gráfico 33: entorno del PIC C COMPILER



Fuente 41: Elaboración propia.

### 3.4.3. DESARROLLO DEL PROGRAMA

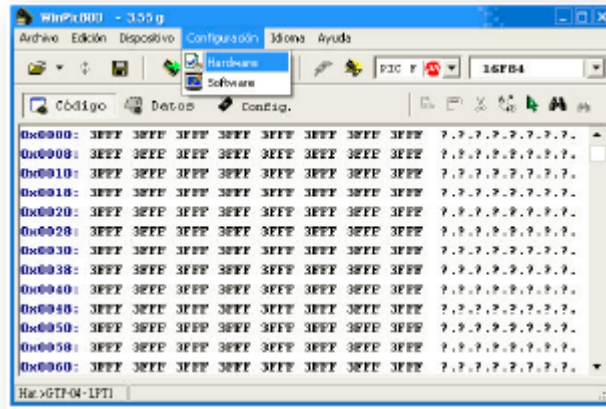
- Procedimiento para crear un proyecto en PIC C COMPILER.
- Para ingresar al programa PIC C COMPILER basta con hacer doble click en el icono instalado.
- Es necesario crear el documento el cual se agregara el proyecto. Para esto ingresar a File>New, y a continuación editar el programa en lenguaje
- Una vez dado click en new le damos click en "Source File"
- A continuación nos aparecerá la opción de guardar y pc guardamos la programación del proyecto
- Una vez guardado el proyecto de la programación empezamos a poner la serie y clase del pic en este caso es el pic 16f877a le ponemos ".h" para que el software le pueda reconocer

### GRABADO DEL PROGRAMA EN WINPIC



Una vez abierto, WINPIC 3.55 G, ir al submenú Configuración y escoger la opción HARDWARE.

**Gráfico 34: grabado del PIC**

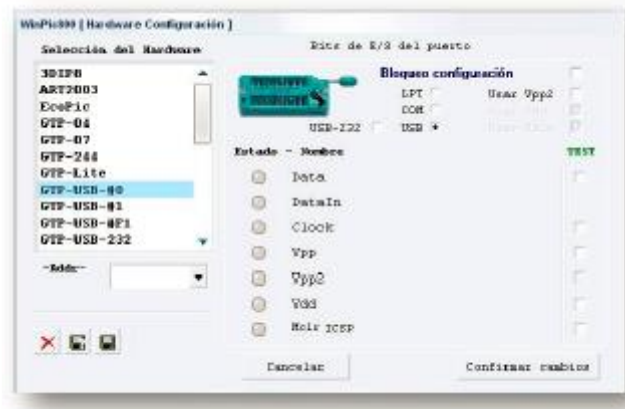


**Fuente 42: Elaboración propia.**

En Hardware escoger la opción GTP–USB-#0, y verificar que este desactivado el casillero de Usar VPP2.

En caso de que el casillero de Usar VPP2 este activado, desactivar el Bloqueo de configuración.

**Gráfico 35: bloque de configuración.**



**Fuente 43: Elaboración propia.**

Y desactivar manualmente Usar VPP2, volver a bloquear configuración para finalmente obtener el cuadro siguiente.

En este punto confirmar los cambios, cerrar WINPIC800 y volverlo a abrir, y detectará conectado el GTP USB.

Como este software de programación WINPIC800 posee auto detección del dispositivo a programar, y como en la instalación no se encuentra ningún PIC colocado en la base ZIF o conectado mediante conexión ICSP (In Circuit Serial Programming), en el cuadro veremos que él no detecta el dispositivo.

Siempre que un dispositivo esté conectado, al abrir WINPIC nos reconocerá que dispositivo vamos a grabar.

Se pueden cambiar las opciones de auto detección y verificación de la programación, en el menú CONFIGURACION, la opción SOFTWARE.

**Gráfico 36: Verificación De Errores**



**Fuente 44: Elaboración propia.**

## **CODIGO DEL PROGRAMA**

**Gráfico 37: Códigos de la programación 01**



## DESARROLLO DEL GRABADO DEL PIC

- Primero conectamos el grabador del microcontrolador a la pc para que el software lo detecta.

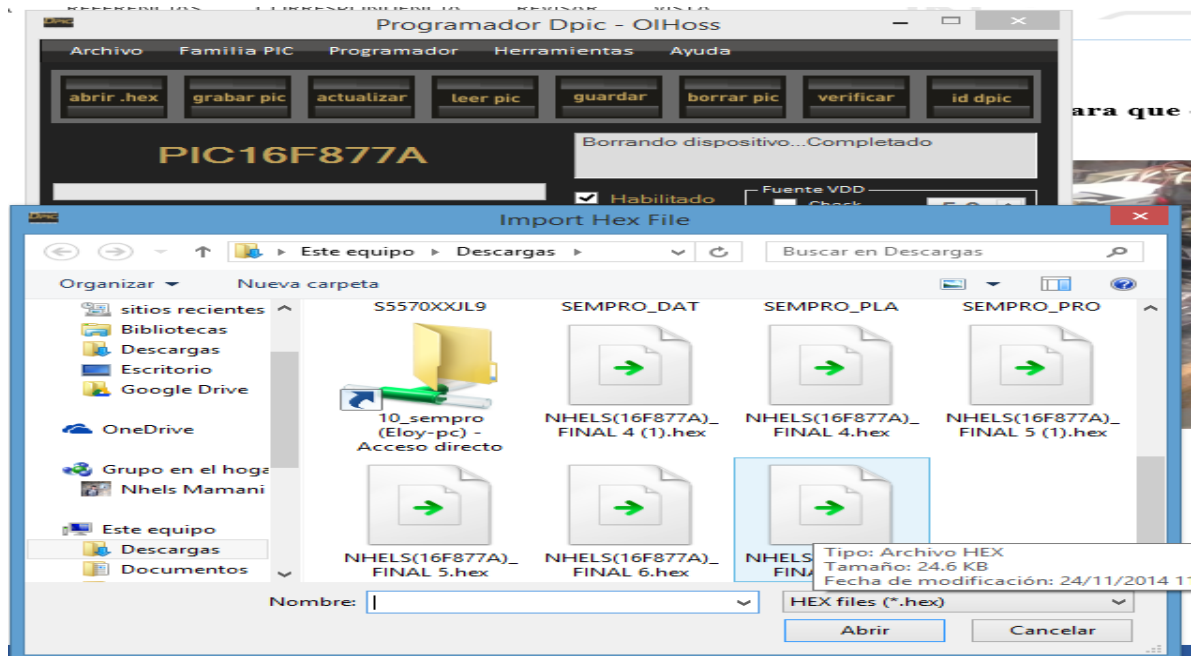
Foto 4: proceso de grabado



Fuente 47: Elaboración propia.

- le damos a la opción de borrar pic y luego abrimos la extensión hex. para cargarlo al software.

Gráfico 39: entorno del grabado de PIC



Fuente 48: Elaboración propia.

### 3.4.4. DISEÑO DE LA PARTE ESTRUCTURAL

Solid Edge es un programa parametrizado de diseño asistido por computadora de piezas tridimensionales. Permite el modelado de piezas de distintos materiales, doblado de chapas, ensamblaje de conjuntos, soldadura, funciones de dibujo en plano para ingenieros.

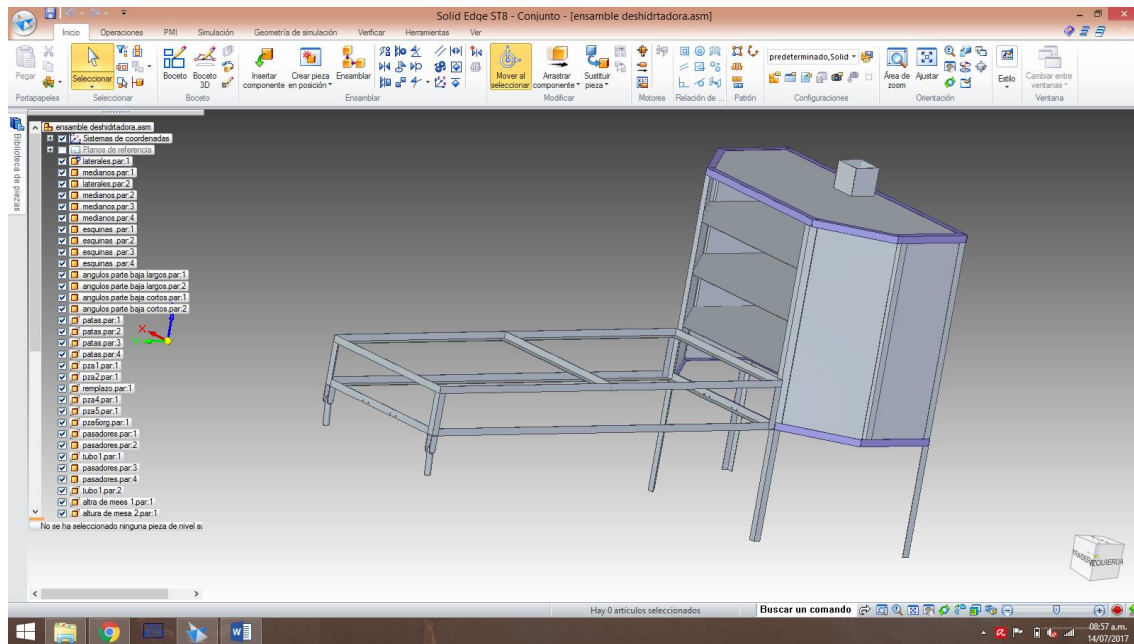
**Gráfico 40: Solid Edge**



**Fuente 49: Simulador solid edge.**

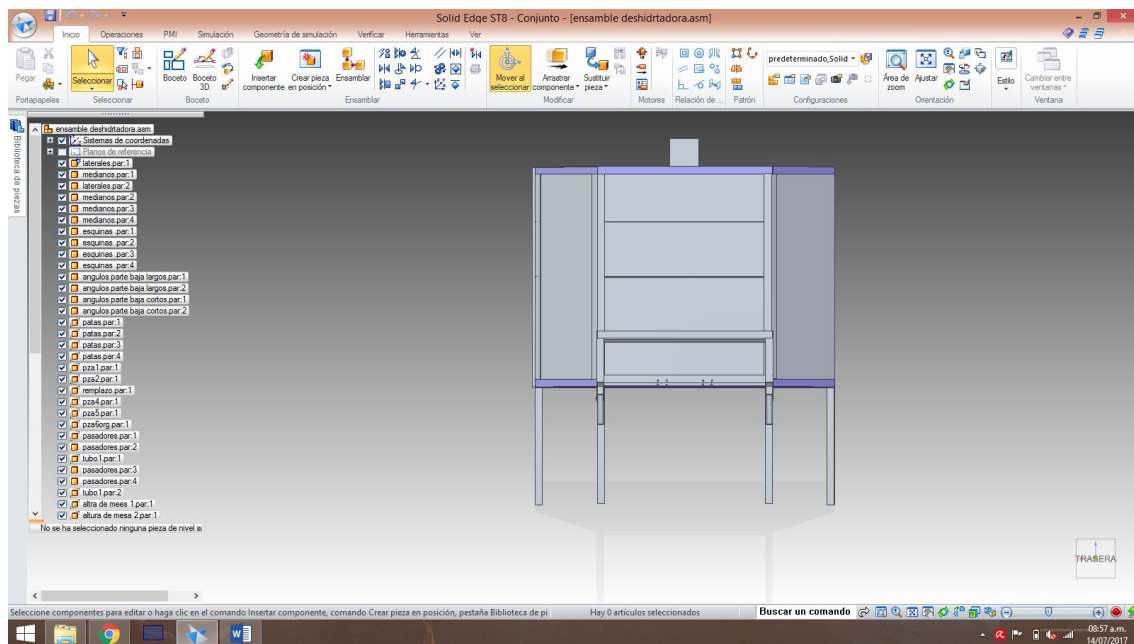
Este es uno de los paquetes instalados a enterrar el uso masivo del CAD 2D dando paso al CAD 3D, con las consiguientes ventajas a todos los niveles del trabajo. A través de software de terceras partes, es compatible con otras tecnologías PLM. También trae "Insight", escrito en PDM y con funcionalidades CPD basadas en tecnología Microsoft.

