

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UNA MÁQUINA DE  
RELOJERÍA**

NACIANSENO SANCHEZ ZAMORA  
MANUEL VICENTE PARDO GÓMEZ

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA  
SOACHA  
2009

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UNA MÁQUINA DE  
RELOJERÍA

NACIANSENO SANCHES ZAMORA  
MANUEL VICENTE PARDO GÓMEZ

Trabajo de grado para optar por el título de Tecnólogo en Electrónica

Directores

ING. RAUL ALONSO SOLANO M.  
ING. FREDY ROLANDO GARCÍA (R)

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA

SOACHA

2009

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

## CONTENIDO

	pág.
TÍTULO	
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
1. MARCO TEÓRICO	11
1.1 Marco conceptual	11
JUSTIFICACIÓN	15
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.2 Marco Geográfico	17
1.3 Reseña Histórica	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Ubicación	19
3.2 Materiales	19
3.2.1 Máquina Mecánica (Prototipo)	19
3.2.2 Circuito de Control	20
3.2.3 Circuito de potencia	20

3.2.4 Panel central de visualización	21
3.3 Métodos	21
3.3.1 Sistema actual	21
3.3.2 Sistema propuesto	22
3.3.3 Características del sistema	23
3.3.3.1 Etapa de Control	24
3.3.3.2 Etapa de Potencia: Activación de preaccionadores (relé )	24
3.3.3.3 Implementación de panel central de visualización	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5. CONCLUSIONES	29
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	33

## LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo A _____	33
Figura 1 _____	34
Figura 2 _____	35
Figura 3 _____	36
Figura 4 _____	37
Figura 5 _____	38
Figura 6 _____	41
Figura 7 _____	43
Figura 8 _____	44
Figura 9 _____	45
Figura10 _____	46
Figura11 _____	47

## RESUMEN

En la actualidad se utiliza para la limpieza de relojes maquinaria de tipo mecánico, la cual desarrolla todo el proceso de forma manual, desde su inicio hasta el final, lo que hace que el operario tenga que estar en constante observación del proceso de limpieza, a si mismo existen máquinas de tipo automático procedentes de Europa y los Estados Unidos, que por su manufactura y ubicación los costos son muy elevados.

Para dar una solución práctica y económica a esta situación, se implementó una máquina mecánica con un circuito que realiza un control total y automático de todo el proceso, donde se facilita la supervisión para el operario gracias a una pantalla LCD, que visualiza la información correspondiente al desarrollo del proceso que realiza la máquina.

La implementación de un sistema automatizado para una máquina de relojería, permite que mediante un sistema automático, el operario tenga la facilidad de supervisar el proceso desde su inicio hasta el final, en aproximadamente 27 minutos.

**PALABRAS CLAVE:** implementación, máquina, automatizado, proceso, mecánico, limpieza, supervisión, visualizar, relojería, control.

## **ABSTRACT**

Nowadays it is used for cleaning of mechanical machinery, which builds the entire process manually, from beginning to end, making the operator has to be in constant observation of the cleaning process, in the same way, there are automatic machines from Europe and the United States, which by their manufacture and location costs are very high.

To give a practical and economical solution to this situation, a mechanical machine was implemented with a circuit that performs a complete and automatic control of the whole process, which provides the operator oversight through an LCD screen which displays information of the process development that the machine makes.

The implementation of an automated system for a machine clock, allows using an automated system, the operator has the facility to monitor the process from start to finish, about 27 minutes.

**KEY WORDS:** implementation, machine, automated, process, mechanic, cleaning, supervision, to visualize, watchmaking, control.



## INTRODUCCIÓN

Implementar un sistema de control para la automatización secuencial de una máquina, para el lavado de piezas de reloj mecánico, automático y electrónico de pulso, con un panel central de visualización para su operación. Es el objetivo central de este proyecto.

Existen en el mercado máquinas de tipo automático, que reducen notoriamente los tiempos en la ejecución del proceso; ampliando así, la utilidad de esta máquina lavadora de piezas de reloj y del sistema en general, presentando un valor comercial alto para su compra, teniendo como consecuencia que es más frecuente encontrar máquinas de tipo mecánico para esta acción de limpieza, es allí donde se concibe en implementar un proceso automatizado y económico.

Dentro de la consecución de la idea, se implementará en primera instancia un prototipo de la máquina donde controlará el inicio y el final del funcionamiento, se desarrolla así para tener un primer acercamiento y explorar el rendimiento de la máquina con el circuito de control electrónico implementado, para que después de su presentación y exhibición en la sustentación de proyecto de grado, se realicen las adecuaciones, en dado caso, para su posterior comercialización.

Al estar en funcionamiento este sistema automatizado directamente en la limpieza de relojes, la inquietud constante que subyace es frente al rendimiento que desarrollará la parte mecánica implantada con el circuito electrónico. Se conoce que al acoplar una parte mecánica con un sistema electrónico, puede desarrollar algún problema de rendimiento por el desgaste que pueden sufrir las partes que interviene en el rendimiento. Esta situación influenciará de una forma considerable el comportamiento total del sistema, por consiguiente, se verá reflejado si el proceso eleva el nivel de limpieza con respecto a la automatización que se implemento.

Se expone este sistema automatizado ha consideración, con la concepción de aumentar los procesos de limpieza de relojes que se desarrollan en la actualidad, buscando como fundamento primordial el desarrollo de un proceso a nivel tecnológico y mejorar la productividad del técnico relojero.

## 1. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de la automatización de cualquier tipo maquinaria es importante conocer en un primer plano el concepto dando como resultado el conocimiento amplio de lo que es y la función que cumple la máquina dentro de la Industria en la cual desarrolla su trabajo, y encontrando a su vez el sistema de control apropiado, el tipo de microcontrolador y demás materiales electrónicos que ayudarán a su óptima automatización.

Para comenzar de una forma adecuada es necesario saber el contexto histórico en el cual está inmersa la función de la máquina, para así saber la esencia de la cual viene construida, con esto se dará una automatización que se ajusta a la concepción inicial y mejore notablemente el rendimiento de su trabajo.

### 1.1 Marco conceptual

**Sistema de Control:** tiene por objeto proporcionar una respuesta deseada en un sistema, para ello utiliza la adecuada interconexión de componentes que conforma la configuración del sistema, representándose para esto gráficamente con un diagrama de bloques, con los cuales ayudan a observar la relación que se tiene entre la entrada y salida de la señal y conocer la ubicación de los componentes que contienen a este sistema. Dependiendo del tratamiento que se le quiera realizar a la señal en su salida, se utiliza la configuración denominada lazo abierto que utiliza un dispositivo de control (actuador, regulador) para obtener la salida deseada o también se implementa el lazo cerrado donde existe a la salida de la señal un sistema de medición de valor real que es retroalimentado y comparado con el valor deseado de la señal.

**Temporización:** es el control del tiempo de ejecución de un proceso tanto para retardar la conexión o desconexión ó como mediador entre el inicio o fin de la puesta en marcha de algún dispositivo. En todo automatismo se suceden una serie de operaciones de forma secuencial y la ejecución de los mismos se produce cuando se cumplen determinadas condiciones. Una de esas condiciones, en muchas ocasiones, es el paso de una determinada cantidad de tiempo. Lo anterior es de gran importancia especialmente si se requiere controlar alguna máquina en la industria para que haga una operación determinada a un tiempo requerido por el usuario, para ello se utiliza diferentes dispositivos como son los transistores, amplificadores operacionales o circuitos integrados con un acoplamiento de salida que haga esta acción ó como en este caso un microcontrolador (Gil, 1990).

**Microcontrolador:** como su nombre lo indica son integrados programables que realizan un control a determinado proceso, existen de varias marcas (Motorola, Siemens, Hitachi y Micro chip entre otros), por su versatilidad y bajo costo se utilizan con mucha frecuencia para desarrollar cualquier tipo de control que se requiera, todo depende de la creatividad que se tenga para realizar la operación requerida y el nivel de programación que tenga el usuario para poder ejecutarlos (Palacio, 2006).

**La limpieza de relojes:** en el campo de la relojería entre las diferentes operaciones que hace un relojero (Cambio de partes, de pulsos, de cristal o mica y mantenimiento entre otras) se encuentra una, que es bastante importante y definitiva para el mantenimiento del reloj, denominada, la limpieza, para realizarla se utilizan dos formas: una manual y otra con la máquina de lavado. Este proceso tiene como consecuencia, un buen funcionamiento de la maquinaria del reloj y la conservación del aceite, si este lo requiere, hasta su próximo mantenimiento.

