ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA MICROPROCESADO PARA UNA LAVADORA DE ROPA DOMÉSTICA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y CONTROL.

HEINER GUSTAVO FLORES MEDINA
DIEGO ROSERO SANDOVAL

DIRECTOR: ING. EDWIN NIETO

QUITO, SEPTIEMBRE DEL 2006.

DECLARACIÓN

Nosotros, Heiner Gustavo Flores Medina y Diego Rosero Sandoval, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____ _____

Heiner G. Flores M Diego Rosero Sandoval

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Heiner Gustavo Flores Medina Y Diego Rosero Sandoval, bajo mi supervisión.

_____

Ing. Edwin Nieto

DIRECTOR DE PROYECTO.

Contenido.-

Tema: Diseño y construcción de un control microprocesado para una lavadora de ropa domestica.

Capitulo 1. Introducción.

1.1.- Antecedentes y justificación.

1.1.1.- Antecedentes. 1

1.1.2.- Justificación.

2

1.2.- Objetivos. 3

1.3.- Lavadoras, funcionamiento, variables a controlar y variables a visualizar.

4

1.3.1.- Lavadoras. 4

1.3.1.1.- Constitución física. 5

1.3.1.2.- Ciclos de funcionamiento de la lavadora. 9

1.3.2.- Variables a controlar. 19

1.3.3.- Variables a visualizar. 20

1.4.- Descripción del equipo. 20

1.4.1.- Temperatura del agua. 21

1.4.2.- Nivel del agua. 21

1.4.3.- Selección de programas de lavado. 22

1.4.4.- Alertas de error. 22

1.4.5.- Programa de lavado configurado por el usuario. 23

1.4.6.- Diagrama de bloques general. 23

Capitulo 2. Diseño del equipo.

2.1.- Análisis y selección de los sensores a utilizarse.

25

2.1.1.- Sensores de temperatura.

25

2.1.2.-Sensor de nivel. 31

2.1.3.- Sensor de la tapa. 32

2.2.- Diseño de hardware. 32

2.2.1.- Unidad central de procesamiento y visualización. 32

2.2.1.1.- Microcontrolador Dallas DS5000. 34

2.2.1.2.- Tarjeta microlab MCPD51. 34

2.2.1.3.- Tarjeta display51. 37

2.2.2.- Señales de sensores. 38

2.2.3.- Actuadores y sus sistemas de control. 40

2.2.3.1 Diseño del actuador, 41

2.3.- Diseño del software. 43

2.4.- Dimensionamiento de protecciones. 73

2.5.- Seleccionamiento de la fuente de alimentación. 75

2.6.- Construcción y montaje de los sistemas de sensores. 76

2.7.- Construcción y montaje del módulo. 77

Capitulo 3.-Pruebas experimentales y análisis de resultados.

3.1.- Pruebas experimentales. 79

3.1.1.- Pruebas del circuito de potencia. 79

3.1.3.- Pruebas de los sensores. 79

3.2.- Estructura física final. 80

3.3.- Análisis de los resultados obtenidos. 82

3.4.- Análisis económico. 82

Capitulo 4 Conclusiones y recomendaciones.

4.1.- Conclusiones. 84
4.2.- Recomendaciones. 85

Bibliografía.

Anexos.

PRESENTACIÓN.

La tecnología avanza día a día, con técnicas y soluciones innovadoras que no son más que un instrumento para satisfacer tanto necesidades básicas como banales del ser humano. Es nuestro deber, no solo estar al tanto de dichos desarrollos, sino saber como acoplarlos a la vida real y cotidiana de cada grupo e individuo de nuestra sociedad.

Esta es la razón que la actividad práctica debe ir de la mano con la información, de otro modo se contribuye a un subdesarrollo tecnológico, que a lo único que lleva es a la dependencia.

Instrumentos como la electrónica digital, ayudas de diseño computacionales, control electrónico y control industrial , han sido utilizados en este proyecto, que a más de satisfacer una necesidad personal, quieren despertar el interés en desarrollar soluciones a situaciones cotidianas, muy familiares para todos.

Estamos entrando en la era que los controles electromecánicos están siendo dejados de lado en ciertas aplicaciones donde la electrónica puede suplantarlos, las preguntas que se plantearon para desarrollar este proyecto son: ¿ Que pasa si se daña el programador de una lavadora y no existe en el mercado el repuesto?, ¿Se debe desechar el electrodoméstico que aun brinda servicio?, ¿ Se debe tratar de hacer adaptaciones con lo que se encuentra en el mercado? o ¿Se debe tratar de hacer un sistema electrónico más confiable, de mayor duración y menos expuesto a desgaste?, siendo egresados de la carrera de Electrónica y Control , la respuesta es obvia.

La carrera en electrónica y control da una versatilidad tal que se puede desenvolver en cualquier ámbito, tanto en el entorno industrial, dando soluciones a problemas complejos, tanto como en este proyecto en el entorno de hogar, con igual destreza y eficiencia.

Consideramos que hemos dado una solución, pero esta debe ser considerada como el punto de partida y no como una respuesta final al problema planteado.

RESUMEN.

Tal y como se ha hecho referencia en la presentación del proyecto, se ha tomado en cuenta la integración de un microcontrolador y la electrónica de potencia para poder dar solución a un problema doméstico y poder además dar más tiempo de vida útil a un electrodoméstico que en la actualidad ha pasado de ser un artículo suntuario a un artículo imprescindible.

El proyecto se basa en el funcionamiento del microcontrolador DALLAS DS 5000, aprovechando las bondades del microcontrolador y utilizando interfases para manejo de potencia, se maneja dos electroválvulas y el motor de la lavadora.
Dentro de las rutinas de manejo del microcontrolador, se realizan manejos de puertos, localidades de memoria y lecturas de estados e interrupciones.

Se ha logrado recrear el funcionamiento de los temporizadores y controles electromecánicos además de poder dar unas cuantas rutinas adicionales al funcionamiento de la lavadora.

TEMA:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CONTROL MICROPROCESADO PARA UNA LAVADORA DE ROPA DOMESTICA.

CAPITULO 1.

INTRODUCCIÓN.-

1.1.- ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.-

1.1.1.- ANTECEDENTES.-

Como se ha podido constatar, el adelanto tecnológico ya no es cosa de revistas ni de programas de televisión, sino que se lo vive diariamente y tan sutilmente que no es perceptible, por ejemplo este siglo ha sido testigo de la transición de los tubos de vacío a la era del silicio.

Hace algún tiempo los niveles de sofisticación eran casi monopolio de la gran industria, que era la que podía costear; en la actualidad se puede encontrar sistemas complejos y de gran tecnología hasta en el más simple reloj de pulsera.

Tomando en cuenta estos aspectos, se considera que el papel que deben desempeñar los ingenieros no debe ser un papel pasivo, sino activo dando soluciones tangibles a problemas concretos sin pérdidas en

análisis complicados y confusos que lo único que lograrán será ahuyentar a quien se quiere ayudar.