**Gráfico 41: vista isométrica del modulo**



Fuente 50: Elaboración propia.

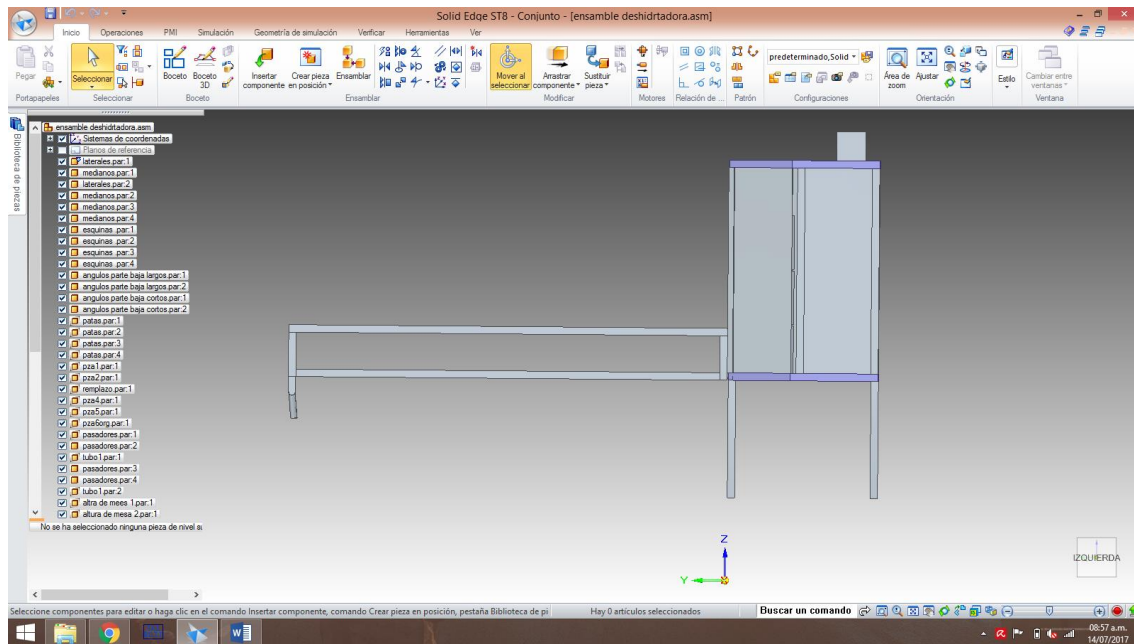
Gráfico 42: vista frontal de la estructura



Fuente 51: Elaboración propia.

## VISTA DE CARA DE LA ESTRUCTURA

Gráfico 43: vista lateral



Fuente 52: Elaboración propia.

Foto 5: vista final del sistema implementado.



Fuente 53: Elaboración propia.

Foto 6: En pruebas y calibración del modulo



Fuente 54: Elaboración propia.



### **3.5. CONCLUSIONES**

- Se cumplió con todos los objetivos de diseño y construcción.
- El desarrollo del equipo nos permitirá controlar los niveles de temperatura y humedad para obtener un producto óptimo para el mercado.

### **3.6. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la instalación de un DATA LOGGER.
- Implementar un sistema de recuperación de aire caliente.

## **CAPÍTULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

#### 4.1. LIBROS

- Sistemas de control digital Benjamin C. Kuo , 1997
- ANALISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL DIGITAL  
Fernández – Rústica, Mayo de 2013
- CIRCUITOS ELECTRICOS PARA INGENIERIA (EN PAPEL),  
VV.AA. , 2004
- Control de los motores de corriente continua, ROBERT  
CHAUPRADE
- Diseño de un controlador PID análogo para un circuito de 2do  
orden mediante la sisotool de MATLAB
- Sistemas de control de procesos, F.G. shinsky
- Introducción al Control de Procesos para Ingenieros, DULHOS  
Jean Francois.

## 4.2. PAGINA WEB

- [http://www.frenteestudiantil.com/upload/material\\_digital/Ingenieria%20de%20Control%20moderna%20-%20Ogata%20-%205ta.pdf](http://www.frenteestudiantil.com/upload/material_digital/Ingenieria%20de%20Control%20moderna%20-%20Ogata%20-%205ta.pdf)
- <https://www.inti.gov.ar/pdf/deshidratador.pdf>
- [http://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria22/feria327\\_01\\_diseno\\_y\\_construccion\\_de\\_un\\_secador\\_solar\\_de\\_fruta.pdf](http://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria22/feria327_01_diseno_y_construccion_de_un_secador_solar_de_fruta.pdf)
- <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwikFghCMAY&url=http%3A2>

## **CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS**

## 5.1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

<b>Amp</b>	
amperio .....	59
<b>bits</b>	
dígito binario .....	42, 97
<b>brushless</b>	
sin escobillas .....	50
<b>Bytes</b>	
unidad de información de base .....	42
<b>CC</b>	
corriente continua .....	49
<b>cm</b>	
centímetros .....	26
<b>datasheet</b>	
ficha de datos .....	41
<b>DC</b>	
corriente directa .....	49, 50
<b>EEPROM</b>	
es un derivado de la memoria sd.....	42
<b>I</b>	
corriente .....	42, 55, 61
<b>LCD</b>	
pantalla de cristal líquido .....	40, 41, 42, 97
<b>LED</b>	
diodo emisor de luz .....	41, 42
<b>M001</b>	
motor dc 01 .....	40
<b>M002</b>	
motor dc 02 .....	40
<b>MHz</b>	
megahercio .....	42
<b>MIPS</b>	
Millones de instrucciones por segundo .....	42
<b>mV</b>	
mili voltio .....	46
<b>nF</b>	
nano faradio .....	53
<b>°C</b>	
grado centígrado .....	26, 46
<b>OSC1/CLKIN</b>	
entrada de oscilador externo .....	43
<b>OSC2/CLKOUT</b>	
Salida del oscilador .....	43
<b>pF</b>	
pico faradio.....	53
<b>PIC</b>	
micro controlador de interfaz periférico .....	40, 41, 43, 63, 64, 71, 72, 73, 74, 76, 101
<b>R1</b>	
resistencia 1.....	51
<b>R2</b>	
resistencia 2.....	51
<b>R3</b>	
resistencia 3.....	51

<b>RAM</b>	
memoria de acceso aleatorio .....	42
<b>Rn</b>	
resistencia n.....	51
<b>RS-232</b>	
estándar recomendado 232 .....	42
<b>RT</b>	
resistencia total .....	51
<b>V</b>	
voltio.....	24, 46, 55, 62, 64
<b>VDD</b>	
alimentación positiva .....	43
<b>VSS</b>	
alimentación negativa .....	43
<b>μA</b>	
micro amperio .....	47



## **CAPÍTULO VI: TABLA DE GRÁFICOS**

## 6.1. TABLA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Logo de la empresa ITC Corporation.....	2
Gráfico 2: Organigrama de la empresa ITC Corporation.....	4
Gráfico 3: ITC Technology. ....	5
Gráfico 4: Esquema de un Sistema de Secador Solar Indirecto.....	16
Gráfico 5: esquema del control de nivel de un tanque de agua.....	18
Gráfico 6: Diagrama de bloques del sistema de control de lazo abierto.....	21
Gráfico 7: Calentador de agua. ....	22
Gráfico 8: diagrama de bloques del sistema de control retroalimentado.....	23
Gráfico 9: sistema neumático de control de nivel. ....	24
Gráfico 10: Pantalla LCD.....	29
Gráfico 11: microprocesador PIC16F887 .....	30
Gráfico 12: Estructura interna del 16F887.....	31
Gráfico 13: circuito integrado 555 .....	32
Gráfico 14: esquemático del CI 555 .....	33
Gráfico 15: Sensor LM35.....	35
Gráfico 16: Sensor DH11.....	35
Gráfico 17: motor dc.....	36
Gráfico 18: partes del motor DC.....	37
Gráfico 19: Condensador Cerámico .....	40
Gráfico 20: Símbolo del condensador electrolítico.....	41
Gráfico 21: Simbología de un diodo.....	43
Gráfico 22: placas del transformador .....	44
Gráfico 23: LM7805.....	51
Gráfico 24: LM7812.....	51
Gráfico 25: polarización del BC547 .....	53
Gráfico 26: proteus8.4 .....	54

Gráfico 27: proteus design suit 8.0 .....	54
Gráfico 28: Circuito esquemático. ....	55
Gráfico 29: Esquemático de funcionamiento .....	55
Gráfico 30: placa PCB .....	56
Gráfico 31: Esquemático en 3D de componentes de control .....	57
Gráfico 32: esquema en 3D de componentes para soldar .....	57
Gráfico 36: entorno del PIC C COMPILER.....	59
Gráfico 37: grabado del PIC .....	61
Gráfico 38: bloque de configuración.....	61
Gráfico 39: Verificación De Errores.....	62
Gráfico 40: Códigos de la programación 01.....	62
Gráfico 41: Códigos de la programación 02.....	63
Gráfico 42: entorno del grabado de PIC .....	64
Gráfico 43: Solid Edge .....	65
Gráfico 44: vista isométrica del modulo .....	65
Gráfico 45: vista frontal de la estructura .....	66
Gráfico 46: vista lateral .....	66

## 6.2. TABLA DE CUADROS

Tabla 1: Composición Química de la Manzanilla .....	14
Tabla 2: Código de colores .....	39
Tabla 3: Especificaciones técnicas. ....	43
Tabla 4: Determinación de voltajes y corrientes .....	49
Tabla 5: Corriente Q.....	52

### 6.3. ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: planchado de la placa del circuito de control.....	57
Foto 2: Quemado de circuito. ....	58
Foto 3: Acabado del circuito luego del quemado .....	58
Foto 4: proceso de grabado .....	64
Foto 5: vista final del sistema implementado.....	67
Foto 6: En pruebas y calibración del modulo.....	68