**Máquina Lavadora de relojes:** Según Belda Clez (1980), esta máquina está constituida por un cilindro vertical, ubicado en el centro de la base, este posee en su

superficie un pequeño motor en el que se adapta a una canasta, que contiene tres divisiones en las que se depositan las piezas del reloj, teniendo con esto, que el peso se encuentre de una forma uniforme en su base, permitiendo un equilibrio en el proceso de limpieza. El funcionamiento de esta máquina es relativamente sencillo debido a que se utilizan químicos ya preparados en tres recipientes de vidrios, que se alojan en espacios debidamente marcados y medidos por parte de los fabricantes, en la base, estos líquidos son: para el primero un detergente o decapante y para los otros dos desengrasantes; por último, se encuentra un espacio para el escurrido.

**Funcionamiento de la Máquina Lavadora:** el primer baño (recipiente y líquido<sup>1</sup>) Se pone en marcha el motor con la canasta dentro del líquido a una velocidad de 60 a 100 revoluciones por minuto durante 5 minutos, después dentro del recipiente en la parte superior donde no hay líquido se deja escurrir al máximo de velocidad de 150 a 200 rpm durante tres minutos.

El recipiente dos tendrá la misma cantidad de líquido y realizará la misma operación que se describió anteriormente para el recipiente 1. El objetivo principal de este líquido es eliminar los residuos del anterior lavado. Para el tercer recipiente es igual que el segundo, elimina los residuos que contenga las piezas de reloj y termina desengrasándolas. Para el espacio de escurrido se hace girar el motor a 150 o 200 rpm, donde puede estar acompañado de aire templado o caliente para una mayor efectividad (Belda Clez, 1980).

### **Automatización:**

El término automatización se refiere a una amplia variedad de sistemas y procesos que operan con mínima o sin intervención del ser humano. Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas: mediación, evaluación y control.

Esta tecnología incluye:

- Herramientas automáticas para procesar partes
- Máquinas de montaje automático
- Robots industriales
- Manejo automático de material y sistemas de almacenamiento
- Sistemas de inspección automática para control de calidad
- Control de reaprovechamiento y control de proceso por computadora
- Sistemas por computadora para planear colecta de datos y toma de decisiones para apoyar las actividades manufactureras

Las causas de la automatización son:

- Liberación de los recursos humanos para que realicen tareas que requieran mayores conocimientos
- Eliminación de trabajos desagradables ó peligrosos

Los inconvenientes de la automatización son el incremento de costos fijos, incremento de mantenimiento, reducción de flexibilidad de los recursos (Automatización, 2009)

## **Pantalla LCD 2 X16**

Dentro de los periféricos en el campo de las pantallas de Crystal liquido o display LCD (Liquid Crystal Display) se encuentra una de tipo alfanumérico donde tiene la capacidad de presenter caracteres y símbolos alfanúmericos en las líneas predefinidas que tenga ésta en su arquitectura, Su especificación viene dada por una matriz de caracteres por columna y número de filas. Este tipo de pantalla consta de dos líneas de 16 caracteres cada una, donde se utiliza para tener una visualización pequeña o mediana .Trabajo de consulta Pantallas LCD Alfanúmericas (2007)

## JUSTIFICACIÓN

En la industria de la relojería existen muchos procesos (cambio de partes de reloj, enchape, arreglo de piezas, renovación de batería o restauración de la configuración de fábrica entre los más importantes) hay un proceso que esta inmerso en cada uno de los anteriores, es el denominado mantenimiento, que esta dividido en dos partes, una es la limpieza y la otra el aplique de aceite al reloj, para la primera parte se puede desarrollar de manera manual o con una máquina y para la segunda como su nombre lo indica es de tipo manual al aplicar este líquido en las piezas del reloj.

Esta máquina es denominada como “lavadora de relojes”, la cual emplea un tiempo determinado para la ejecución de su proceso de limpieza, donde el técnico u operario que esta a cargo, debe intervenir continuamente en la operación de la máquina, ya que esta depende completamente de la manipulación humana.

Este proyecto esta encaminado a adecuar un proceso a nivel tecnológico, lo que se traduce en la confiabilidad en la máquina, en el proceso de limpieza que realiza y en mejoras en la productividad del técnico - relojero, resultando finalmente en una mayor producción con una mejor calidad, aspecto de alta relevancia para el sector empresarial donde los niveles de calidad deben ser altos para estar a un grado de competencia adecuada.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Implementar un sistema de control para la automatización secuencial de una máquina, para el lavado de piezas de reloj mecánico, automático y electrónico de pulso, con un panel central de visualización para su operación.

### **Objetivos Específicos**

- Diseñar y desarrollar un prototipo mecánico, de una máquina para la limpieza de piezas de reloj.
  
- Diseñar un circuito electrónico para el desarrollo del sistema de control del prototipo.
  
- Implementar un circuito de potencia que maneje de una forma adecuada los diferentes motores que el sistema controla.
  
- Implementar un panel central de visualización para la operación de la máquina.



## **1.2 Marco Geográfico**

La implementación de la máquina lavadora de relojes mecánicos, automáticos y electrónicos de pulso, se realizará en un taller de relojería, ubicado en la localidad 8 (Kennedy) en la ciudad de Bogotá.

## **1.3 Reseña Histórica.**

El décimo de segundo es una victoria del siglo veinte. Hasta nuestros días no se ha conseguido lo que durante muchos siglos se persiguió: la medición exacta del tiempo.

Si haciendo un esfuerzo imaginativo retrocediésemos al hombre de las cavernas, veríamos como se esfuman estas mediciones escrupulosas de la cultura y de la civilización actual.

Del décimo de segundo nos perderíamos en el día y la noche. De la delicada minúscula maquinaria de medir el tiempo, nos hallaríamos con las desdibujada y variante sombra de cualquier cuerpo, proyectada en el suelo por virtud de los movimientos solares.

¡Que! abismo tendríamos que necesariamente que exclamar.

Y si nos fijásemos en el mosaico de las más variadas culturas, tropezaríamos con los sistemas de división del tiempo más originales.

Así nacen las olimpiadas, los lustros, los Jubileos. Las horas los minutos los segundos, que actualmente rigen en todo el mundo, desterrando sistemas de horarios caprichosos y rudimentarios, que buceando en la historia encontramos aún.

Ahora la historia del reloj como antaño, va ligada a los avances modernos de la ciencia y de la cultura. Primero la electricidad, después los cambios atmosféricos, más tarde la impresión fotoeléctrica, después la energía atómica y hogaño Dios dirá. El reloj continuará siempre, en el primer plano de la actualidad, pues los hombres tenemos como una obsesión, el saber exactamente, con la mayor certeza posible, el tiempo que hemos con sumido en nuestra incierta existenciaz.

### **3. METODOS Y MATERIALES**

#### **3.1 Ubicación**

El sistema de control se desarrollará en Bogotá, con una duración aproximada de desarrollo de 8 meses, se implementará en un taller de relojería de carácter independiente, en este lugar se dará la puesta en marcha de la automatización de la máquina de limpieza de relojes de pulso.

Los circuitos de control, potencia y visualización (Panel central), serán integrados en la misma tarjeta electrónica para tener un mejor manejo de su espacio y ubicación dentro de la máquina.

#### **3.2 Materiales**

Para el desarrollo de este prototipo, como se ha mencionado en anteriores párrafos se utilizaron diferentes materiales electrónicos y semi - industriales como; motores de corriente continua y alterna, resistencia emisora de calor, un microcontrolador, reles, leds de diferentes colores, transistores, resistencias, pantalla lcd, buzzer, finales de carreras pequeños y de uso industrial, pulsadores, condensadores electrolítico y cerámico, resistencias variables(potenciómetros) y borneras .

##### **3.2.1 Máquina Mecánica (Prototipo)**

Esta máquina tiene como parte principal dentro de su mecanismo un eje de tipo mecánico-eléctrico, teniendo como función el transporte de las partes para el proceso de limpieza.

Este prototipo posee unas especificaciones en cuanto al diseño mecánico, las cuales facilitan en el momento de su implementación un desarrollo más práctico en su funcionamiento, entre estas especificaciones se encuentra el acoplamiento de dos

motores de tipo A. C. que permiten el movimiento de la base de la máquina y del movimiento de la canasta donde se alojan las partes que se disponen para el proceso de lavado, permitiendo que el funcionamiento total no produzca desgastes innecesarios en sus mecanismos y rodamientos de acople.

### **3.2.2 Circuito de Control**

Este circuito está provisto de un microcontrolador, como material electrónico principal, que realiza todo el proceso de control del funcionamiento de la máquina.