El propósito de este trabajo es llegar a implementar un control microprocesado a una lavadora de ropa, este control debe ser capaz de realizar las funciones que hace el control electromecánico tan popular, y algunas otras más. Para esto hay que basarse en los conocimientos adquiridos, en las prácticas realizadas en el paso por la facultad, y unir lo que antes parecían temas, conceptos y prácticas aisladas en un solo proyecto para satisfacer una necesidad.

1.1.2.- JUSTIFICACIÓN.-

1.- **Actualmente hay la tendencia a que los electrodomésticos tengan una pequeña pantalla visualizadora para poder establecer una seudo-comunicación entre el usuario y la máquina, pero los aparatos que poseen este sistema son de un costo elevado; hay que estar conscientes que este es un gasto que muy pocas familias están en capacidad de hacerlo, aun más, cuando en nuestro medio la vida de uso de un electrodoméstico sobrepasa su especificación de vida útil.**

2.- **Tener más control sobre ciertas variables que entran en juego en una lavadora de ropa, como también poder monitorear otras. Dichas variables pueden ser: los tiempos de los ciclos, el nivel de llenado de agua, el tiempo remanente total , etc.**

3.- **Quiero también sentar como precedente que se puede desarrollar un prototipo competitivo en el mercado, con esto se dice que de contar con**

el apoyo necesario, se podría llegar a producir en serie productos desarrollados en el país y con tecnología propia.

4.- **Como último y más importante punto se deja sentado que los conocimientos recibidos en la facultad son modulares, es decir que en un solo proyecto se va a hacer uso de los conocimientos adquiridos en diferentes materias.**

1.2.- OBJETIVOS.

- Cambiar el sistema electromecánico de control de una lavadora a un sistema electrónico comandado por un microcontrolador.
- Introducir los sensores necesarios para optimizar el funcionamiento de la máquina.
- Procesar las señales a nivel de software a fin de obtener señales que permitan efectuar el control y la visualización de las funciones de la lavadora, así como las señales de error.
- Implementar las protecciones necesarias.
- Construir el prototipo que satisfaga las necesidades mencionadas y además presente una buena resistencia al uso doméstico y a la intemperie.

1.3.- LAVADORAS, FUNCIONAMIENTO, VARIABLES A CONTROLAR Y VARIABLES A VISUALIZAR.-

Con el propósito de tener un mejor entendimiento acerca de lo que va a realizar en la presente tesis, se explicará brevemente acerca de las

lavadoras, su funcionamiento y las variables que se pretende controlar y visualizar.

1.3.1.- LAVADORAS.-

Son aparatos electrodomésticos muy usados en la actualidad, cuya función es el lavado de la ropa, empleando para este efecto agua con detergente, y agitando esta mezcla constantemente. En muchos casos puede considerársele como un electrodoméstico complejo, ya que existen en el mercado algunos modelos que realizan operaciones de lavado, enjuagado y escurrido de la ropa. Una lavadora doméstica moderna automática tiene una capacidad de lavado de hasta 5 kilogramos de ropa por carga, pero en las lavanderías públicas existen modelos más grandes cuyas capacidades de carga de ropa son mayores. El compartimento que contiene la ropa está recubierto por una plancha de acero inoxidable, con agujeros para la entrada y salida de agua. En las antiguas lavadoras ésta era fija y en ella giraba una hélice que agitaba la ropa (lavadoras de hélice). Actualmente el compartimento es un tambor agujereado que gira, desplazando y agitando la ropa (lavadora de tambor). El tambor está conectado al motor a través de su eje.

El proceso de lavado es el siguiente: en el tambor de acero esmaltado se introduce la ropa sucia, agregando una cantidad adecuada de detergente; un selector automático permite escoger entre diversos programas de lavado según la ropa de que se trate. El programa especifica el tipo de ropa, la temperatura del agua, y la duración de los ciclos de lavado necesarios. El ciclo completo comprende las siguientes operaciones:

lavado previo (similar al remojo que se realiza cuando se lava a mano); lavado (en esta fase, con agua y detergente que se van renovando, la ropa se somete a una agitación continua por medio de movimientos alternados de rotación); enjuagado (la ropa realiza los mismos movimientos que en la fase anterior, pero existe una sustitución continua del agua); escurrido (por centrifugación, haciendo girar el tambor alrededor de su propio eje).

Las principales características de una lavadora son su capacidad de carga de ropa, expresada en kg. de ropa seca, su potencia en kw,. la temperatura del agua en el tambor, y el consumo de agua. Las lavadoras domésticas consumen alrededor de 2 kw, mientras que las industriales llegan a los 5 kw y aún más.

1.3.1.1.- CONSTITUCION FISICA.

Figura 1: Lavadora de ropa doméstica

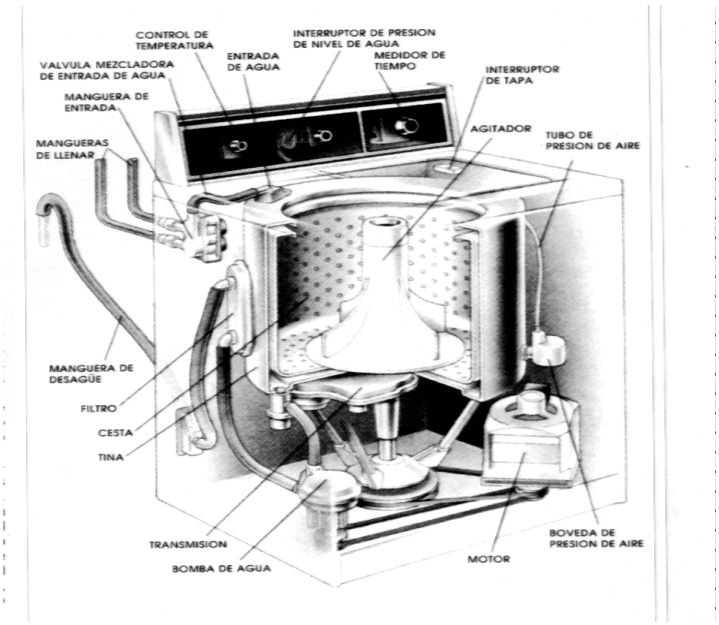


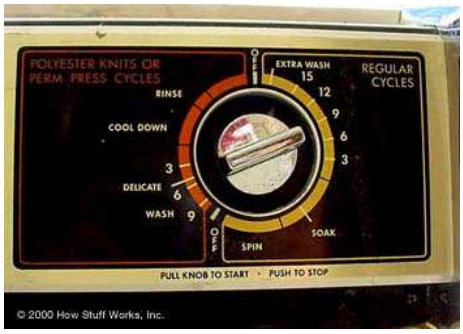
Figura 2: Partes constitutivas de la lavadora

En la figura 1 se puede apreciar la presentación exterior más común de una lavadora de ropa doméstica.