## 6.4. ÍNDICE DE FUENTE

Fuente 1: Elaboración propia.....	2
Fuente 2: Elaboración propia.....	4
Fuente 3: Elaboración propia.....	5
Fuente 4: Romero M. 2008.....	15
Fuente 5: Veolia Water Solutions & Technologies. ....	17
Fuente 6: Jean Francois DULHOSTE, Introducción al Control de Procesos para Ingenieros, Mérida – Venezuela. ....	18
Fuente 7: Jean Francois DULHOSTE, Introducción al Control de Procesos para Ingenieros, Mérida – Venezuela. ....	22
Fuente 8: Jean Francois DULHOSTE, Introducción al Control de Procesos para Ingenieros, Mérida Venezuela. ....	22
Fuente 9: Jean Francois DULHOSTE, Introducción al Control de Procesos para Ingenieros, Mérida – Venezuela. ....	23
Fuente 10: Jean Francois DULHOSTE, Introducción al Control de Procesos para Ingenieros, Mérida – Venezuela. ....	24
Fuente 11: <a href="http://programarpicenc.com/articulos/display-lcd-16x2-2x16-con-el-hd44780-en-mikroc-pro/">http://programarpicenc.com/articulos/display-lcd-16x2-2x16-con-el-hd44780-en-mikroc-pro/</a> .....	29
Fuente 12: <a href="https://learn.mikroe.com/ebooks/microcontroladorespic/chapter/caracteristicas-basicas-del-pic16f887/">https://learn.mikroe.com/ebooks/microcontroladorespic/chapter/caracteristicas-basicas-del-pic16f887/</a> .....	30
Fuente 13: <a href="https://learn.mikroe.com/ebooks/microcontroladorespic/chapter/caracteristicas-basicas-del-pic16f887/">https://learn.mikroe.com/ebooks/microcontroladorespic/chapter/caracteristicas-basicas-del-pic16f887/</a> .....	31
Fuente 14: <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555">https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555</a> .....	33
Fuente 15: <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555">https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555</a> .....	33
Fuente 16: <a href="https://hetpro-store.com/TUTORIALES/lm35-esp8266-monitoreo-servidor-web/">https://hetpro-store.com/TUTORIALES/lm35-esp8266-monitoreo-servidor-web/</a> .....	35
Fuente 17: <a href="http://www.electrodragon.com/product/humidity-and-temperature-sensor-dht11/">http://www.electrodragon.com/product/humidity-and-temperature-sensor-dht11/</a> .....	36
Fuente 18: <a href="http://www.directindustry.es/prod/chiaphua-components/product-61070-575718.html">http://www.directindustry.es/prod/chiaphua-components/product-61070-575718.html</a> .....	36

Fuente 19: <a href="http://www.comprendamos.org/alephzero/61/elmotordecorrie.html">http://www.comprendamos.org/alephzero/61/elmotordecorrie.html</a> .....	37
Fuente 20: <a href="http://www.areatecnologia.com/electricidad/resistencia-electrica.html">http://www.areatecnologia.com/electricidad/resistencia-electrica.html</a> .....	39
Fuente 21: <a href="https://www.planetaelectronico.com/condensador-ceramico-100nf-50v-p-18124.html">https://www.planetaelectronico.com/condensador-ceramico-100nf-50v-p-18124.html</a> .....	41
Fuente 22: <a href="http://www.incb.com.mx/index.php/articulos/9-articulos-tecnicos-y-proyectos/1126-como-identificar-terminales-de-componentes-art207s">http://www.incb.com.mx/index.php/articulos/9-articulos-tecnicos-y-proyectos/1126-como-identificar-terminales-de-componentes-art207s</a> .....	41
Fuente 23: <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo">https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo</a> .....	43
Fuente 24: <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo">https://es.wikipedia.org/wiki/Diodo</a> .....	44
Fuente 25: <a href="https://es.scribd.com/document/72980891/Diseno-de-Transformador-de-Baja-Potencia">https://es.scribd.com/document/72980891/Diseno-de-Transformador-de-Baja-Potencia</a> .....	45
Fuente 26: Elaboración propia.....	50
Fuente 27: <a href="http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/03/09/regulador-de-voltaje-7805/">http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/03/09/regulador-de-voltaje-7805/</a> .....	51
Fuente 28: <a href="https://electronics.stackexchange.com/questions/308420/lm7812-and-decoupling-capacitor-value">https://electronics.stackexchange.com/questions/308420/lm7812-and-decoupling-capacitor-value</a> .....	52
Fuente 29: Elaboración propia.....	53
Fuente 30: Elaboración propia.....	53
Fuente 31: Simulador proteus. ....	54
Fuente 32: Simulador proteus. ....	54
Fuente 33: Elaboración propia.....	55
Fuente 34: Elaboración propia.....	56
Fuente 35: Elaboración propia.....	56
Fuente 36: Elaboración propia.....	57
Fuente 37: Elaboración propia.....	57
Fuente 38: Elaboración propia.....	58
Fuente 39: elaboración propia.....	58
Fuente 40: Elaboración propia.....	59
Fuente 41: Elaboración propia.....	60
Fuente 42: Elaboración propia.....	61

Fuente 43: Elaboración propia.....	61
Fuente 44: Elaboración propia.....	62
Fuente 45: Elaboración propia.....	63
Fuente 46: Elaboración propia.....	63
Fuente 47: Elaboración propia.....	64
Fuente 48: Elaboración propia.....	64
Fuente 49: Simulador solid edge. ....	65
Fuente 50: Elaboración propia.....	66
Fuente 51: Elaboración propia.....	66
Fuente 52: Elaboración propia.....	67
Fuente 53: Elaboración propia.....	67
Fuente 54: Elaboración propia.....	68



## **CAPÍTULO VII: ANEXSOS**

## 7.1. ANEXO 1: CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN.

```

*****
!* Name   : UNTITLED.BAS                *
!* Author : CRISTIAN ROJAS HUINCHO      *
!* Notice : Copyright (c) 2017 UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS *
!*       : All Rights Reserved          *
!* Date   : 06/09/2017                  *
!* Version : 1.0                         *
!* Notes  :                             *
!*       :                               *
*****

define osc 4

ANSELH=0

DEFINE ADC_BITS 10 ' Set number of bits in result
DEFINE ADC_CLOCK 3 ' Set clock source (rc = 3)
DEFINE ADC_SAMPLEUS 50
DEFINE LCD_DREG PORTB 'LCD data port
DEFINE LCD_DBIT 4 'LCD data starting bit 0 or 4
DEFINE LCD_RSREG PORTB 'LCD register select port
DEFINE LCD_RSBIT 1 'LCD register select bit
DEFINE LCD_EREG PORTB 'LCD enable port
DEFINE LCD_EBIT 0 'LCD enable bit
DEFINE LCD_RWREG PORTB 'LCD read/write port
DEFINE LCD_RWBIT 2 'LCD read/write bit

f var word

t var word

set var byte

```

```
e var word
humedad var word
trisa=%11111111
set=30
inicio:
  ADCIN 3,t
  pause 100
  t=t/128
  if porta.4=1 then
    LCDOUT $FE, 1,"fije temperatura"
    LCDOUT $FE, $C0,"temp:",dec set,223
    pause 500
  while (porta.4=0)
    LCDOUT $FE, 1,"fije temperatura"
    LCDOUT $FE, $C0,"temp:",dec set,223
  if porta.6 and set<50 then set=set+1
  if porta.7 and set>1 then set=set-1
  pause 200
wend
endif
if t<set then e=0
if t>=set then e=t-set
e=e*10
if e>255 then e=255
hpwm 1,e,200
LCDOUT $FE, 1,"frec:",dec f,":",dec humedad,37
LCDOUT $FE, $C0,"temp:",dec t,223
```

```
count portc.0,1000,f
if f<=6186 then
humedad=(7563-f)/15
endif
if f<=6330 and f>6186 then
humedad=(7482-f)/15
endif
if f<=6186 and f>6330 then
humedad=(7434-f)/15
endif
if f<=6600 and f>6468 then
humedad=(7392-f)/14
endif
if f<=6728 and f>6600 then
humedad=(7368-f)/14
endif

if f<=6853 and f>6728 then
humedad=(7553-f)/13
endif
if f<=6976 and f>6853 then
humedad=(7345-f)/13
endif

if f<=7100 and f>6976 then
humedad=(7348-f)/13
endif
```

if  $f \leq 7224$  and  $f > 7100$  then

humedad =  $(7348 - f) / 13$

endif

if  $f \geq 7224$  then

humedad =  $(7551 - f) / 14$

endif

goto inicio

## 7.2. ANEXO 2: COSTO TOTAL DE LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO.

CANTIDAD	MATERIALES	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	PLACA DE FIBRA DE VIFRIO	10 X10	S/. 5.00	S/. 5.00
1	MICROCONTROLADOR	PIC 16F886A	S/. 20.00	S/. 20.00
1	TECLAS	4X4	S/. 20.00	S/. 20.00
1	DIODO ZENER	4.7 VOLT 1 WATT	S/. 20.00	S/. 20.00
1	CONDENSADOR ELECTROLITICO	1uF 50 VOLT	S/. 0.20	S/. 0.20
1	CONDENSADOR ELECTROLITICO	100uF 50 VOLT	S/. 0.20	S/. 0.20
1	OSCILADOR CRISTAL	4 MHZ	S/. 0.20	S/. 0.20
2	DIODO	1N4007	S/. 0.20	S/. 0.40
1	REGULADOR DE VOLTAJE	7805	S/. 0.50	S/. 0.50
1	REGULADOR DE VOLTAJE	7812	S/. 0.50	S/. 0.50
1	RESISTENCIA	200K OHM 1/2 WATT	S/. 0.20	S/. 0.20
2	RESISTENCIA	10K OHM 1/2 WATT	S/. 0.20	S/. 0.40
2	RESISTENCIA	3.3 K OHM 1/2 WATT	S/. 0.20	S/. 0.40
1	RESITENCIA	170 K OHM 1/2 WATT	S/. 0.20	S/. 0.20
2	MOLEX	DE 6 PINES	S/. 0.50	S/. 1.00
2	MOLEX	DE 4 PINES	S/. 0.50	S/. 1.00
4	TERMINALES	BIPOLARES	S/. 0.50	S/. 2.00
2	TRANSISTORES	BC 547	S/. 6.00	S/. 12.00
2	CAPACITOR	CERAMICO 22 PF	S/. 6.00	S/. 12.00
2	DIODO PUENTES	50 AMP	S/. 7.00	S/. 14.00
2	CONDENSADOR ELECTROLITICO	4700 Uf 50 VOLT	S/. 3.00	S/. 6.00
5	METROS DE CABLE	AWG N- 10	S/. 3.00	S/. 15.00
1	PANTALLA LCD	2X16	S/. 17.00	S/. 17.00
2	COCODRILOS	GRANDES	S/. 3.00	S/. 6.00
1	TRANSFORMADOR	20 AMP VOLTAJE DE 12 Y 14 VOLT	S/. 300.00	S/. 300.00
1	ZOCALO	40 PINES	S/. 2.00	S/. 2.00
1	RESISTENCIA	VARIABLE DE 5K	S/. 1.00	S/. 1.00
<b>TOTAL</b>			S/.	<b>457.20</b>

### 7.3. ANEXO 3: DIAPOSITIVAS UTILIZADAS EN LA EXPOSICIÓN

#### ❖ DIAPOSITIVA 01



**UAP** | **UNIVERSIDAD  
ALAS PERUANAS**  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
ELECTRONICA  
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFECIONAL  
**DISEÑO DE SECADOR SOLAR AUTOMATIZADO  
PARA LA OBTENCION DE MANZANILLA  
DESHIDRATADA - TARMA**  
PRESENTADO POR BACHILLER  
**ROJAS HUINCHO EDER CHRISTIAN**  
PARA OBTAR EL TITULO PROFECIONALDE INGENIERO  
ELECTRONICO Y TELECOMUNICACIONES  
LIMA - PERU  
2017