El circuito en mención presenta unas características que se desarrollan por medio del microcontrolador, al implementar un conteo donde se visualiza en porcentaje (de uno hasta cien) la ejecución del proceso, que permite una mayor precisión y un diagnóstico preventivo a posibles fallas que fueren a lugar en la realización del proceso.

### **3.2.3 Circuito de potencia**

El circuito de potencia es la interconexión entre el microcontrolador (circuito de control) y los motores que realizan el movimiento en el sistema de lavado.

Esta interconexión opera con corrientes superiores a las que puede soportar el circuito integrado en condiciones ideales, para esto se tendrá en cuenta el dispositivo eléctrico denominado relé, que manejará corrientes entrantes de valores muy pequeños, suministradas por el integrado, para que a su salida pueda controlar dispositivos que requieran de corrientes cuyo valor sea alto.

El circuito está constituido de cinco relés, los cuales accionan los diferentes motores que la máquina contiene para su funcionamiento y la resistencia de calor que se activa en la fase cuatro, denominada secado.

### 3.2.4 Panel central de visualización, accionamiento y reconocimiento

El panel permite que desde un dispositivo de tipo gráfico, el operario tenga una visualización e interacción de los procesos de la máquina, posibilitando así un mando total de operación.

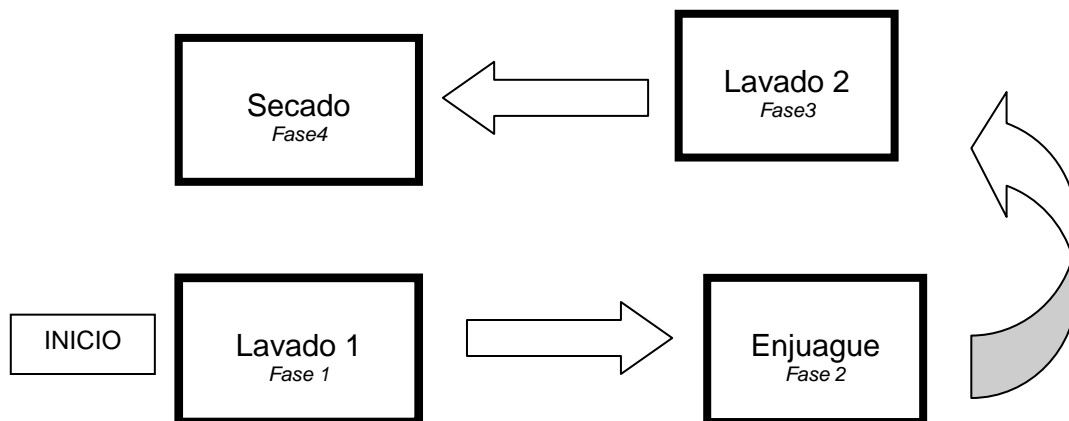
Para este panel se implementa una pantalla de tipo LCD, donde se registra el nombre, la cantidad de porcentaje de ejecución y el número de secuencia de la fase que se está ejecutando dentro del sistema, a su vez está constituido por un pulsador, que es el encargado de la puesta en marcha de la máquina y de sus fases, posibilitando así un control de tiempo de ejecución y de operación del sistema.

## 3.3 Métodos

### 3.3.1 Sistema actual

Esta máquina cuenta en la actualidad para el proceso de lavado con cuatro fases que se realizan de forma manual: lavado1, enjuague, lavado2 y secado, como lo ilustra la siguiente figura.

Figura 1. Sistema actual

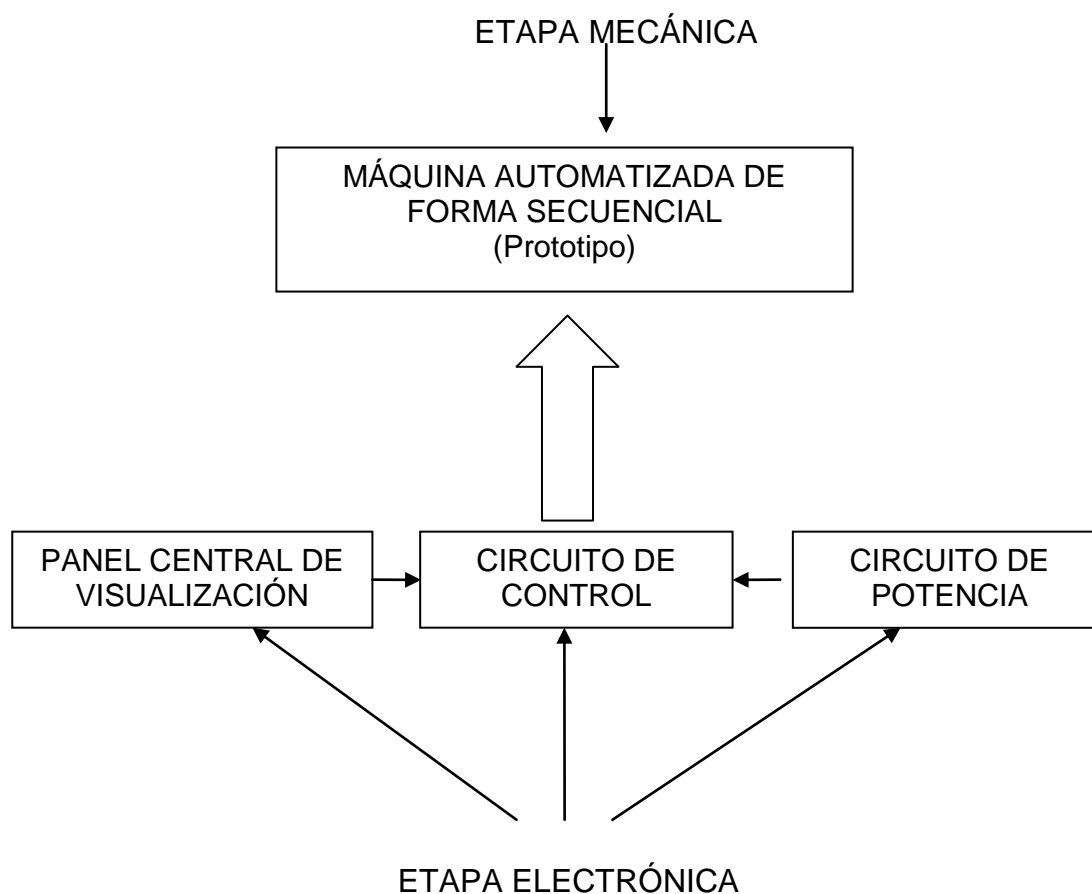


Este proceso es de lazo cerrado, que cumple con fases definidas de tipo secuencial, que son conocidas según la especificación de fábrica, las partes a lavar se depositan en una canasta giratoria (accionada por un motor), que está sujeta al eje central de la máquina, donde recorre cada una de las fases de forma manual, por el lapso de 5 minutos y medio, cada una, donde las tres primeras están provistas por unos recipientes de vidrio, que contienen el líquido de limpieza y la última constituida en un espacio provisto de una emisión de calor .

### 3.3.2 Sistema propuesto

Se realiza desde un panel central de control, donde se visualiza y controla el inicio y fin de la puesta en marcha de la máquina y de sus respectivas fases, construyendo así un sistema automático secuencial como lo ilustra la siguiente figura.