En la figura 2 se puede apreciar un poco más en detalle las partes constitutivas principales de una lavadora de ropa, tales como el tanque donde se pone la ropa, el motor, la bomba de agua, las mangueras de alimentación y drenaje, las válvulas, y el panel de control.

El cerebro de las lavadoras de ropa es el medidor de tiempo, cuya presentación típica se presenta en la figura 3.a. Este dispositivo electromecánico toma su energía de un pequeño motor eléctrico. Como un reloj, el pequeño motor da vueltas a una serie de engranajes para mover las levas que activan a los interruptores, con ello, controla las diferentes funciones de lavar, girar y enjuagar, que hacen el proceso total de lavado, en las figuras 3.b y 3.c se muestra el medidor de tiempo en su

parte interior, aquí se pueden ver tanto el motor como los contactos eléctricos (figura 3.b) y el sistema de levas (figura 3.c).



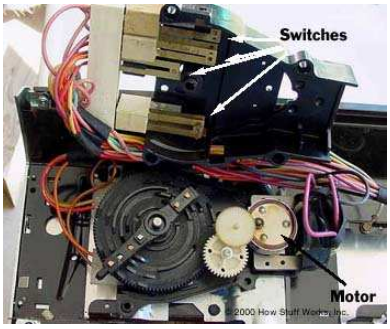


Fig. 3.a) Medidor de tiempo **Fig. 3.b) Motor e interruptores**

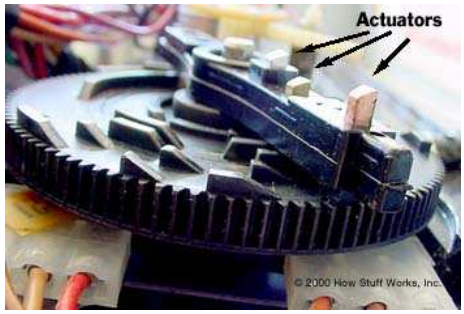


Fig. 3.c) Sistema de levas

Además de controlar los diferentes ciclos ajustando el medidor de tiempo, se fija el nivel de agua, y se controla la temperatura del agua (tanto caliente, tibia o fría) con el control de temperatura, en la figura 4 se puede apreciar tanto el selector de nivel de agua.

Figura 4: Selector de nivel de agua

1.3.1.2.- CICLOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA LAVADORA.-

Se definen cuatro operaciones en el funcionamiento de una lavadora de ropa:

- **Ciclo de llenado**
- **Ciclo de lavado**
- **Ciclo de drenaje**
- **Ciclo de Enjuague..**

El ciclo de llenado.-

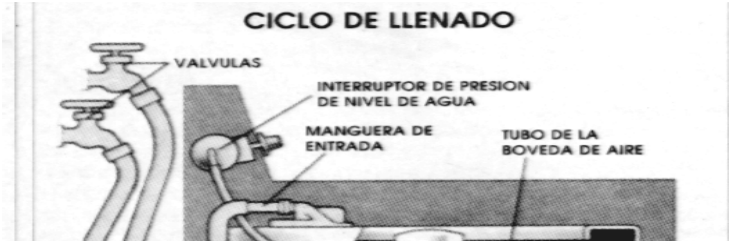


Figura 5: Ciclo de llenado

Figura 6: ulas

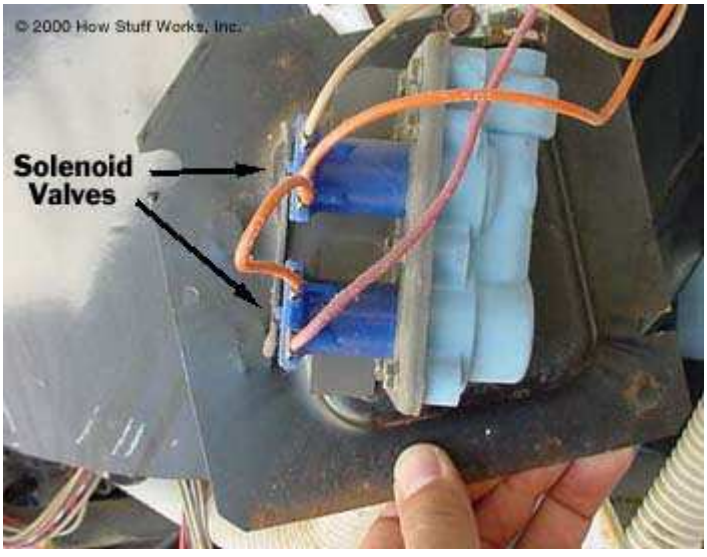


Figura 7: Válvulas de entrada de agua.

Figura 9: Ubicación del sifón

En la figura 5 se puede ver todos los elementos que van a tomar parte en el ciclo de llenado, entre ellos están la manguera de entrada, las mangueras de llenar, la mezcladora de entrada de agua, las electroválvulas.

Los detalles tanto de la ubicación como de la forma de las electroválvulas de entrada de agua están en las figuras 6 y 7.

Un elemento importante en la lavadora es el sifón que ayuda a que no haya un sobrellenado, este dispositivo que se muestra en la figura 8, entra en juego, por ejemplo cuando no funciona el sensor de nivel, o cuando sube el nivel del agua por acción del centrifugado, ofreciendo al agua un camino de desfogue, no permitiendo así que el agua salga a través de la tapa, su ubicación es en el borde superior del tanque de lavado.

Para que la máquina arranque, se selecciona primero un programa de ciclos, el tiempo de lavado y la temperatura del agua. Luego presionando el botón del medidor de tiempo se hecha a andar el motor de éste y completa un circuito a través del interruptor selector de temperatura del agua y la válvula mezcladora de entrada de agua. El interruptor de temperatura regula la cantidad de agua fría y caliente que pasa a través de la válvula de mezcla de entrada de agua. Una vez que la válvula mezcladora está abierta, el agua fluye en la tina procedente de las válvulas de agua fría y caliente que están fijadas al sistema de plomería de la casa.

Desde aquí, el agua llena la tina y la cesta perforada que contiene la ropa sucia y el detergente. Según el nivel del agua sube, sube la fuerza en la

bóveda de presión de aire montada en el lado de la tina. Un tubo conectado a la bóveda de presión de aire, que se muestra en la figura 10 lleva el aire a presión al interruptor de nivel de agua en la consola. Cuando la presión de aire llega a un punto que corresponde al ajuste del nivel de agua en el control, el interruptor, que se muestra en la figura 11, cierra el flujo de agua a través de la válvula de mezcla de entrada de agua.