## ❖ DIAPOSITIVA 02






## ❖ DIAPOSITIVA 03




## ❖ DIAPOSITIVA 04


**CAPITULO I**




**ITC CORPORATION**




**ITC TECHNOLOGY**




**ITC CONSTRUCTION**



**ITC ENGINEERING**



**ITC CORPORATION**

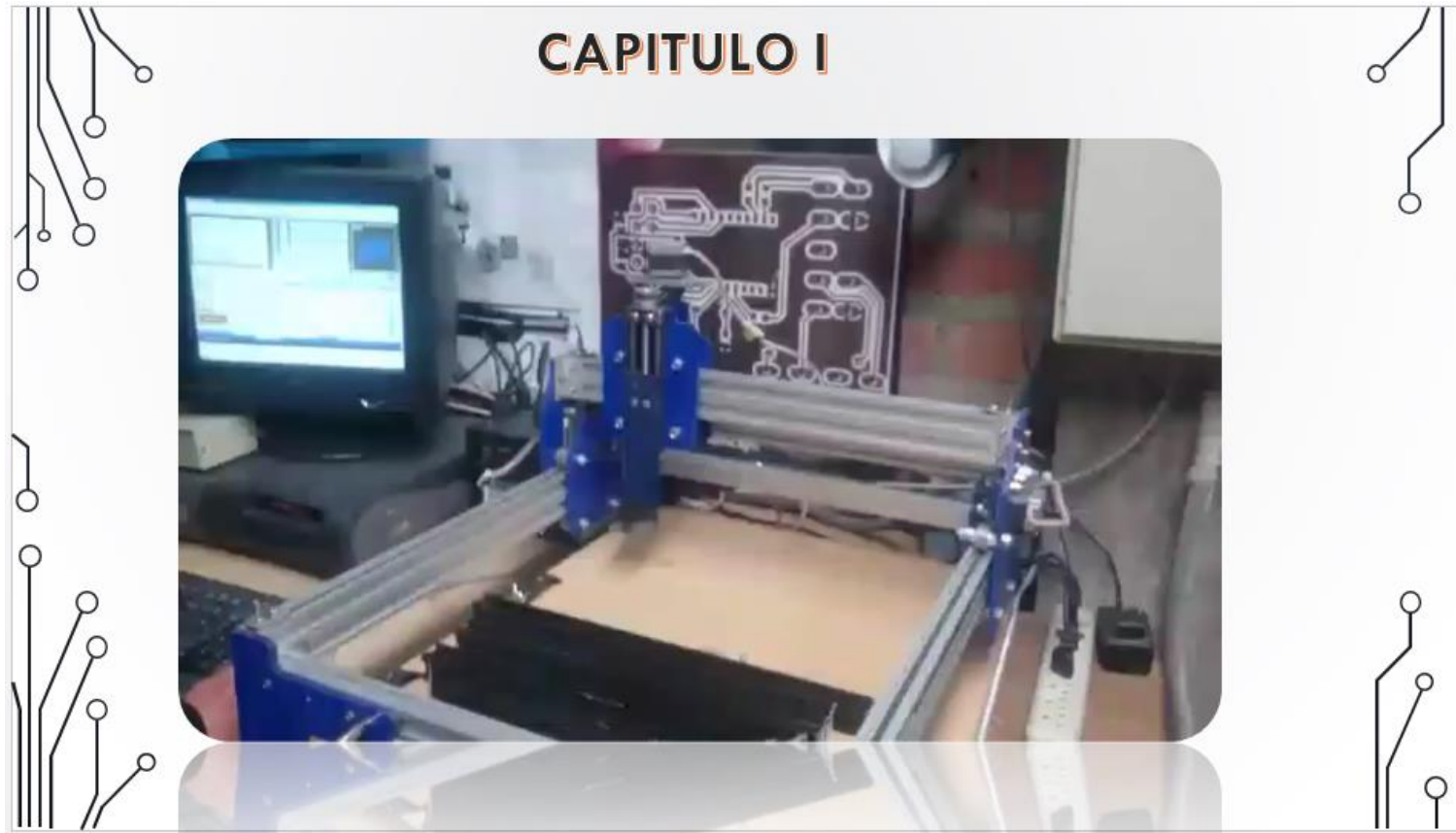


**ITC ENGINEERING**

❖ DIAPOSITIVA 05



## ❖ DIAPOSITIVA 06



## ❖ DIAPOSITIVA 07

## CAPITULO II

### ANALISIS DEL PROBLEMA



The slide features three distinct images arranged horizontally. On the left, a solar panel is mounted on a pole next to a dark, rustic building. In the center, a polytunnel structure is set up in a field, with its white plastic covering partially open. On the right, a glass teapot filled with chamomile tea sits on a bed of dried chamomile flowers, with a metal strainer resting on top of the teapot.

## ❖ DIAPOSITIVA 08

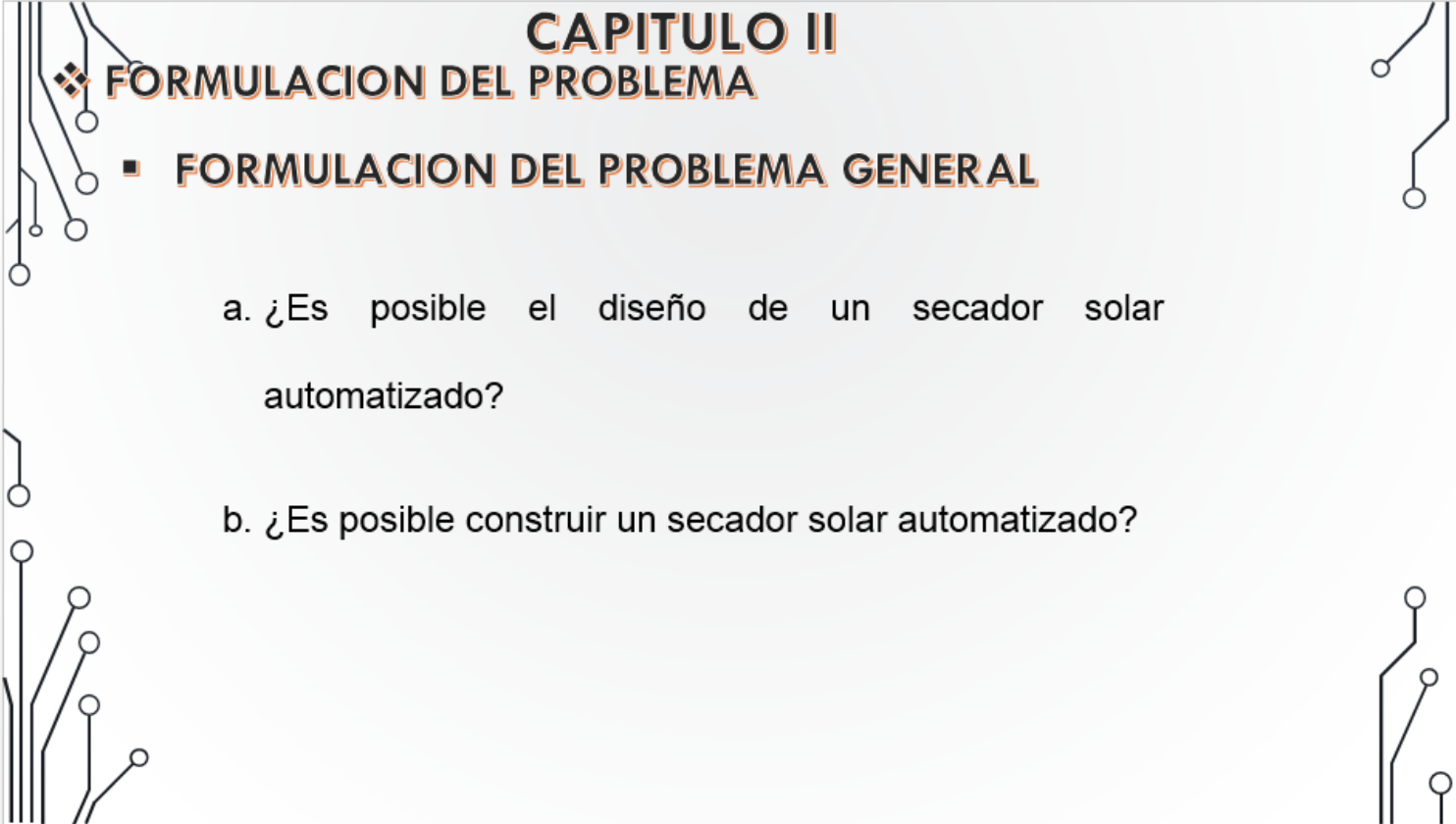
## CAPITULO II

### ❖ FORMULACION DEL PROBLEMA

- **FORMULACION DEL PROBLEMA GENERAL**  
¿Es posible obtener un proceso de deshidratado de la manzanilla con estándares de la calidad en la provincia de Tarma?



## ❖ DIAPOSITIVA 09

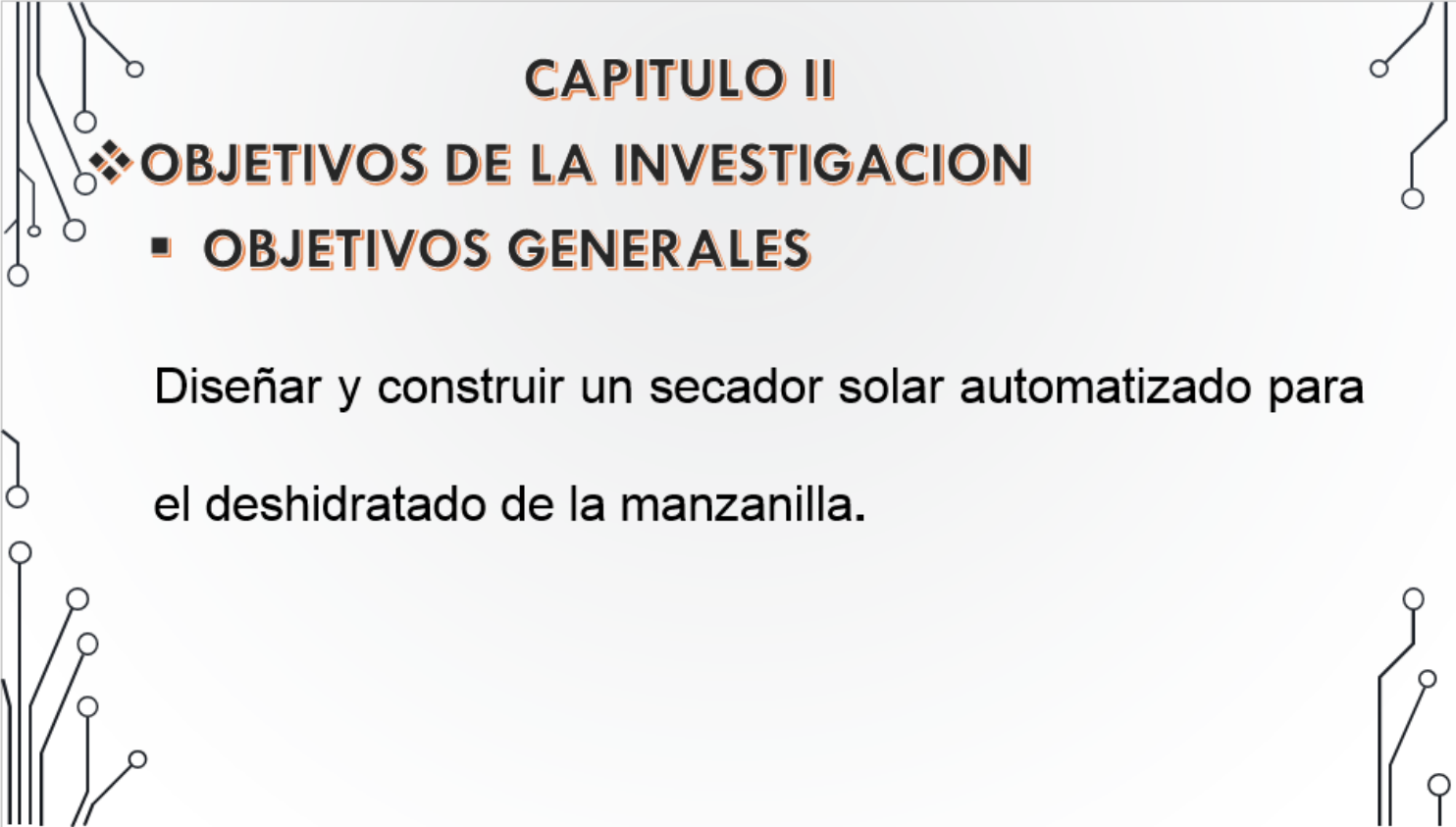


## **CAPITULO II**

### ❖ **FORMULACION DEL PROBLEMA**

- **FORMULACION DEL PROBLEMA GENERAL**
  - a. ¿Es posible el diseño de un secador solar automatizado?
  - b. ¿Es posible construir un secador solar automatizado?