Figura 2. Sistema propuesto

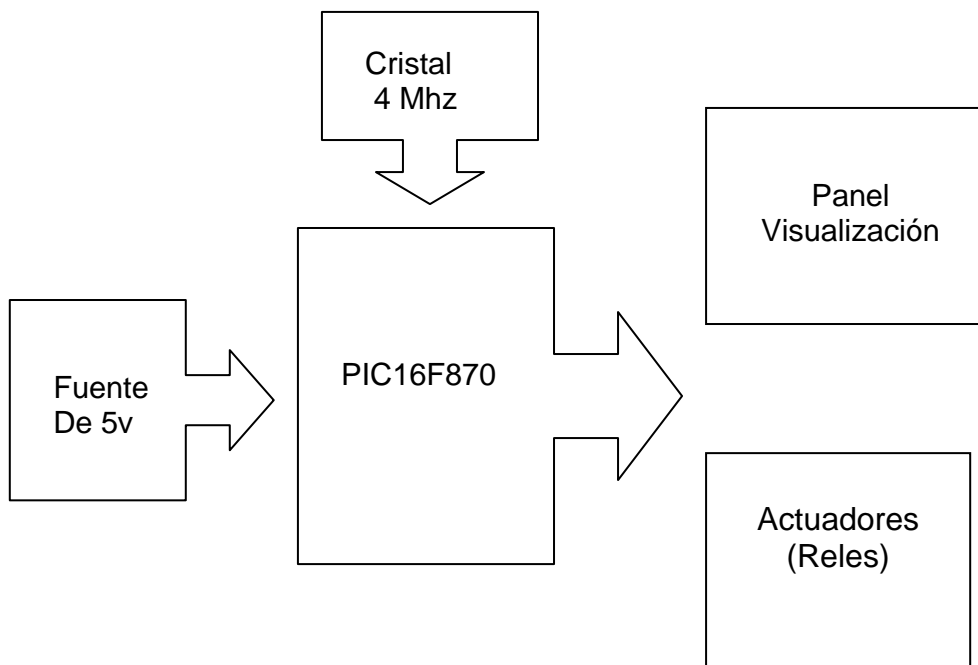


Este prototipo está inmerso en tres niveles, en la etapa electrónica y un nivel en la etapa mecánico: En la primera esta el panel central de visualización, el circuito de control y el circuito de potencia, en la segunda esta el diseño y fabricación del prototipo, con estos niveles se implementará un sistema de control para la automatización secuencial de una máquina para el lavado de piezas de reloj mecánico, automático y electrónico de pulso, con un panel central de visualización para su operación.

### 3.3.3 Características del sistema

Para el desarrollo de este sistema se emplea el microcontrolador PIC 16F870 de la familia Microchip, donde se realiza toda la acción de control para la optima operación de la máquina, las características de implementación en el sistema de control se describen en la siguiente figura.

Figura 3. Características de implementación en el sistema de control



### 3.3.3.1 Etapa de Control



Para la implementación de la etapa de control se operará el PIC 16F870, donde por medio del puerto RA Y RC estará conectada la pantalla LCD (panel de visualización), a su vez el puerto RA estará configurado para que se active el conversor análogo/digital que posee para el sensor de temperatura que esta ubicado el pin RA0 y finalmente por el puerto RB se obtiene la salida de voltaje, que activará la etapa de control, vale la pena recordar que este PIC está con una frecuencia de trabajo de 4 Mhz.

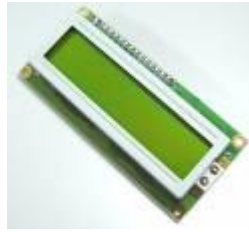
### 3.3.3.2 Etapa de Potencia: Activación de preaccionadotes (relé)



Lo que se pretende es energizar cada uno de los motores que componen la máquina como son: la mesa, el árbol, la canasta, de una forma temporizada - sincronizada y también la activación de la fuente de calor que se necesita en la fase cuatro (secado), para ello se asignan los tiempos en la programación que se vayan a utilizar (milésimas, segundos, minutos) y a su vez los momentos en los cuales se requiere de la energización de cada una de las cargas( motores y fuente de calor). Al pulsar el inicio del proceso desde el panel central de visualización da como resultado la salida de voltaje por el puerto RB, para así activar los contactos de los preaccionadores (relé) del sistema automatizado de control.



### 3.3.3.3 Implementación de panel central de accionamiento visualización, y reconocimiento



Como interface de visualización entre el operario y el sistema automatizado de control se implementa el panel central que permite interactuar y conocer el estado actual de ejecución de la máquina.

Las características que presenta el panel a nivel de accionamiento es la posibilidad de dar inicio por parte del operario a todo el sistema por medio de un pulsador, se genera una señal luminosa provista por dos leds indicadores que se visualizan en convención tipo semáforo el estado de operación de la máquina: rojo no opera, amarillo listo y verde Inicio del sistema; a su vez está provisto por una pantalla LCD de 2X16 líneas donde se registra el nombre, el número de secuencia y la cantidad en porcentaje de las fases mientras se ejecutan; así mismo, registra la temperatura que experimenta la fase cuatro(secado) y su control hasta 60 grados, a nivel de reconocimiento auditivo, genera una señal sonora por medio de un buzzer que indica el paso por cada fase dentro del sistema automatizado de control .

Este panel es un gran facilitador para la supervisión y manejo del sistema por parte del operario, en talleres de relojerías con espacios grandes o pequeños partiendo del hecho que la persona puede estar cerca o distante de la máquina gracias al tipo de señales audibles y luminosas que tiene este sistema para su manejo.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo de un sistema automatizado de control electrónico para una máquina de relojería, fue óptimo, donde se generó una placa ó tarjeta electrónica que responde de una manera idónea con los objetivos planteados al principio de este proyecto.

La Implementación y adecuación del panel central de accionamiento, visualización y reconocimiento entre el operario y el sistema facilita un control de tiempo y de operación. A su vez somos capaces de controlar por medio del panel el encendido de nuestra máquina.

Con las exigencias propuestas en la etapa de control electrónico y las que emergieron en la etapa mecánica. Se dieron respuestas reales, y óptimas en la realización de la máquina, que responden a un presupuesto bastante bajo en el diseño, realización e implementación de este sistema automatizado de control; aunque para la etapa mecánica se hayan tenido bastantes retrasos al no tener conocimientos en dicho campo.

La máquina una vez realizada se mantuvo en pruebas, donde a lo largo de un día en diferentes horas se realizó el proceso de lavado de piezas de reloj, verificando así la confiabilidad del circuito electrónico, en el cual se obtiene como resultado la calidad de limpieza de las piezas, a nivel mecánico el rendimiento de los motores que esta máquina contiene para su funcionamiento y finalmente el tiempo que gasta se observa en la siguiente tabla.

<b>Tópico</b>	<b>Máquina Mecánica</b>	<b>Máquina Automatizada</b>
<b>Tiempo</b>	29 Minutos	27 Minutos
<b>Intervención por parte del operario</b>	SIEMPRE	NULA

Con el tiempo de operación de las fases dista entre 3 a 5 segundos del tiempo real que se exige para su operación, este es un rango no desmedido dentro del acople mecánico-electrónico de la máquina.

Al ser esta máquina un prototipo, donde se desarrollo la parte mecánica con motores medianamente robustos, se sugiere que para posteriores versiones se tenga la facilidad de adquirir para ello servo motores o moto reductores, para así reducir la envergadura a nivel físico, contribuyendo así con la practicidad (desplazamiento físico y mantenimiento) y estética de la máquina.

Es de gran satisfacción realizar una máquina de tipo mecánico- electrónico donde nuestra intervención en su desarrollo fue total, dando por sentado que el Tecnólogo en electrónica debe tener conocimientos en mecánica para así realizar acoples de maquinas semi-industriales como se utilizó en este caso, como también industriales, para lograr así un óptimo acople entre estas dos áreas del conocimiento mecánica y electrónica, campo en el cual se tiene gran demanda debido a que en la mayoría de los casos es mejor automatizar una máquina antigua a comprar una nueva de mayor tecnología por temas de altos costos, contribuyendo así al desarrollo de la tecnología local.

Finalmente, la máquina tiene un costo a nivel comercial de de ochocientos mil pesos, se aclara que el precio esta dado por ser pieza única , debido a que este se reduciría

considerablemente si fuera realizada en una producción en serie, donde el costo es cambiante con el tiempo, debido a que después de las modificaciones a nivel técnico que fueran a lugar para realizar en el año 2010 tendría un precio superior que podría estar comprendido para el segundo semestre de este año entre \$1500.000 a \$2 000.000.

Entre las modificaciones que se pueden desarrollar, son de tipo electrónico y mecánico, para el primero comprende la realización de un reloj digital, para que registre en tiempo real el proceso, también implantar una memoria para que guarde eventos tales como tiempo transcurrido de operación en un determinado tiempo, para así hacer un mantenimiento preventivo, también realizar un tipo de comunicaciones entre la máquina y un computador con un software que maneje no sólo una maquina sino una red para una gran industria; a nivel mecánico se acoplaran moto reductores que remplazaran los motores actuales dando como resultado una máquina menor envergadura e igual de eficiente con menor potencia de consumo, también se incorporaran electroválvulas que ingresen y saquen el líquido de los recipientes cuando sea el momento de cambio de los mismos.

La tasa de retorno de inversión (TRI) para el comprador (Empresario, relojero independiente), se presenta en dos formatos uno en servicio; como se comentó en anteriores párrafos, será de alta productividad para la empresa, donde por cada mantenimiento que realice con la máquina, se tendrá un espacio correspondiente a los 27 minutos que gasta este proceso, para realizar alguna otra actividad de su profesión, conservando así, el técnico en relojería que es uno de los principios de la automatización: tecnificar la maquinaria mejorando la calidad de trabajo y de vida del operario dentro del entrono laboral; en un segundo ámbito, corresponde al dinero donde se utilizaría un gasto más bajo en la compra de este tipo de maquinaria en comparación a la que se adquiere procedente de Europa y Estados Unidos apoyando así la mano factura colombiana.