Figura 10: Sensor de nivel de agua

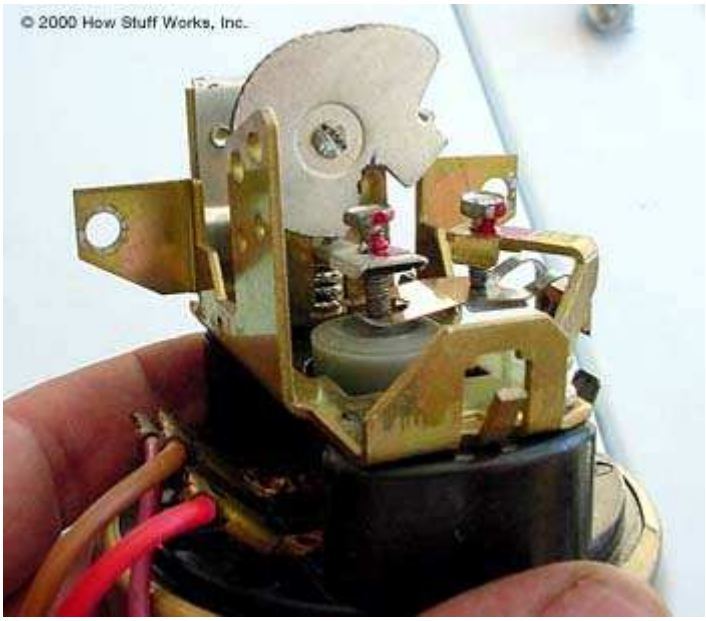


Figura 11: Detalle del interruptor de nivel de agua

El ciclo de lavado.-

Inmediatamente, el medidor de tiempo da la señal al motor de la lavadora, que se muestra en las figuras 12 y 13. El motor está conectado al agitador y al cesto a través de una serie de engranajes, muelles, levas y ejes que integran la transmisión.

Aunque el diseño de la transmisión varía y ha evolucionado a través de los años, la función de este conjunto es la misma: el convertir el movimiento rotatorio del eje en un movimiento de atrás hacia delante del agitador y, en el momento apropiado, parar la agitación y acoplar la cesta para el ciclo de girar.

En la fase de lavado, las aletas del agitador hacen que el agua y el detergente pasen a través de la ropa para remover la suciedad. Según la suciedad se va soltando de la ropa, va quedando suspendida en el agua. Al mismo tiempo que comienza la agitación, se activa la bomba de agua. La bomba hace circular el agua por la parte de abajo y de arriba de la tina, y guía el agua a través del filtro donde se adhieren las hilachas y otras partículas.

Figura 12: Detalle del alojamiento del motor

Figura 13: Detalle del alojamiento del motor y bomba de agua

Ciclo de drenaje.-

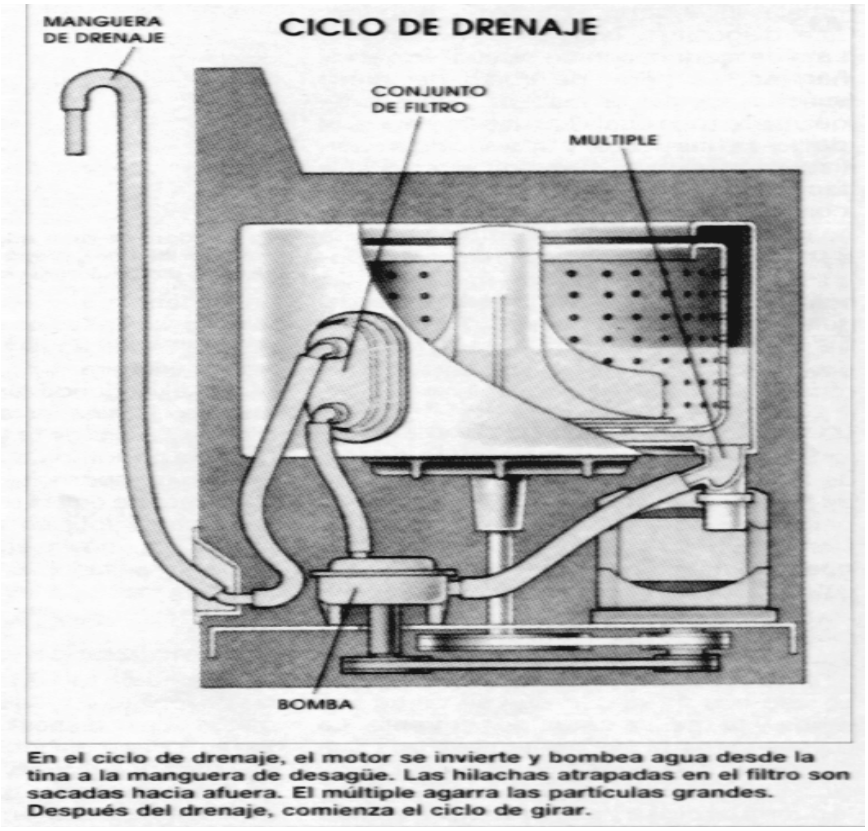
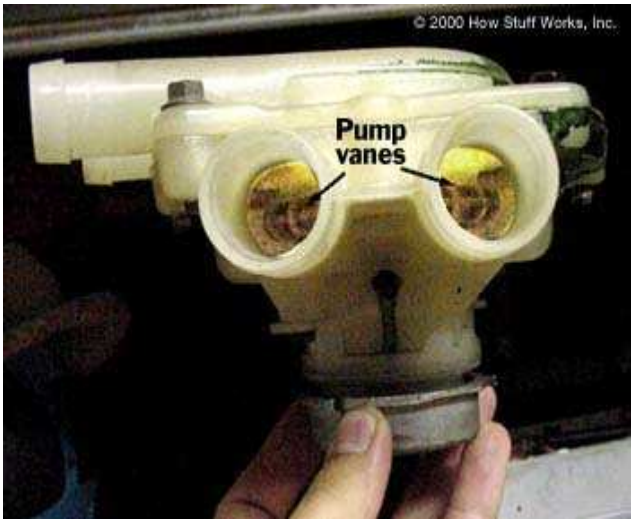


Figura 14: Ciclo de drenaje

Cuando se termina el ciclo de lavado, el motor se detiene momentáneamente, y entonces comienza a la inversa. En este punto, el agitador se desacopla y la bomba mueve el agua en dirección contraria,

limpiando el filtro y enviando el agua sucia a la manguera de drenaje, en la figura 14 se puede ver los elementos que entran en juego en el ciclo de drenaje.

Una vez que la bomba ha removido la mayoría del agua, el medidor de tiempo avanza al ciclo de girar. La transmisión ahora conecta al motor a ambos, al agitador y a la cesta, pero desconecta los engranajes de control de agitación. Según la cesta de agitación aumenta su velocidad, las fuerzas centrífugas mueven el agua hacia fuera de la ropa y a través de las perforaciones de la cesta a la tina donde es bombeada hacia el drenaje. Como una medida de seguridad, las lavadoras tienen un interruptor dentro de la tapa que desconecta el motor si la tapa es abierta durante el ciclo de girar. En este punto, la bomba de agua, figura 15 funciona como una bomba de recirculación permitiendo que el agua salga del tanque y vuelva a entrar en él.