## ❖ DIAPOSITIVA 10



**CAPITULO II**

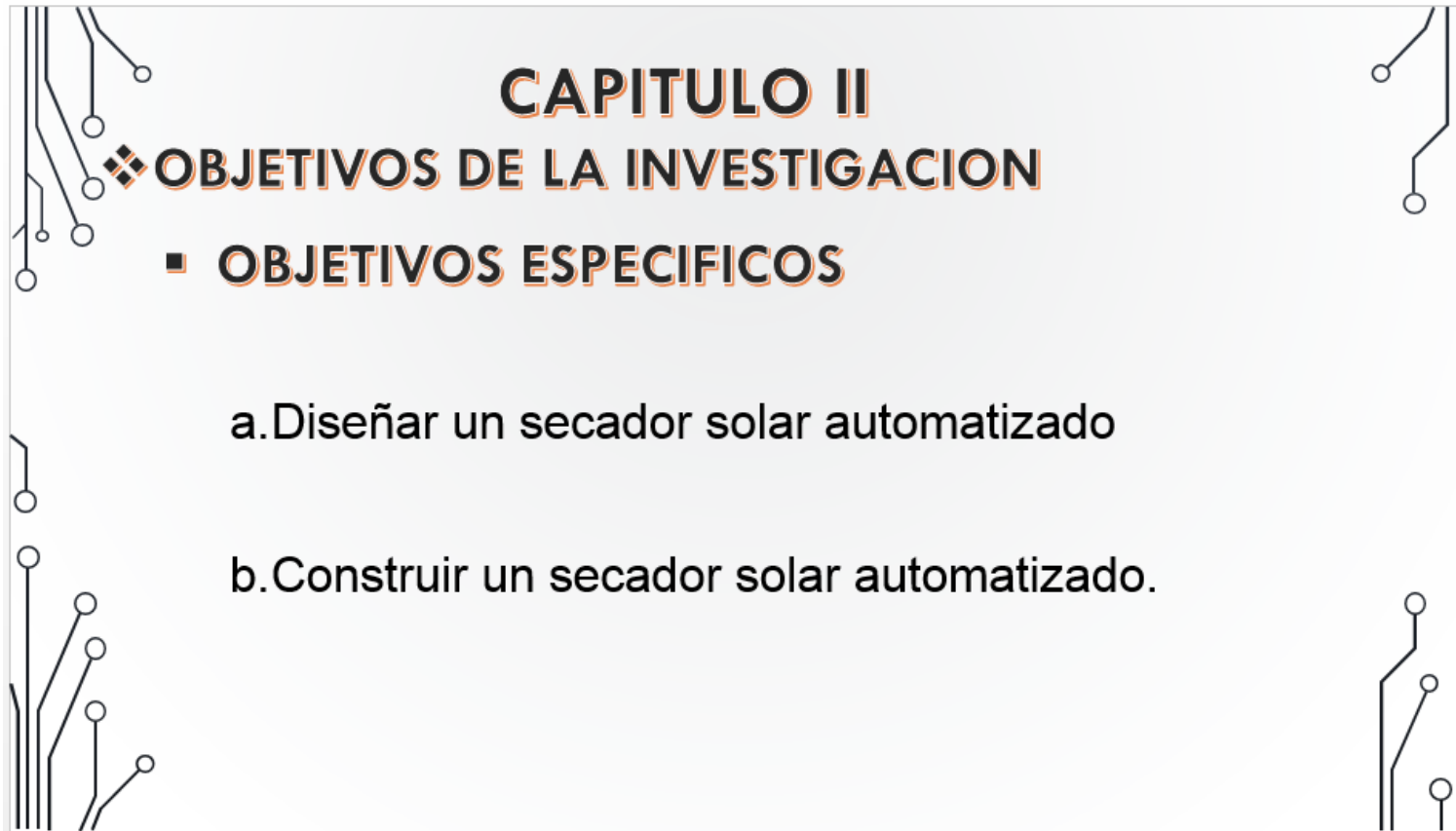
❖ **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

- **OBJETIVOS GENERALES**

Diseñar y construir un secador solar automatizado para el deshidratado de la manzanilla.



## ❖ DIAPOSITIVA 11



## **CAPITULO II**

### **❖ OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

- OBJETIVOS ESPECIFICOS**
  - a. Diseñar un secador solar automatizado
  - b. Construir un secador solar automatizado.


## ❖ DIAPOSITIVA 12

**CAPITULO III**

❖ **DESCRIPCION Y DESRROLLO**

- **TEORIAS BASICAS**
  - **MANZANILLA**

La manzanilla es una planta anual, herbácea, erecta, glabra, muy ramificada, que puede alcanzar los 60 cm de altura. Las hojas son sésiles, profundamente divididas en lacinias, muy finas y filiformes.



## ❖ DIAPOSITIVA 13

## CAPITULO III

- **TEORIAS BASICAS**
  - **DESHIDRATACION DE HIERBAS AROMATICAS**



The photograph shows a rustic wooden interior with several bundles of fresh herbs hanging from a string. The herbs are in various stages of drying, with some appearing more vibrant green and others more brown and shriveled. The background is a dark wooden wall with a small window.

## ❖ DIAPOSITIVA 14

## CAPITULO III

- **TEORIAS BASICAS**
  - **SECADO SOLAR**



The diagram on the left illustrates a solar tower dryer. It features a tall, cylindrical tower with a conical top. A long, inclined collector is positioned at the base of the tower. Arrows indicate the flow of air from the collector up through the tower. A sun icon is shown in the upper left corner, representing the source of solar radiation.



The diagram on the right illustrates a solar cabinet dryer. It shows a cross-section of a cabinet with a slanted collector at the bottom. A sun icon is in the upper left. Red arrows represent solar radiation hitting the collector. The collector is connected to a chamber containing several trays of green material. Red arrows indicate the flow of air from the collector into the chamber. The chamber is supported by two vertical posts. The number '1' is at the collector's base, '2' is at the collector's top, and '3' is at the chamber's base. The number '4' is at the top of the chamber.

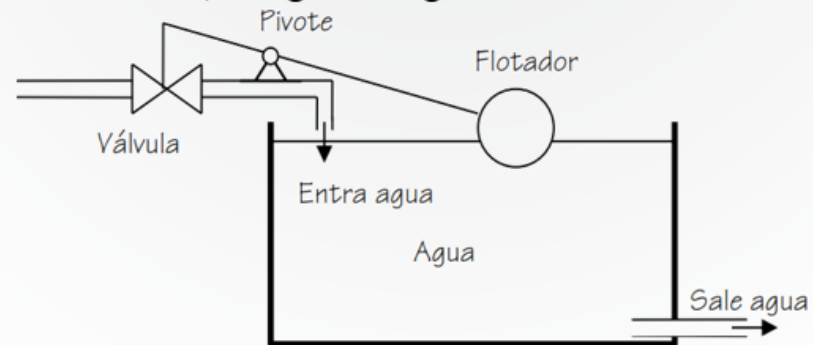
## ❖ DIAPOSITIVA 15

## CAPITULO III

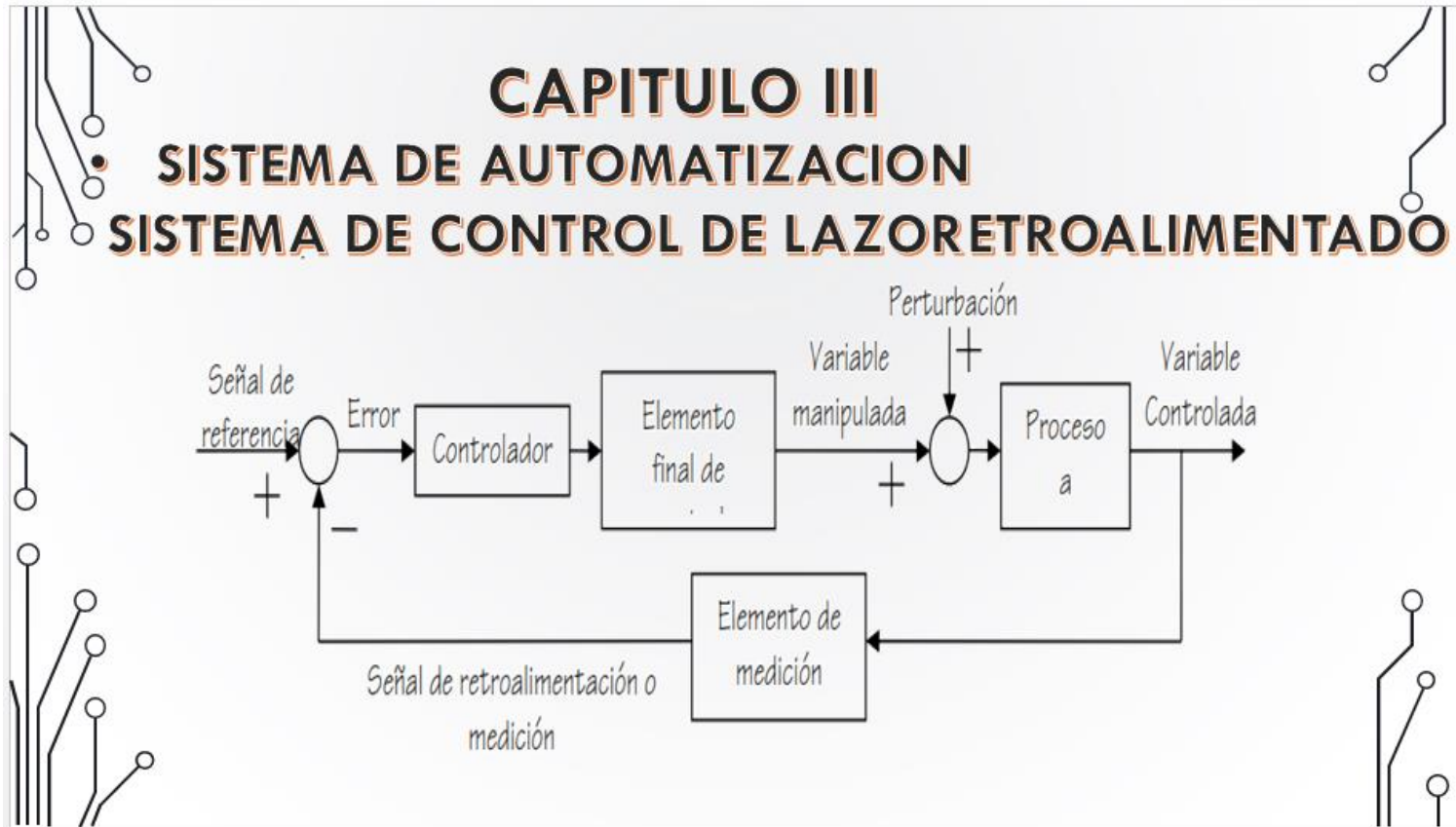
### ▪ TEORIAS BASICAS

#### • SISTEMA DE AUTOMATIZACION

Es un arreglo de componentes físicos conectados de tal manera, que el arreglo pueda comandar, dirigir o regular a sí mismo o a otro sistema.