## 5. CONCLUSIONES

- Se diseñó y desarrolló un prototipo mecánico, de una máquina para la limpieza de piezas de reloj, teniendo como materiales principales motores industriales y ejes acoplados a los mismos; para la realización de esto se debe tener una asesoría adecuada con algún profesional de mecánica (Ingeniería mecánica) para acertar en la selección de los materiales adecuados, conllevado con esto a una reducción considerable de pérdida de recursos y tiempo.
- Para controlar la parte mecánica se diseñó un circuito electrónico de control del sistema automatizado donde es la pieza fundamental, por su relevancia se debe seleccionar adecuadamente el microcontrolador y el tipo de lenguaje de programación que se desarrollará, teniendo así estas dos características definidas se podrá desarrollar más fácilmente las aplicaciones que fueren a lugar tanto en disposición de puertos para el microcontrolador y simplificación en la sintaxis en lenguaje de programación.
- Así mismo, los puertos de salida del microcontrolador provistos para el manejo de potencia, cumplen un papel transversal dentro del funcionamiento de la máquina, por el tipo de carga que manejan como son dos motores de corriente alterna, un motor de corriente directa y una resistencia emisora de calor; para ello se implementó un circuito de potencia que maneja de una forma adecuada el funcionamiento de estos, al ser una parte tan sensible por manejar corriente alterna se debe colocar un relé (preaccionador) y un circuito de protección hacia el circuito como los diodos y fusibles, esto es en caso de haber algún cambio inesperado del valor de la corriente.

- Por último, dentro de una máquina de cualquier clase que esta sea, se debe tener unos indicadores que en tiempo real, aseguren un óptimo desarrollo de las fases o etapas que contenga dentro de su funcionamiento, para tener este tipo de verificación se implemento un panel central de accionamiento, visualización y reconocimiento para la supervisión y operación de la máquina.

## BIBLIOGRAFIA

Automatización. [en línea] [Consultado 6 jun. 2009]. Disponible en [http://www.quiminet.com.mx/ar5/ar\\_%255B%25A7%259E%25CF%255D%25B6%25D4%25EE.htm](http://www.quiminet.com.mx/ar5/ar_%255B%25A7%259E%25CF%255D%25B6%25D4%25EE.htm).

BASTÚS, Faustino. Manual del relojero: Instrumentos é higiene del relojero. París: De la vida de Ch .Bouret, 1911. 276-279 p.

BELDA CLEZ, Pedro German. Manual de relojería: La moderna maquinaria.2 ed. Paraninfo, 1980. 141-146 p.

BOYLESTAD, Robert. y NASHESKY Louis. Electrónica Teoría de Circuitos. 5 ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana, 1994.

BUSTAMANTE, E. El públic última parte. En: Revista Electrónica Digital y mantenimiento de computadores. No. xx(Marzo ,1996); 5-57p .

CABAÑERO, Juan Fuster y PEREZ ALIAGA, Francisco. Lenguaje ensamblador. Madrid: MacGraw-Hill, 1991. 74-75 p.

CASTAÑO, Juan Andrés., et al. Conceptos básicos de programación. En: Curso práctico de microcontroladores Teoría programación, diseño, Prácticas y proyectos completos. Vol. 2, No. 1 (Marzo.2001); 1-2 p .

CUENCU, Eugenio Martín., et al. Microcontroladores PIC: Memoria de Datos. Paraninfo, 1998. 87-89 p.

EDDECNISTER, Joseph. & MANHMOOD, Nahv. Circuitos Eléctricos: Fuerza, Trabajo y Potencia. 3 ed. Concepción Hernández ,1997. 2-3 p.

Gil, A. (1990).Electrónica General 2. Dispositivos básicos y analógicos. (1ra Ed). España: MacGraw-Hill

GONZÁLES GUTIÉRREZ, Felipe. Circuitos amplificadores de audio para radios AM y FM con circuitos integrados. En: Curso de Radio AM y FM Radioaficionado, Antenas y banda ciudadana. Vol.2, No. 25(1990); 303 p.

\_\_\_\_\_ y HÉRNANDEZ M, Jorge E. Tacómetro digital para el automóvil (Parte 1). En: Curso práctico de Electrónica Digital y circuitos Integrados. Vol.2, No. 16(1998); 65-68 p.

\_\_\_\_\_ Más sobre componentes: Dispositivos de protección. En: Curso práctico de electrónica Moderna. Vol. 1, No. 2(1998); 23- 24 p.

HERNÁNDEZ G, Jaime; VARGAS C, Gilberto. & HERNÁNDEZ F, Juan Diego. Fundamentos de la Programación. En: Curso Práctico de programación de computadores. Vol.1, No. 1 (1998); 5-8 p.

HERMOSA DONATE, Antonio. Técnicas electrónicas digitales y circuiteria en TTL y CMOS: Cagas en A. C. Barcelona: Boixareu, 1997. 197-203 p.

HORPER, Enríquez. Fundamentos de control de motores eléctricos en la Industria: Componentes y dispositivos electrónicos utilizados en control: El diodo. 1 ed. México: Limusa Noriega, 1999. 56-61 p.

MANDANO, Enrique. Sistemas electrónicos Digitales.7 ed. Barcelona: Alfaomega marcombo, 1991.

Palacio, E. & Remiro, F. & López, L. (2006).Microcontrolador PIC16F84 Desarrollo de proyectos. (2da ed). México: Alfaomega

RODRÍGUEZ V, Luis Alfonso. Proyecto 2 Fuente regulada de 5.9 y 12 VDC. En: Curso práctico de electrónica Digital Modera .Vol. 4, No.2 (1999); 5-7p.

SÁNCHEZ, Vicente. Los condensadores. En: electrónica analógica y digital. No. 6(1996); 150 -151p.

TOCCI, Ronal J. Sistemas Digitales Principios y aplicaciones. 5 ed. México: Prentice Hall Hispanoamérica, 1993.

VALLEJO, Horacio D. Diseños Electrónicos con Microcontroladores. En: Saber Electrónica. No. 101(Octubre.1999); 9-11p.

VIDELEC, S.L Indicador de Tensión de batería .En: Electrónica experimentos y laboratorio, No. 4(1997); p. 1-4.F & G Editores, S. A. (1997).

UBIETO Artur, Pedro & IBAÑEZ CARABANTES, Pedro. Diseño Básico de Automatismos eléctrico: Rele temporizador .2 ed. Paraninfo, 1995. 94-95 p.



## ANEXOS

### Anexo A: Descripción de la máquina

#### Generalidades

\*Máquina automatizada de un sólo sentido. Para la limpieza de piezas de relojes desmontadas.

\*Panel de visualización (Pantalla LCD).

\*Led indicador de estado de funcionamiento

\*Base rotativa controlada

\*Base de secado eléctrico

\*3 recipientes circulares de cristal con indicador del nivel de llenado.

#### Datos técnicos:

- Voltaje : 110 V
- Frecuencia : 60 Hz
- Potencia : 330 W
- Etapa de secado : 30 W
- Dimensiones : Diámetro de Base 1585 mm  
Altura de Base 255 mm  
Altura Total 71 mm
- Peso : 70 Kg