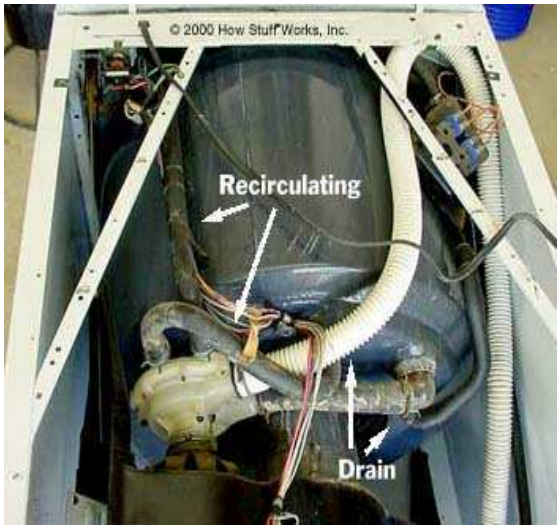


Figura 15: Bomba de recirculación

Enjuagando la ropa.-

Cuando se termina el ciclo de girar, el medidor de tiempo avanza al ciclo de enjuague. Durante esta fase, la tina se llena nuevamente con agua al nivel y temperatura predeterminados. El medidor de tiempo comienza entonces otro ciclo de agitación corto para remover cualquier suciedad y detergente que se queden impregnados en la ropa.

Después de la agitación, el medidor de tiempo drena la tina o tanque, figura 16 y da señales al motor y a la transmisión para comenzar un ciclo de girar de alta velocidad que remueve la mayoría del agua de la ropa.

Durante el ciclo final de girar, el medidor de tiempo abre y cierra interruptores que controlan la válvula mezcladora de entrada de agua. Esto envía golpes de agua al cesto para hacer lo que se llama enjuague de rociado. El enjuague de rociado ayuda a remover cualquier suciedad y detergente que quede en la ropa. Cuando el ciclo final termina, el medidor de tiempo detiene el motor y se apaga a sí mismo.

Figura 16: Tambor

1.3.2.- VARIABLES A CONTROLAR.-

Básicamente las variables que va a controlar en la lavadora son:

La temperatura del agua en el interior de la lavadora, actuando para este propósito sobre las electroválvulas de agua fría y caliente.

Los ciclos de lavado, que dependerá del programa seleccionado, y de la elección de los tiempos de las diferentes etapas del proceso: lavado, enjuagado, y centrifugado.

1.3.3.- VARIABLES A VISUALIZAR.-

Dentro de este punto se van a anotar las variables que deben ser visualizadas para una correcta manipulación por parte del operador y para un correcto funcionamiento de la máquina.

Nivel del agua.- Para tener conocimiento si la selección hecha por el operador ha sido conseguida.

Tiempo remanente total.- Para tener referencia del tiempo de proceso con el fin de permitir al usuario dedicarse a otras labores.

Temperatura del agua.- En este caso se tiene tres niveles de temperatura: fría, tibia y caliente. Con el fin de que el usuario verifique que lo seleccionado está siendo respetado.

Ciclo de operación.- Con esta visualización se permite al usuario tener conocimiento del ciclo que en ese momento se lleva a cabo.

1.4.- DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.-

El equipo a construirse va a manejar las variables antes mencionadas; aquí se va a hacer una descripción de como van a ser manejadas y procesadas tanto las señales de lectura de los sensores como las señales que van a los actuadores. Además, se realiza una descripción de la visualización de las señales de error y una opción especial para introducir un programa de lavado configurado por el usuario.

1.4.1.- Temperatura del agua.-

Para el manejo de la temperatura del agua, se van a considerar tres condiciones: agua caliente, agua tibia y agua fría.

Para la condición de agua caliente se activará únicamente la electroválvula de ingreso del agua caliente, de ahí que la temperatura del

proceso dependerá exclusivamente de la temperatura del agua que ingresa.

Para la condición de agua tibia, se activarán simultáneamente las dos electroválvulas: de agua caliente y de agua fría.

Finalmente para la condición de agua fría se activará solamente la electroválvula de agua fría.

Es necesario aclarar que no se realiza un control fino de la temperatura del agua, debido a que para ese proceso se requiere de servoválvulas, las cuales incrementarían el costo del proyecto, además que para este fin no se consideró necesario un control fino de la temperatura del agua, ya que no es un factor crítico para esta aplicación.

1.4.2.- Nivel del agua.-

Para esto el microprocesador va a realizar una lectura del pórtico digital de entrada, el cual está conectado a un sensor de nivel de líquidos.

Dependiendo de las señales recibidas tanto del sensor de temperatura, como del sensor de nivel, el microprocesador va a procesar la información para enviar las señales al actuador de cada electroválvula, controlando la temperatura hasta que se alcance el nivel deseado.

1.4.3.- Selección de programas de lavado.-

Esencialmente existe el seleccionamiento de los programas de lavado para dos tipos de ropa: uno para ropa delicada , y el otro para ropa más

resistente. Dentro de esta clasificación la elección del programa de lavado se la hace básicamente seleccionando el tiempo de remojo y el tiempo del primer ciclo de agitación que están incluidos dentro del ciclo de lavado.

Por lo tanto para este punto se requiere controlar los tiempos de operación del motor, y esto se lo consigue a través del activado o desactivado de relés de estado sólido que forman parte del actuador del motor, el cual va a reemplazar a los contactos electromecánicos del temporizador actualmente existente en la lavadora.

1.4.4.- Alertas de error.-

Hasta ahora se ha considerado que en toda casa existe instalación de agua caliente, pero si esta condición no existe, debe haber una señal de alerta que indique esta situación, la otra señal de error sería cuando el motor no funcione, situación que se daría si la protección del motor se accionó, o por daño propio del motor.

Para este par de situaciones se propone alarmas visuales, las cuales serán fácilmente notadas por el usuario, lo que le permitirá realizar las acciones correctivas respectivas.

1.4.5.- Programa de lavado configurado por el usuario.-

Con la incorporación de esta opción, el usuario podrá configurar su propio programa de lavado, pudiendo seleccionar los tiempos de lavado, enjuagado y escurrido, de acuerdo a sus propias necesidades,

independientemente de los tiempos preestablecidos. El ingreso de los datos se hará mediante el teclado pudiendo visualizarse las selecciones en el display.

1.4.6.- Diagrama de bloques general.-

Se incluye un diagrama de bloques general del equipo, en la figura 17, con el fin de tener una visión global del trabajo de la presente tesis, y denotar la interrelación entre las distintas partes que conforman el módulo.