## ❖ DIAPOSITIVA 16



## ❖ DIAPOSITIVA 17



## ❖ DIAPOSITIVA 18

## CAPITULO III

### ❖ DISEÑO

- REQUERIMIENTO
  - PANTALLA LCD



- MICROPROCESADOR 16F887







## ❖ DIAPOSITIVA 20

## CAPITULO III

- **REQUERIMIENTO**
  - **SENSOR DE HUMEDAD DHT11**  
A blue PCB module for a DHT11 sensor. It features a blue plastic header with 5 pins. The pins are labeled: DOUT (Digital Output), GND (Ground), and VCC (VCC). The text 'Temperature & Humidity' is printed at the bottom of the module. There are also two circular components on the top of the PCB.  
    - **MOTOR CC**  
A small, cylindrical, silver-colored DC motor with a black end cap and a metal shaft protruding from the front. It has two electrical leads on the back.

## ❖ DIAPOSITIVA 21

# CAPITULO III

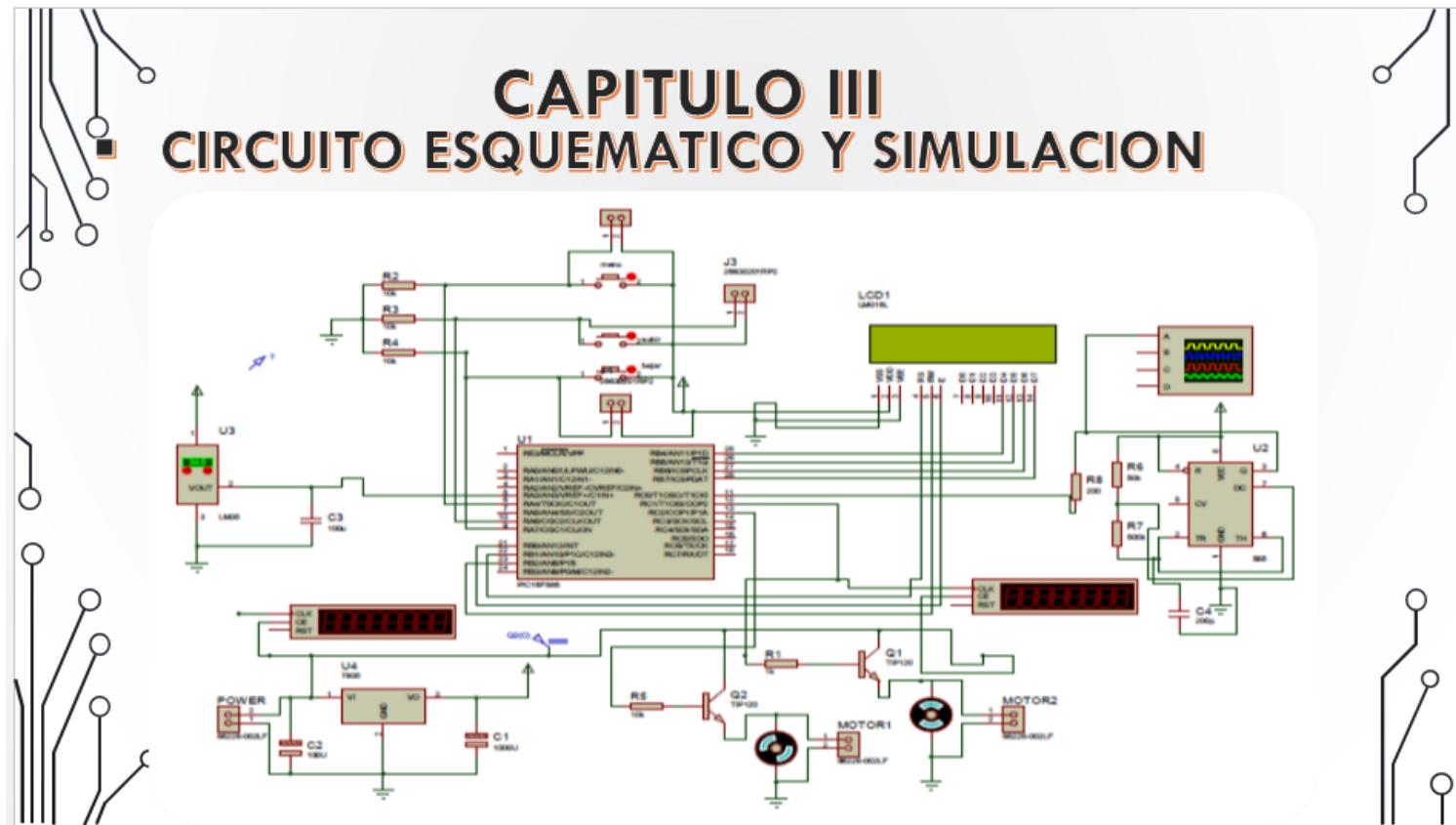
## ❖ DISEÑO DEL CIRCUITO ESQUEMATICO

- PROGRAMA PROTEUS 8.4



The image displays the Proteus 8.4 software interface and logos. On the left is the main Proteus 8.4 splash screen, featuring the word 'PROTEUS' in a blue, glowing font at the top, 'ISIS' in a large white font in the center, and a background of a circuit board, a globe, and a lightning bolt. Below the splash screen is a dark blue rounded rectangle containing two logos: a blue square with the white text 'isis' and a red square with the white text 'ARES'. The entire slide is framed by a light gray background with white circuit board traces and nodes.

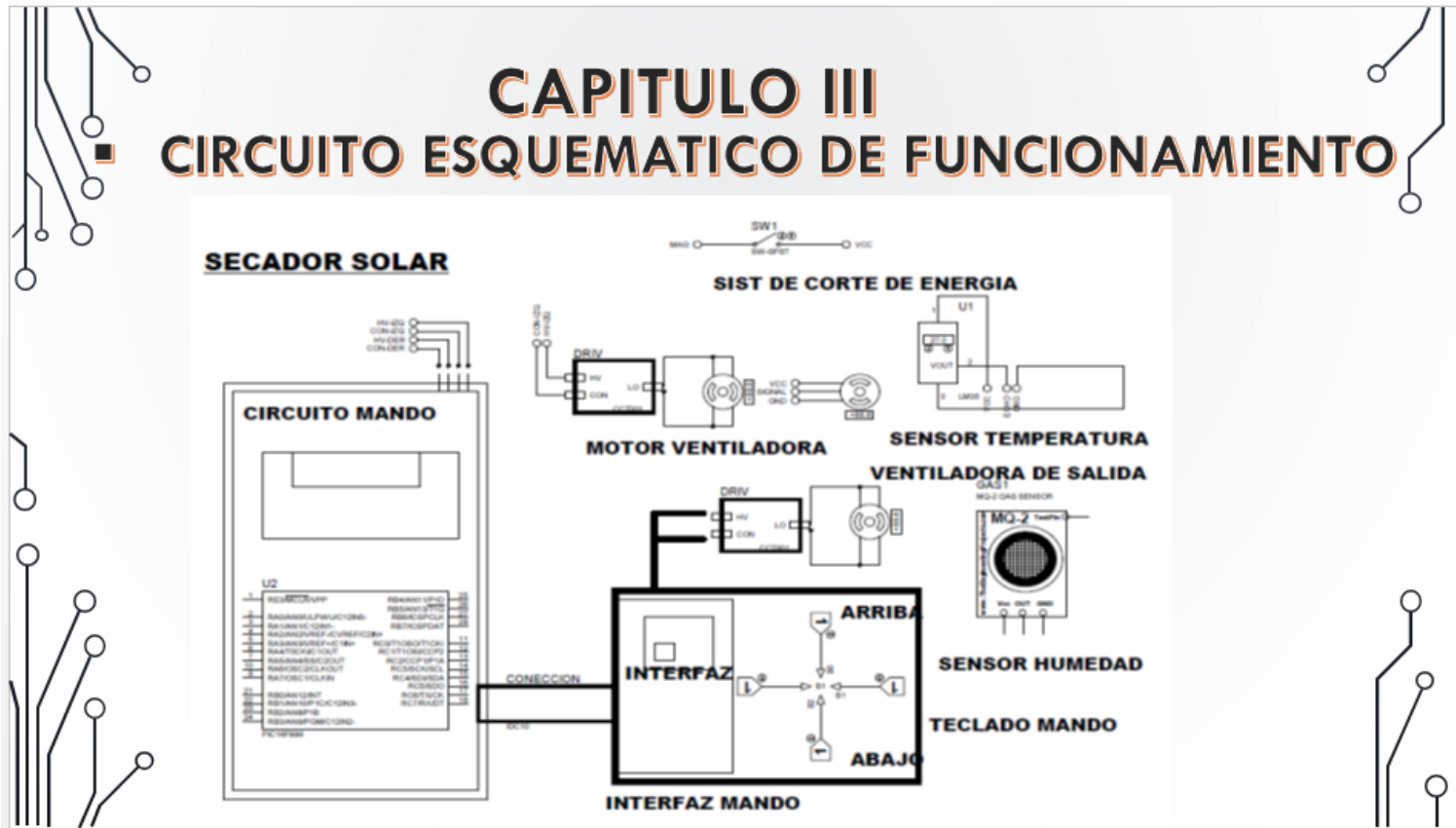
## ❖ DIAPOSITIVA 22



❖ DIAPOSITIVA 23

# CAPITULO III

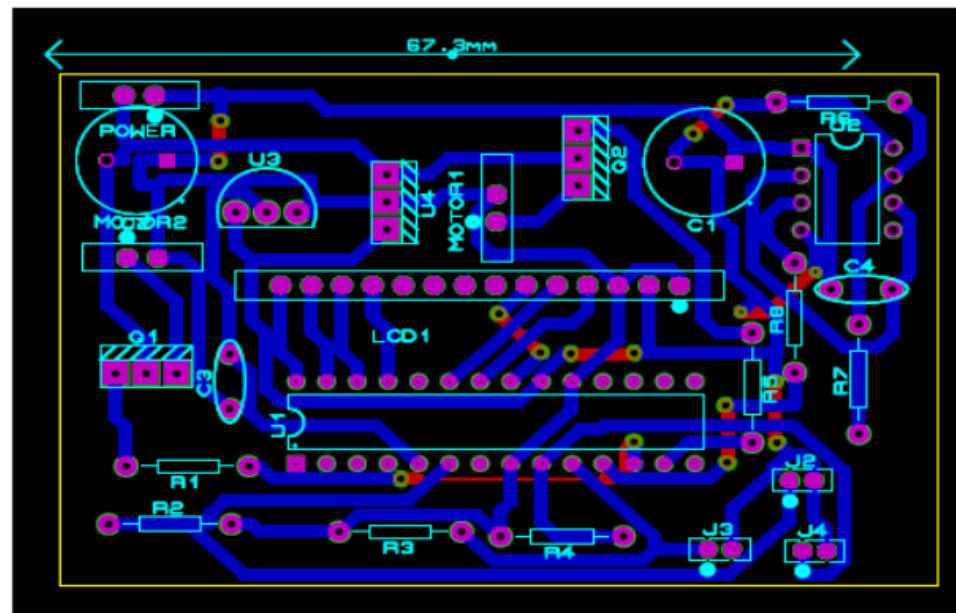
## CIRCUITO ESQUEMATICO DE FUNCIONAMIENTO