Figura 1: Máquina mecánica



Figura 2: Máquina en desarrollo



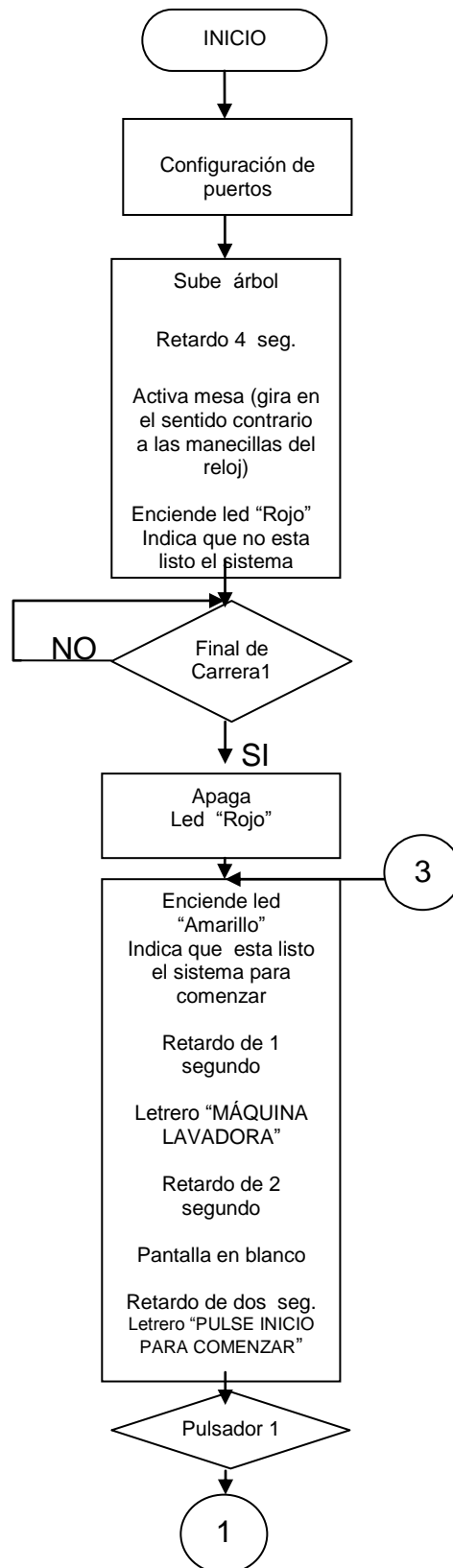
Figura 3: Máquina automatizada

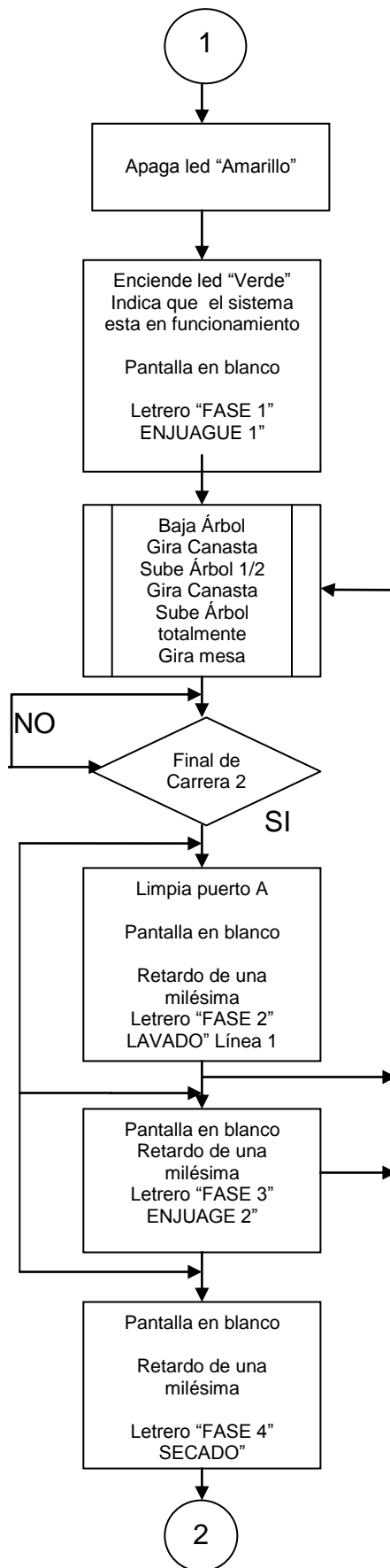


Figura 4: Sistema en funcionamiento



Figura 5: Diagrama de Flujo (General)





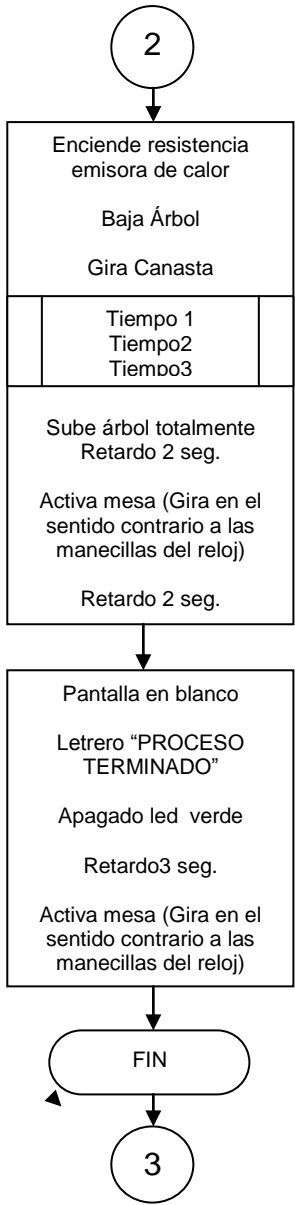
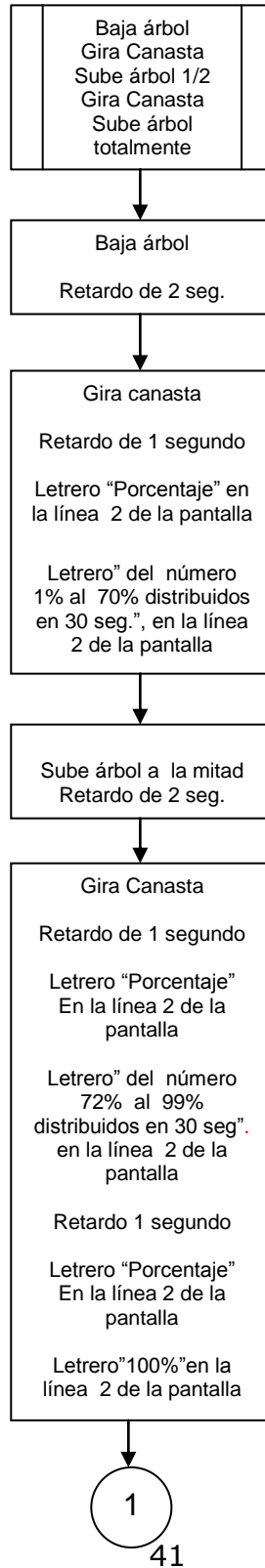




Figura 6: Diagrama de flujo rutina

(Baja árbol, gira canasta, sube árbol ½, gira canasta, sube árbol totalmente y gira mesa)



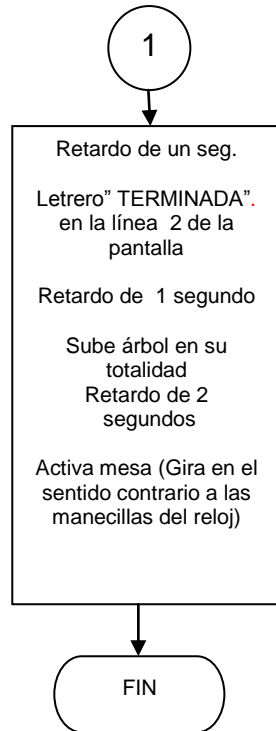


Figura 7: Diagrama de flujo rutina tiempo1, tiempo 2 y tiempo3.

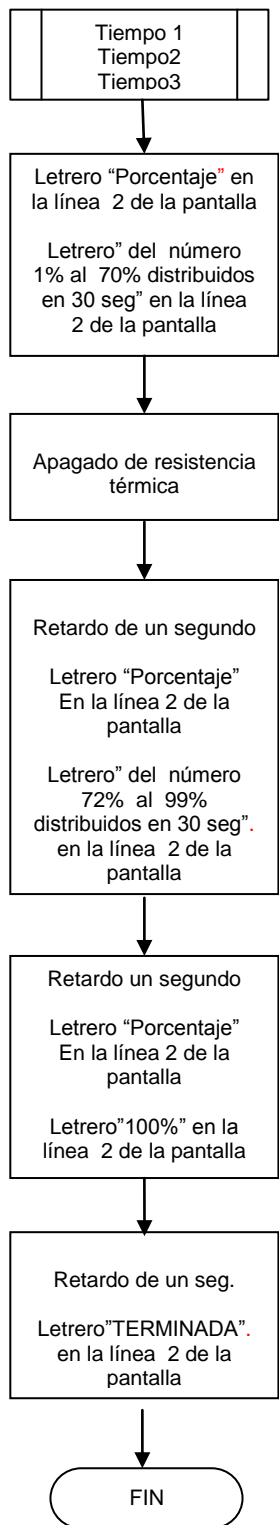


Figura 8: Diseño Plano general (Circuito)