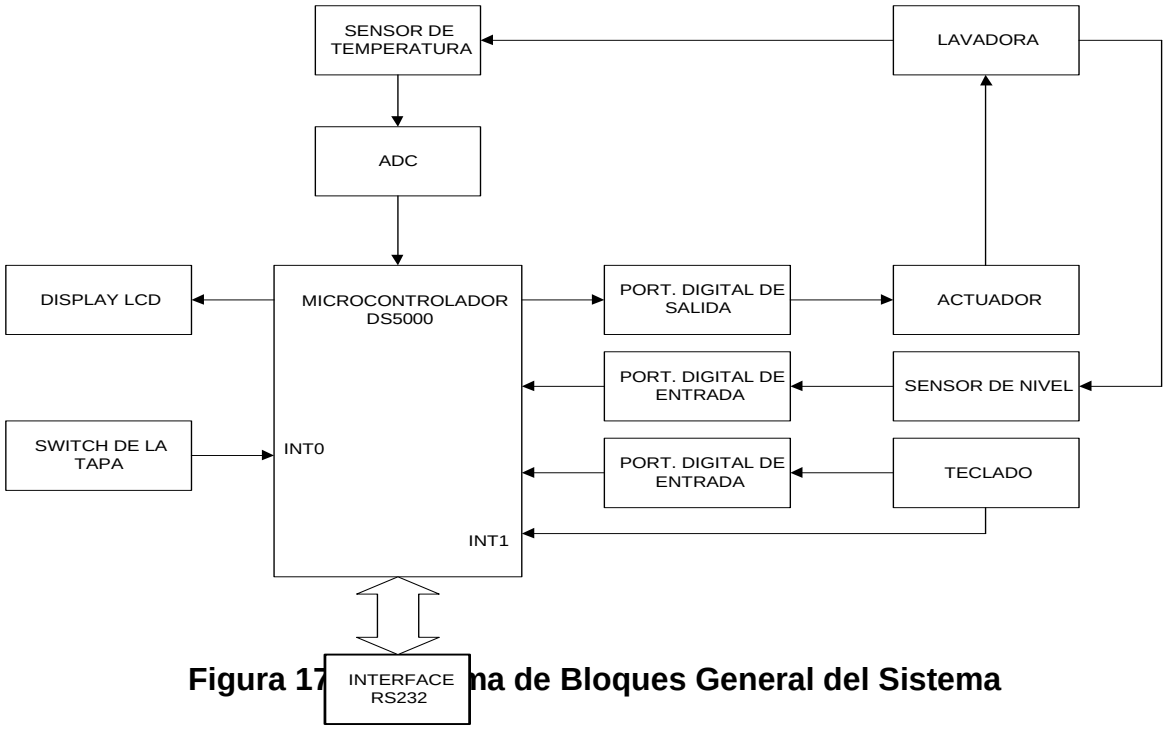


Figura 17 Diagrama de Bloques General del Sistema

CAPITULO 2.

DISEÑO DEL EQUIPO.-

Este capítulo abarca el diseño de lo que realmente es el equipo que se va a implementar, aquí se desglosa lo que se refiere a:

- El análisis y selección de los sensores a utilizarse.
- Diseño del hardware.
- Diseño del software.
- Dimensionamiento y selección de protecciones.
- Seleccionamiento de la fuente de alimentación.

2.1.- ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LOS SENSORES A UTILIZARSE.-

Con referencia a lo descrito en el capítulo anterior, en los puntos designados como variables a controlar y descripción del equipo, es esencial la introducción tanto de un sensor de nivel, como de un sensor de temperatura.

A continuación se hace una reseña acerca de los sensores de temperatura y los de nivel, así como una explicación de conceptos que se consideran están relacionados con la presente aplicación.

2.1.1.- Sensores de temperatura.-

Las ventajas o limitaciones del sistema de medida quedan definidas por el tipo de sensor utilizado, la precisión requerida, la velocidad de captación de la temperatura, la distancia entre el elemento de medida y el instrumento registrador, indicador o controlador necesarios.

Los sensores de temperatura utilizan diversos fenómenos que son influidos por la temperatura; entre los cuales figuran:

- Variación en el volumen o estado de los cuerpos (sólidos, líquidos, gases)
- Variación de la resistencia de un conductor (sondas de resistencia)
- Variación de la resistencia de un semiconductor (termistores)
- Fuerza electromotriz creada por la unión de dos metales distintos (termopares)

ELECCIÓN DEL SENSOR.

Depende de los requerimientos del usuario, tales como:

- El rango de temperatura
- La sensibilidad
- La exactitud
- El tiempo de respuesta (cambios rápidos de temperatura sólo pueden observarse en sensores rápidos)
- El ambiente (normal, químicamente hostil, de alta radiación, etc.)

Únicamente unos pocos tipos de sensores son completamente pasivos, es decir, no requieren de algún tipo de excitación aplicada. Estos sensores mantienen su interacción con el sistema con un mínimo de alteración, esto quiere decir que influye muy poco con el medio a medirse. Por ejemplo, prácticamente no existe un incremento de calor en el sistema bajo observación al introducir en él una termocupla, o al medir el ruido térmico de una resistencia, o al observar la distribución espectral emitida desde un cuerpo radiante.

Con sensores resistivos, ocurre una pequeña disipación de potencia debido a la baja corriente eléctrica que debe aplicarse a la resistencia para medir su valor de resistencia. Pero, debido al autocalentamiento, la temperatura de un sensor que requiere excitación es mayor que la temperatura del sistema bajo medición, y por tanto es errónea. Además, si se mide la temperatura de un sistema térmicamente aislado y con una

pequeña capacidad térmica, la temperatura subirá debido a la disipación térmica del sensor.

Es importante en muchas aplicaciones el conocer cuán rápidamente la salida del sensor es capaz de seguir las variaciones de temperatura del sistema. Una respuesta correcta únicamente puede obtenerse cuando la temperatura del sensor es igual a la temperatura del sistema bajo medición. Por tanto, se requiere una eficiente transferencia del calor entre el sensor y el sistema, y la capacidad térmica del sensor debe ser relativamente menor a la del sistema.

EL TERMOPAR:

La transducción de temperatura por medios termoeléctricos se basa en el efecto Seebeck: cuando dos conductores diferentes A y B forman un circuito (mediante la unión de ambos por sus extremos) y uno de los extremos se calienta, se crea una diferencia de potencial que aumenta con la diferencia de temperatura de las dos uniones.

Las termocuplas se comportan eléctricamente como fuentes de voltaje de baja impedancia. Debido a su pequeña sensibilidad requieren el uso de amplificadores con valores adecuados de bajo offset y bajo coeficiente de corrimiento por temperatura. Se debe tener especial cuidado en asegurarse de que el circuito asociado con la termocupla tenga iguales temperaturas en todas las termocuplas que se forman en cada punto de conexión.

SENSOR DE TEMPERATURA RESISTIVO MEDIANTE CONDUCTORES (RTD):

Llamados también RTD o detector de temperatura por resistencia. Se basan en el principio de que la resistencia de un metal en función de la

temperatura varía de una manera casi lineal (Fig. 18). Los metales utilizados son platino, cobre y níquel; el cobre presenta una baja resistividad, el níquel es usado para un rango de temperatura estrecho, pero el platino es actualmente el más utilizado.