## ❖ DIAPOSITIVA 24

## CAPITULO III

### CIRCUITO PLACA PCB



## ❖ DIAPOSITIVA 25

## CAPITULO III

- **PROCESO DE QUEMADO DE LA PLACA**



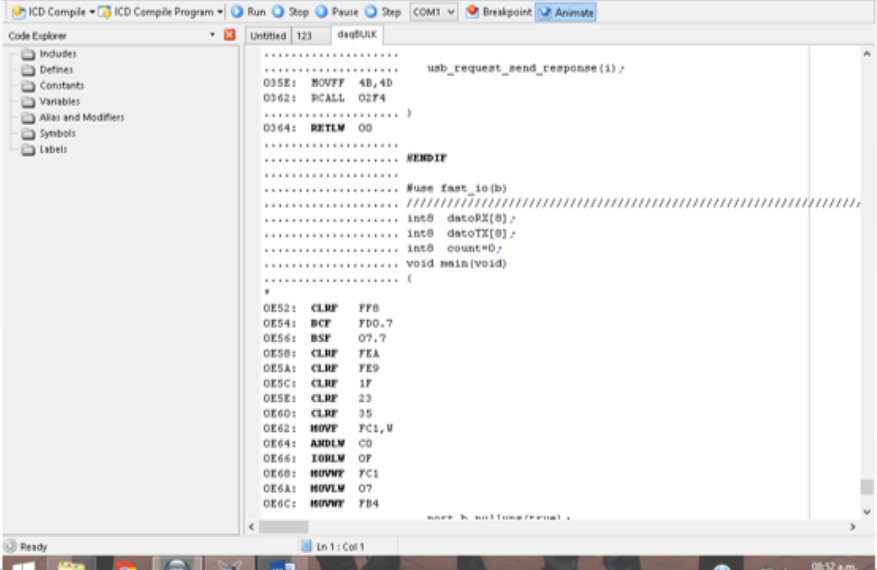
The collage consists of three photographs. The top-left photo shows a person's hands using a soldering iron on a PCB. The bottom-center photo shows a rectangular tray containing a dark liquid, with a PCB being heated inside it. The top-right photo shows a hand holding a green PCB with intricate copper traces.

## ❖ DIAPOSITIVA 26

# CAPITULO III

## ❖ PROGRAMACION DEL PIC

### ■ SFTWARE PIC C COMPILER



The screenshot displays a PIC C compiler IDE interface. The main window shows the following code:

```
..... usb_request_send_response(1);
035E: MOVWF 4B,4D
0362: RCALL 02F4
.....
0364: RETLW 00
.....
..... #ENDIF
.....
..... #use fast_io(b)
..... //////////////////////////////////////////////////
..... int0 datoRX[8];
..... int0 datoTX[8];
..... int0 count=0;
..... void main(void)
..... {
+
0E52: CLRF  FF8
0E54: BCF  F00,7
0E56: BSF  07,7
0E58: CLRF  FEA
0E5A: CLRF  FE9
0E5C: CLRF  1F
0E5E: CLRF  23
0E60: CLRF  35
0E62: MOVF  FC1,W
0E64: ANDLW C0
0E66: IORLW 0F
0E68: MOVWF FC1
0E6A: MOVLW 07
0E6C: MOVWF FB4
.....
..... }
..... }
```

The assembly output on the left side of the editor shows the following instructions:

```
0E52: CLRF  FF8
0E54: BCF  F00,7
0E56: BSF  07,7
0E58: CLRF  FEA
0E5A: CLRF  FE9
0E5C: CLRF  1F
0E5E: CLRF  23
0E60: CLRF  35
0E62: MOVF  FC1,W
0E64: ANDLW C0
0E66: IORLW 0F
0E68: MOVWF FC1
0E6A: MOVLW 07
0E6C: MOVWF FB4
```

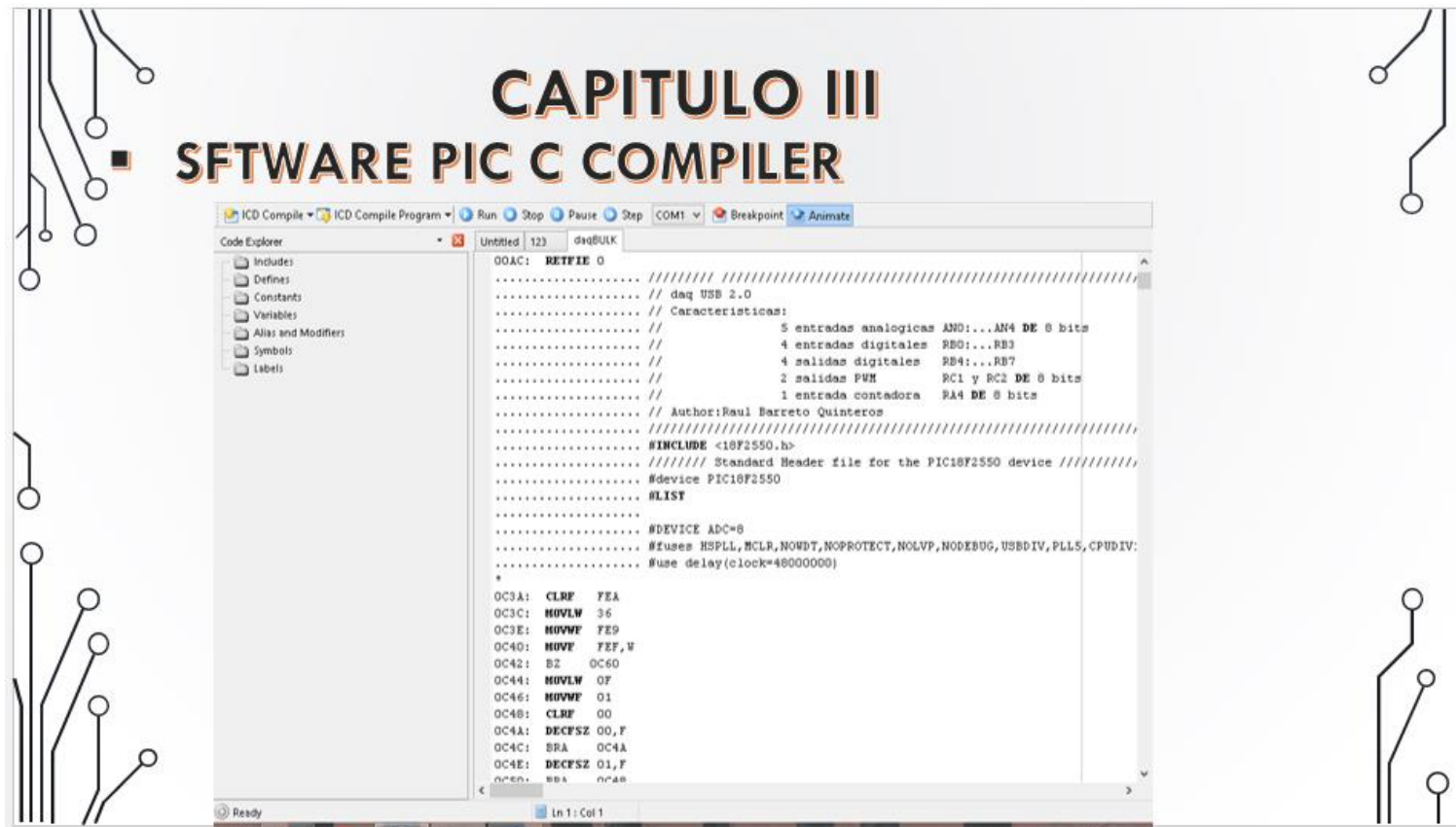
The IDE interface includes a Code Explorer on the left with a tree view containing: Includes, Defines, Constants, Variables, Alias and Modifiers, Symbols, and Labels. The top toolbar shows options for Run, Stop, Pause, Step, COM1, Breakpoint, and Animate. The status bar at the bottom indicates 'Ready' and 'Ln 1: Col 1'.



## ❖ DIAPOSITIVA 27

# CAPITULO III

## SOFTWARE PIC C COMPILER



The screenshot displays the PIC C Compiler IDE interface. The main window shows the assembly code for a PIC18F2550 device. The code includes comments in Spanish describing the hardware characteristics and the author's name. The assembly code is as follows:

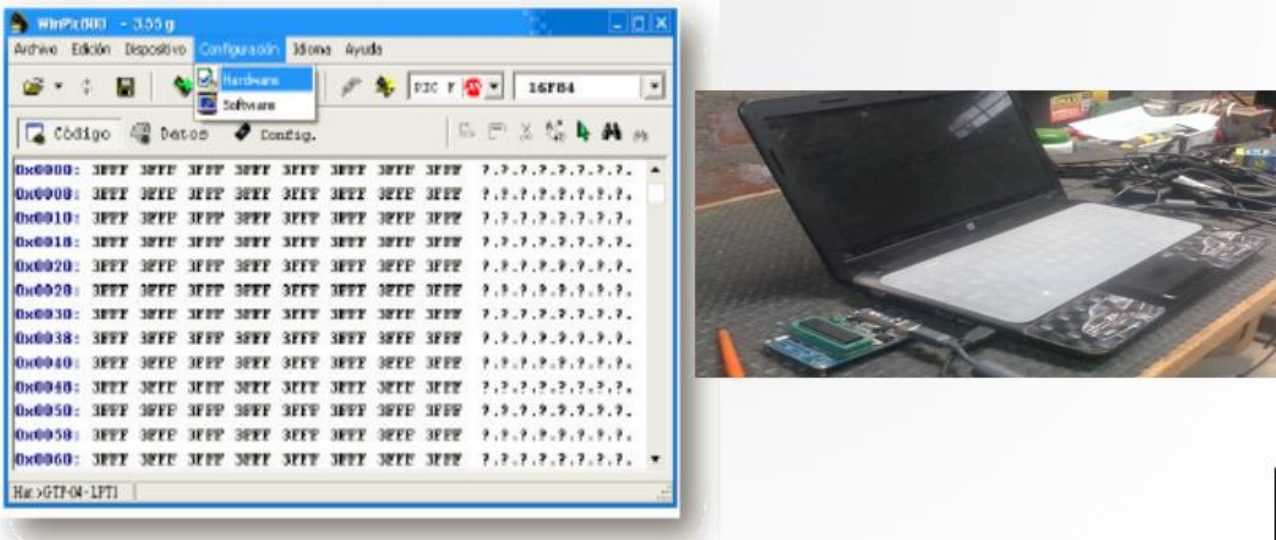
```
OOAC: RETFIE 0
..... ////////////////////////////////////////////////////
..... // daq USB 2.0
..... // Caracteristicas:
..... //           5 entradas analogicas  AN0:...AN4 DE 8 bits
..... //           4 entradas digitales  RB0:...RB3
..... //           4 salidas digitales  RC0:...RC7
..... //           2 salidas PWM        RC1 y RC2 DE 8 bits
..... //           1 entrada contadora  RA4 DE 8 bits
..... // Author:Raul Barreto Quinteros
..... ////////////////////////////////////////////////////
..... #INCLUDE <18F2550.h>
..... // Standard Header file for the PIC18F2550 device ////////////////////////////////////////////////////
..... #device PIC18F2550
..... #LIST
..... #DEVICE ADC=8
..... #fuses HSPLL,MCLR,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,USBDIV,PLL5,CPUDIV:
..... #use delay(clock=48000000)
*
OC3A: CLRF  FEA
OC3C: MOVLM 36
OC3E: MOVWF FEF
OC40: MOVWF FEF,W
OC42: BZ    OC60
OC44: MOVLM 0F
OC46: MOVWF 01
OC48: CLRF  00
OC4A: DECFSZ 00,F
OC4C: BRA   OC4A
OC4E: DECFSZ 01,F
OC50: BSA   OC4E
```