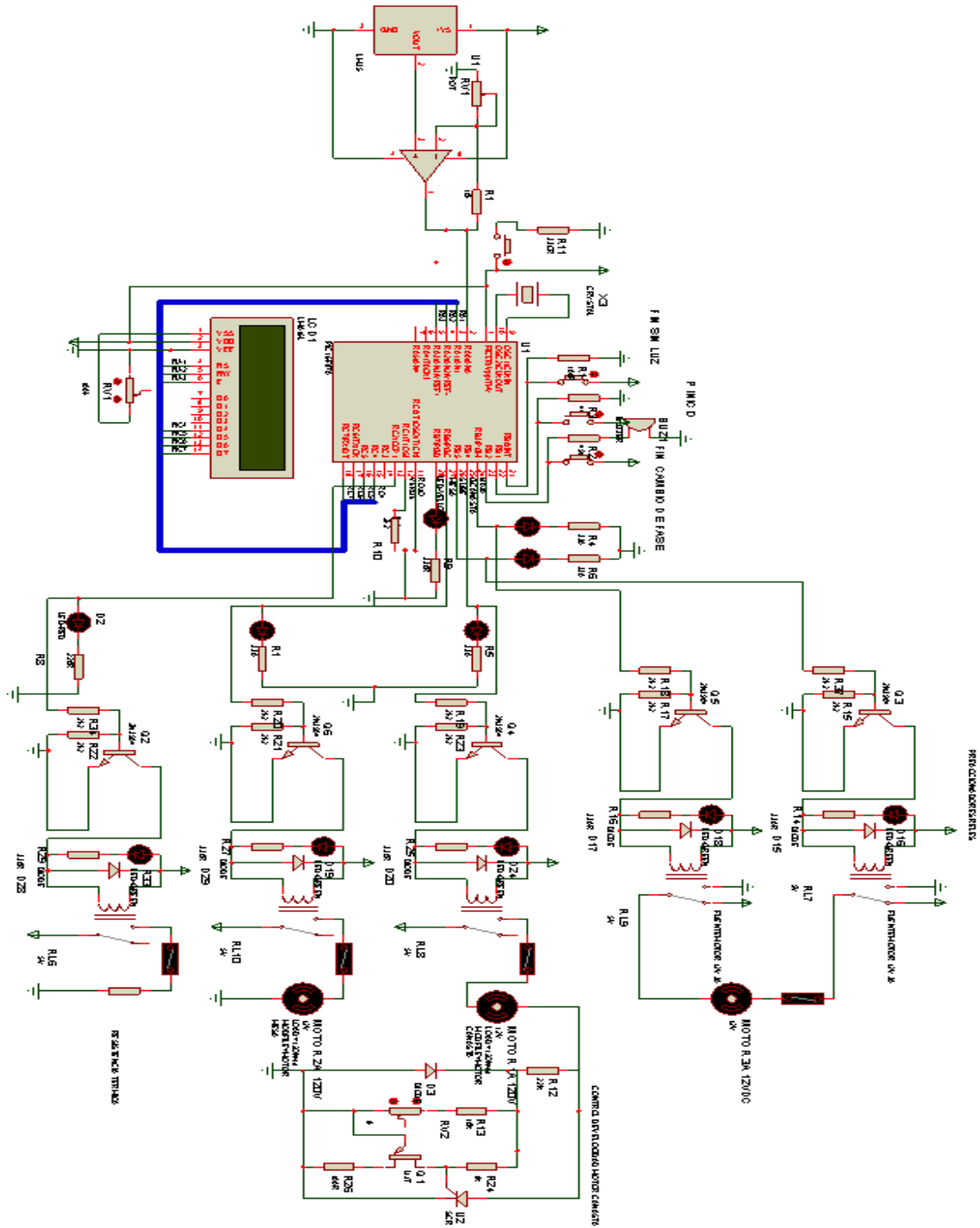


Figura 9: Diseño circuito impreso

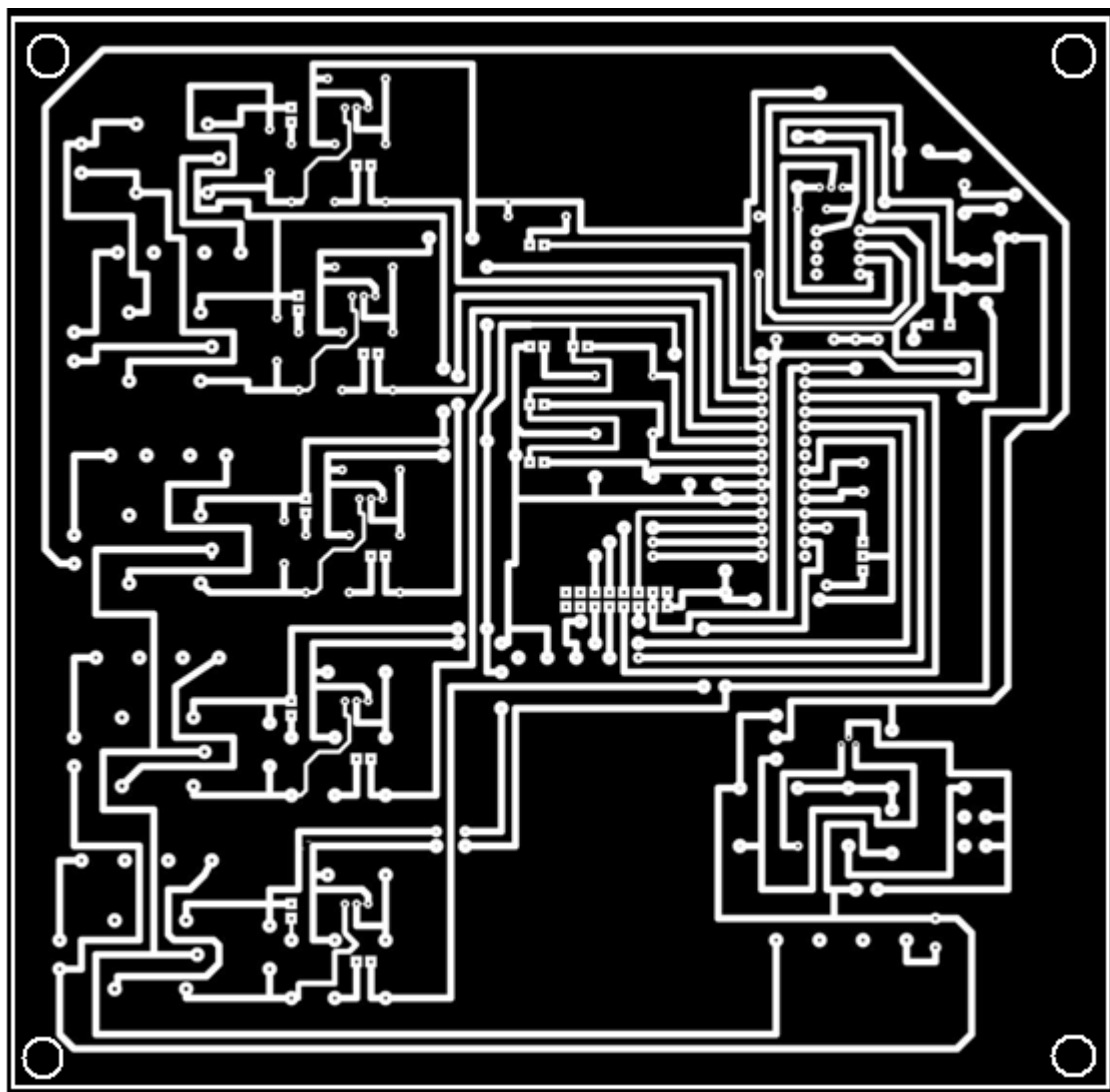


Figura 10: Circuito electrónico de automatización

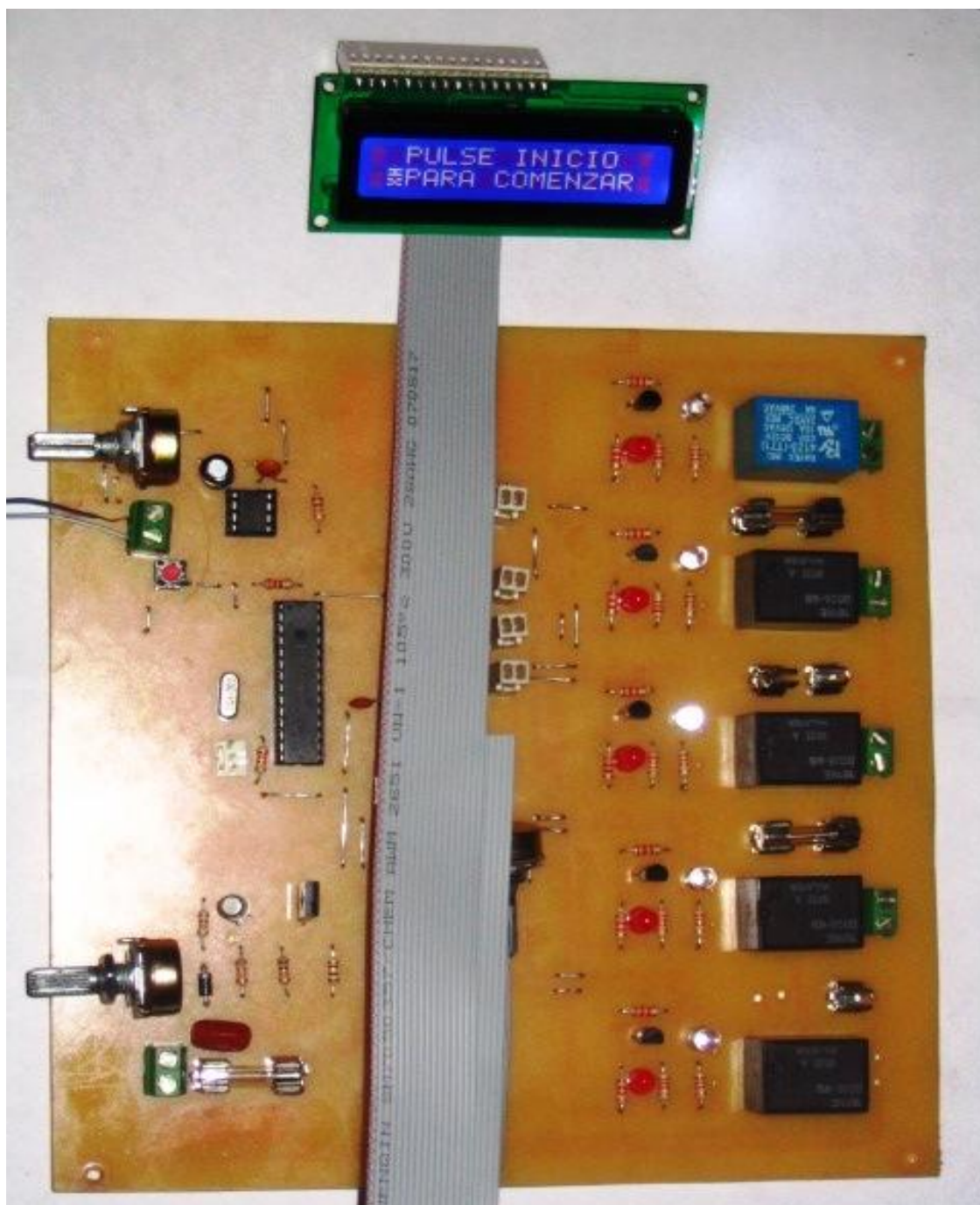
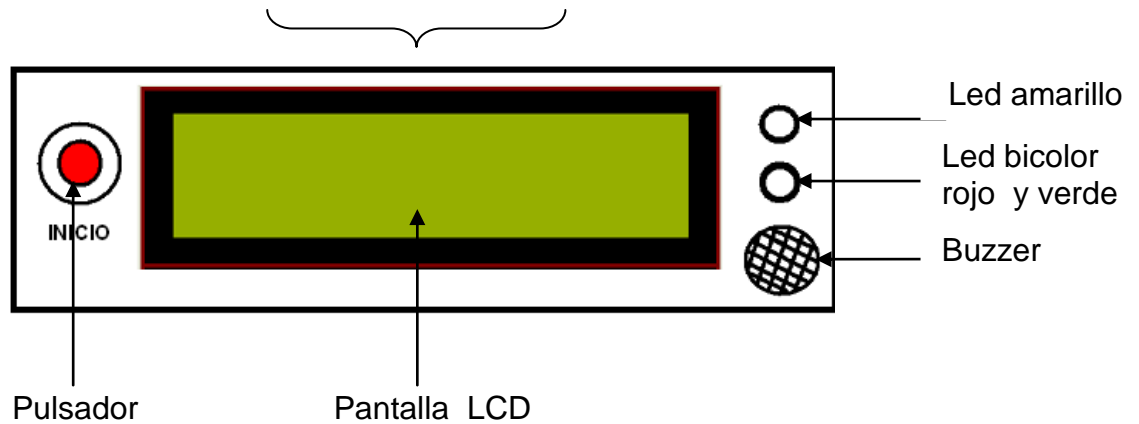


Figura 11: Manual de usuario

Para comprender el accionamiento de la máquina, primero se debe comprender las partes del panel central de accionamiento, visualización y reconocimiento las cuales son:

Panel central de accionamiento, visualización y reconocimiento



1. Para iniciar el funcionamiento de la máquina en la pantalla LCD se debe esperar a que se visualicen los dos siguientes letreros:

Primer letrero

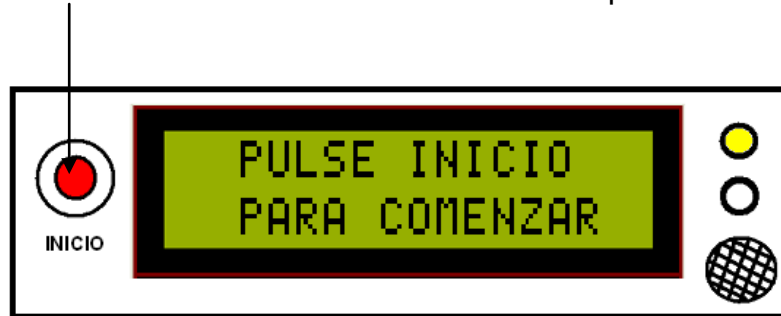


Segundo letrero:

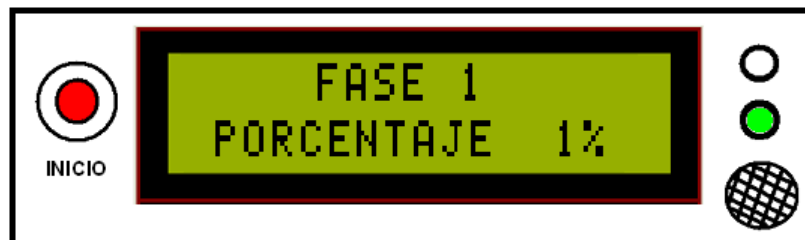


Nótese que el led amarillo se enciende indicando que esta listo el sistema para iniciar al igual que el mensaje que se visualiza en la pantalla LCD.

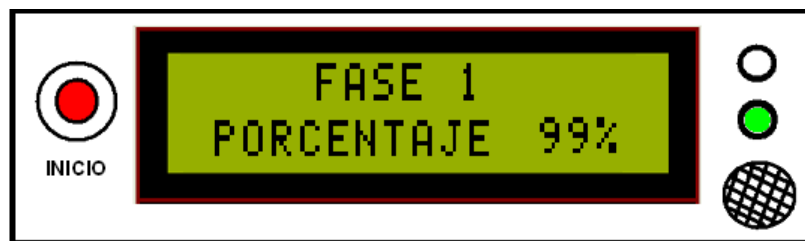
2. Pulse inicio para comenzar el funcionamiento de la máquina.



Ahora se prenderá el led verde indicando que la máquina esta en funcionamiento, acompañado de los siguientes mensajes que aparecen en la pantalla LCD:



\*En la pantalla LCD se tendrá un conteo desde el uno porciento hasta el noventa y nueve porciento para la fase.





\*Al terminar la fase se visualizará el siguiente mensaje en la pantalla LCD:



\*Para indicar el paso a la siguiente fase sonara el buzzer.



**NOTA:** El anterior proceso se realiza para todas las fases desde la primera hasta la cuarta.

3. Después de ejecutarse la cuarta fase (final de todo el proceso) aparecerá el siguiente mensaje en la pantalla LCD:



\*Seguido a esta visualización se volverá al mensaje inicial descrito en el punto uno de este manual, para iniciar de nuevo el funcionamiento de la máquina.

4. Si se presenta un corte de fluido eléctrico, la máquina al accionarse de nuevo tendrá el siguiente mensaje en la pantalla LCD acompañado por el encendido del led rojo, el cual indica que la máquina no está lista para su funcionamiento.



\*Después de unos segundos aparecerá de nuevo el mensaje descrito en el punto uno de este manual para iniciar el funcionamiento de la máquina.

**NOTA GENERAL:** Para suministrar el fluido eléctrico (110 VAC) a la máquina, esta provisto un interruptor de encendido y apagado en la parte izquierda de la máquina.