El sensor consiste de un arrollamiento de hilo muy fino del conductor adecuado bobinado entre capas de material aislante y protegido con un revestimiento de vidrio o de cerámica.

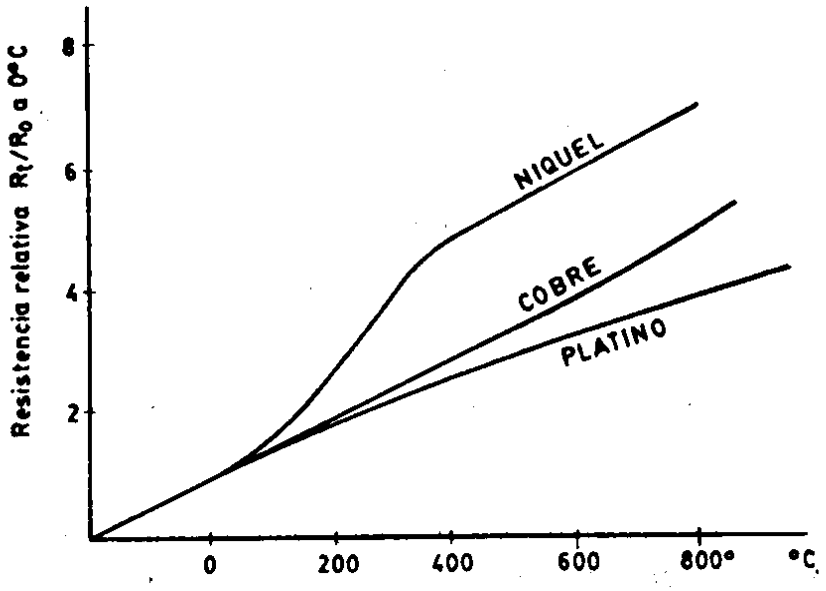


Figura 18.- Característica R vs. T de un RTD dependiendo del material.

Los materiales de fabricación de los sensores resistivos de temperatura deben poseer las siguientes características:

- Alta resistividad lo que dará mayor variación de resistencia por grado de temperatura (sensibilidad)
- Relación casi lineal Resistencia – Temperatura, en un rango de temperatura.
- Rigidez y ductilidad; lo que permite realizar los procesos de fabricación de estirado y arrollamiento del conductor en bobinas de la sonda en tamaños pequeños (Rapidez de Respuesta)
- Estabilidad de las características durante la vida útil del material.

SENSOR DE TEMPERATURA RESISTIVO UTILIZANDO SEMICONDUCTORES

Los termistores son resistencias hechas con materiales semiconductores con coeficientes de temperatura tan grandes que se emplean extensamente a pesar de su pobre linealidad. Son mucho más sensibles que las resistencias de platino, tienen un elevado coeficiente de temperatura negativo, pero presentan una curva resistencia-temperatura totalmente no lineal.

OTROS PRINCIPIOS FISICOS

Una resistencia es un generador de ruido térmico y como tal, puede suministrar información acerca de la temperatura.

Técnicamente los sensores más adecuados para la presente aplicación son la termocupla por su rango de medición, características físicas y familiarización de empleo y RTD por ser de característica casi lineal y prácticamente no necesitar de un circuito linealizador, estos dos tienen además la ventaja de estar disponibles en el mercado local.

Los sensores antes mencionados tienen costos significativos para esta aplicación; esto incentivó a buscar un elemento sensor de temperatura con una conveniente respuesta, un adecuado rango, y sobretodo un precio módico. Partiendo de estas premisas y con un poco de conocimiento de mecánica automotriz, se llegó al llamado "trompo de temperatura" que tiene como función sensar la temperatura del bloque del motor de un automóvil. Entre las propiedades de este sensor están: robustez mecánica, facilidad de instalación, gran rango de respuesta, y el sobredimensionamiento que es propio para su aplicación automotriz.

Se obtuvo las curvas de respuesta de este sensor que se muestran en la figura 18, y analizando las mismas, se llega a la conclusión que es el sensor más conveniente.

Según las pruebas realizadas y cuyos resultados se adjuntan (Fig. 19), el sensor de temperatura del bloque del motor de un automóvil es una

resistencia variable que se comporta como un NTC (Negative Temperature Coefficient).

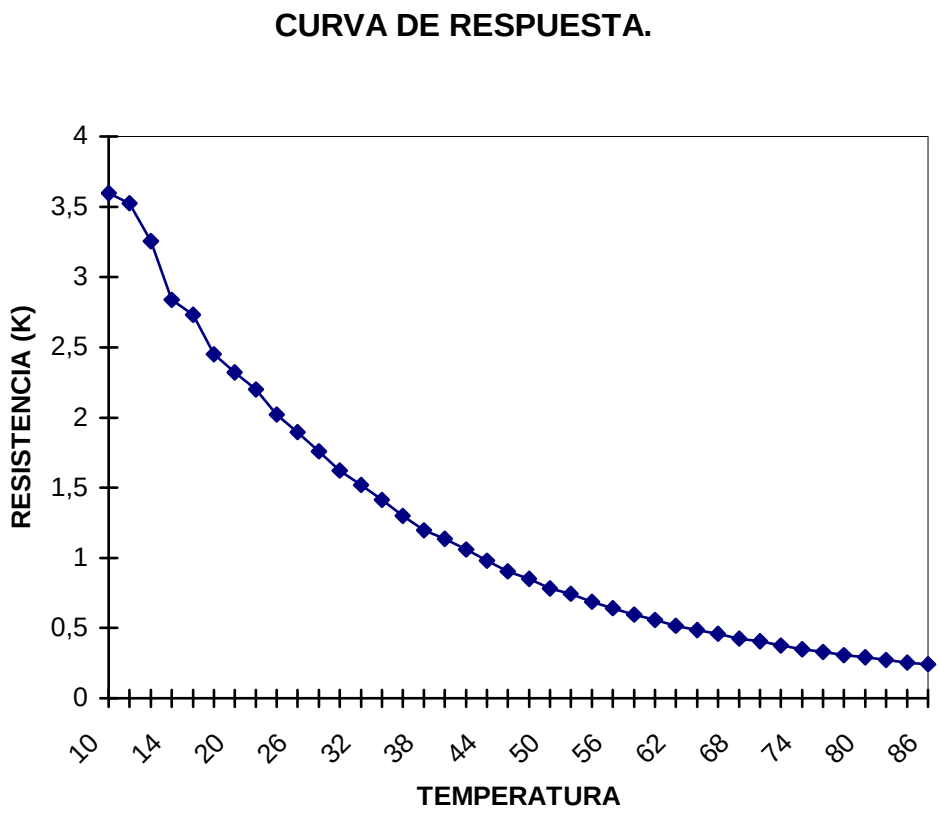


Figura 19: Respuesta del sensor de temperatura

Del sensor de temperatura que se va a utilizar, se desconoce desde su procedencia hasta su hoja de características técnicas por lo que se ha hecho pruebas con este sensor y se ha obtenido su curva característica promedio luego de aproximadamente 6 pruebas de calentamiento y enfriamiento, obteniendo una variación máxima para la misma temperatura de 50 Ω en la resistencia del sensor (ver anexo PRUEBAS DEL SENSOR DE TEMPERATURA). Por experiencia se puede decir que los llamados trompos de temperatura para algunas marcas de autos como Hyundai, de la línea General Motors, Ford, tienen una curva de respuesta similar a la que se ha evaluado.