The interface also shows a Code Explorer on the left with a tree view containing folders for Includes, Defines, Constants, Variables, Alias and Modifiers, Symbols, and Labels. The status bar at the bottom indicates 'Ln 1: Col 1'.

## ❖ DIAPOSITIVA 28

## CAPITULO III

### ■ GRABADO DEL PROGRAMA EN WINPIC



The image displays the WinPic software interface, which is used for programming PIC microcontrollers. The main window shows a memory dump with the following data:

Address	Hex Data	ASCII Data
0x0000	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?
0x0008	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?
0x0010	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?
0x0018	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?
0x0020	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?
0x0028	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?
0x0030	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?
0x0038	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?
0x0040	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?
0x0048	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?
0x0050	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?
0x0058	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?
0x0060	3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF 3FFF	? ? ? ? ? ? ? ?

The interface also shows a menu bar with options like Archivo, Edición, Dispositivo, Configuración, and Ayuda. The 'Hardware' menu is currently selected. The status bar at the bottom indicates the device ID: 'HW>GTF-04-1FT1'. To the right of the software window, there is a photograph of a laptop connected to a PIC microcontroller board via a USB cable.

## ❖ DIAPOSITIVA 29

# CAPITULO III

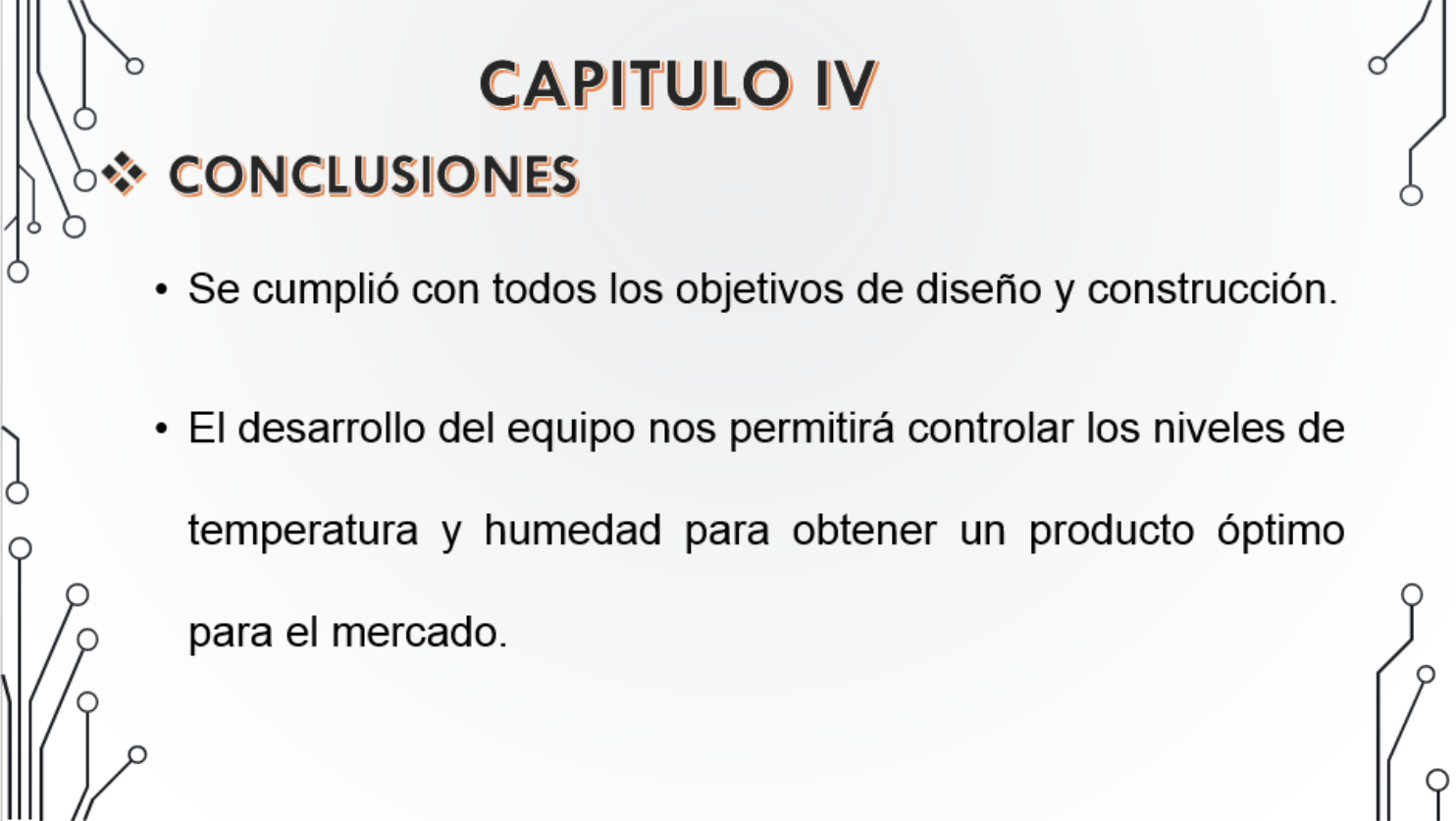
## ❖ DISEÑO DE LA PARTE ESTRUCTURAL

- PROGRAMA SOLID EDGE



The image displays two side-by-side screenshots of the Solid Edge CAD software interface. Both windows show a 3D model of a mechanical assembly. The left window shows a perspective view of a metal frame with a cabinet-like structure attached. The right window shows a different view of the same model, possibly a wireframe or a different perspective. The software interface includes a menu bar, a toolbar, and a command tree on the left side of each window.

## ❖ DIAPOSITIVA 30

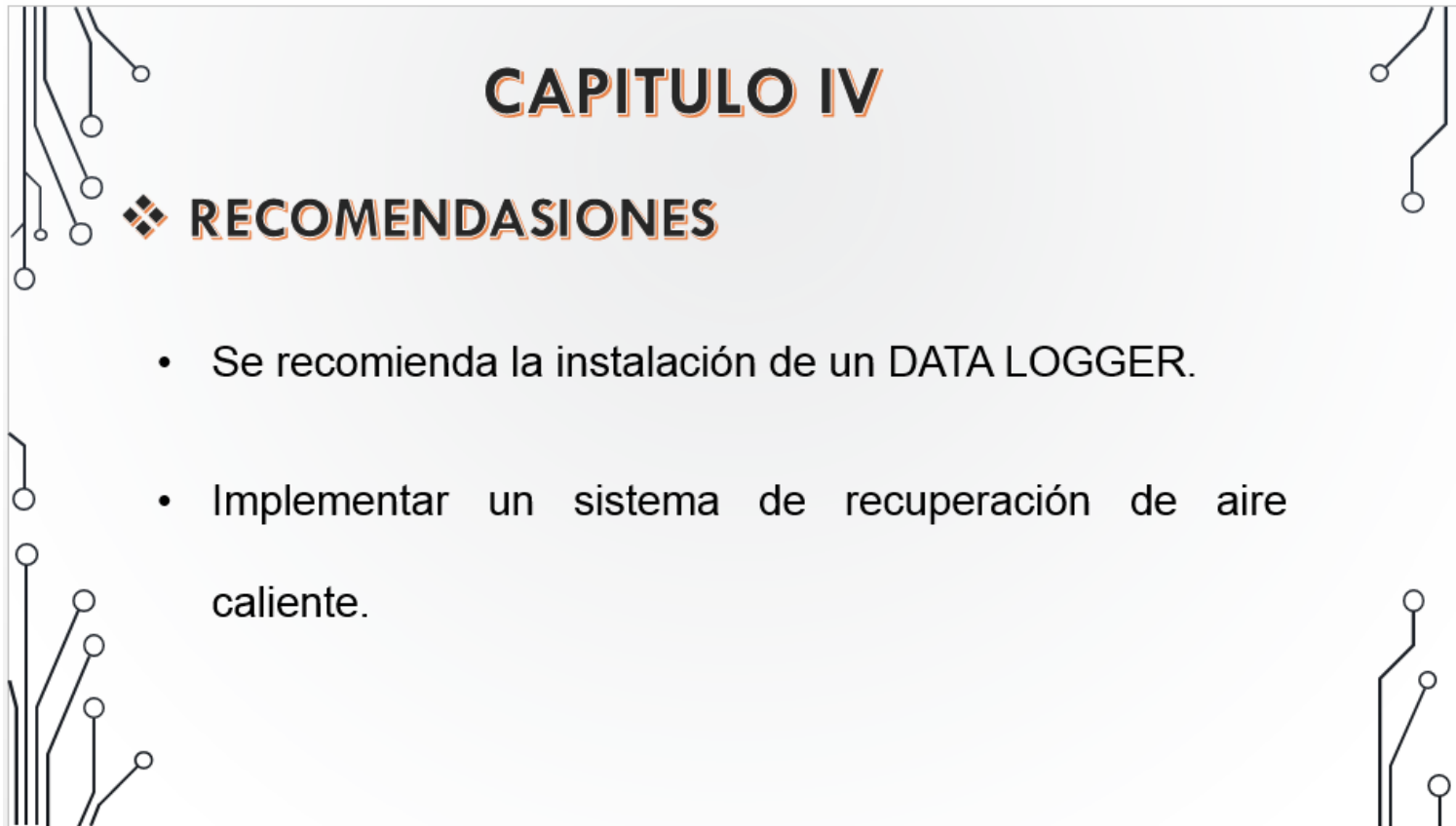


## **CAPITULO IV**

### ❖ **CONCLUSIONES**

- Se cumplió con todos los objetivos de diseño y construcción.
- El desarrollo del equipo nos permitirá controlar los niveles de temperatura y humedad para obtener un producto óptimo para el mercado.

## ❖ DIAPOSITIVA 31



## **CAPITULO IV**

### **❖ RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la instalación de un DATA LOGGER.
- Implementar un sistema de recuperación de aire caliente.

## ❖ DIAPOSITIVA 32