2.1.2.-SENSOR DE NIVEL.

En lo que respecta a sensores de nivel se tiene en el mercado una amplia gama de sensores según su construcción, instalación y su precisión; la aplicación actual no necesita de un sensor de alta precisión, por el contrario el margen de error que se considera aceptable es de alrededor del 15%, por lo que un sensor de nivel que se considera cómodo para esta aplicación es el de contacto, es decir, un par de cables con los cuales se pretende detectar la variación de la resistencia cuando éstos están inmersos en agua y en aire (Fig. 20).

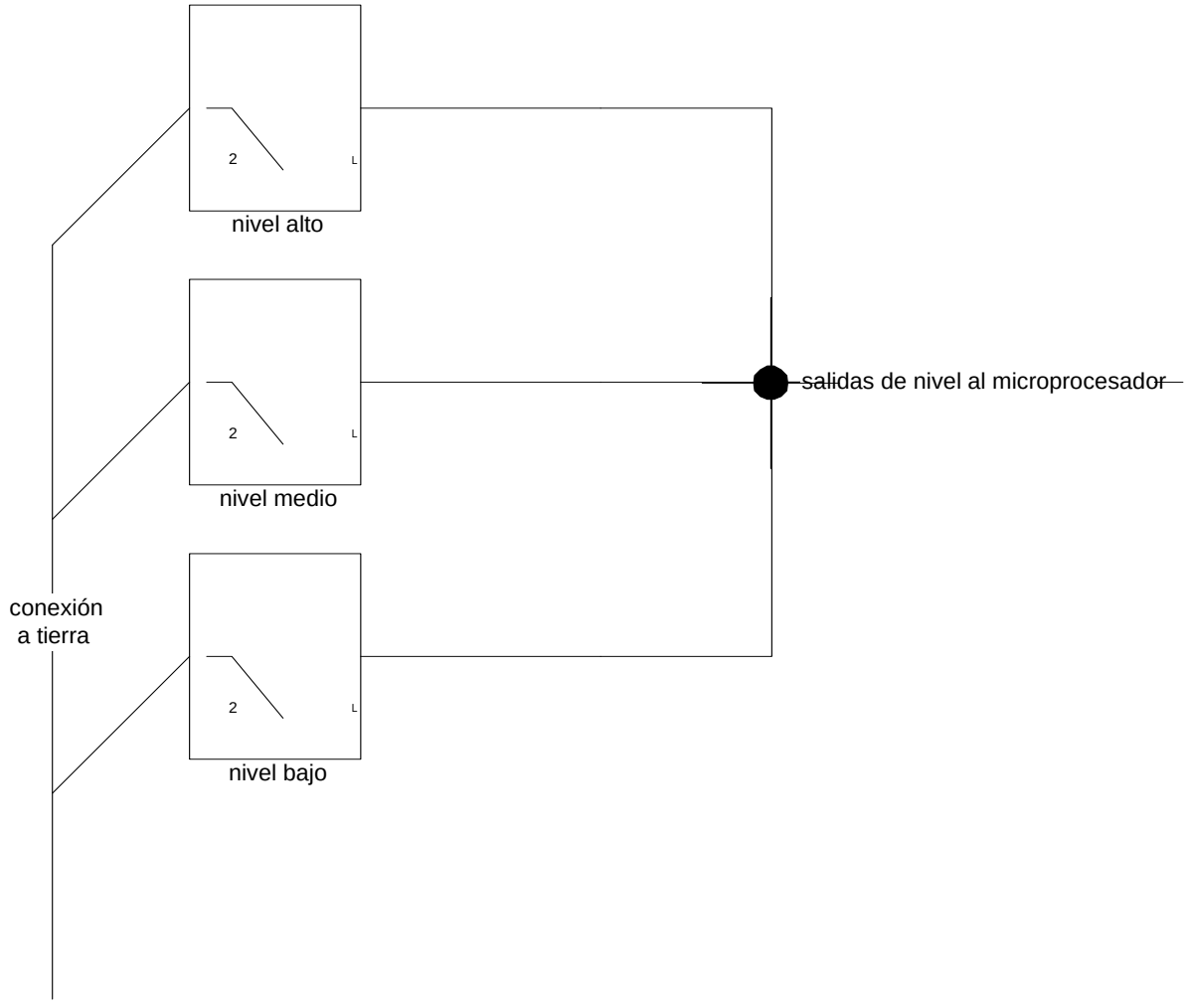


Figura 20: Sistema de sensores de nivel

2.1.3.- Sensor de la tapa.

Si bien no se lo debería llamar un sensor, es un interruptor que está situado en la tapa de la lavadora, la función de este es hacer que el ciclo que se está llevando a cabo en ese momento sea detenido cuando el operador ha abierto la puerta de la lavadora.
Este es un aditamento extra que traen las lavadoras para evitar un accidente al introducir las manos u objetos al interior mientras el agitador o las paletas se están moviendo.

2.2.- Diseño de hardware.-

Para el diseño del hardware, se consideran los siguientes puntos:

1. Unidad central de procesamiento y visualización.
2. Señales de sensores.
3. Actuadores con sus sistemas de control.

En la figura 21 se indica el diagrama de bloques del hardware.

2.2.1.- Unidad central de procesamiento y visualización.-

Para la Unidad Central de Procesamiento y Visualización del sistema propuesto, se utilizan dos tarjetas del módulo Microlab, este módulo se utiliza en el laboratorio de la asignatura Control con Microprocesadores, y debido a que es un sistema bastante flexible y modular se adapta bastante bien a las necesidades del sistema de la lavadora, además ha permitido abaratar los costos que implica el desarrollo de un nuevo sistema.
La primera tarjeta que se utiliza es la MCDP51.PCB, a la cual se le ha hecho algunas adaptaciones para el microcontrolador DALLAS DS5000, ya que

originalmente esta tarjeta fue diseñada para trabajar con los microcontroladores MCS-51/52 de Intel., además se dispone de los elementos para manejar algunos dispositivos de entrada y salida (RAM, conversor A/D, conversor D/A, teclado, display, pórticos digitales de entrada y salida, etc.), los cuales son manejados por medio de direccionamiento a RAM externa.

DIAGRAMA DE BLOQUES DE HARDWARE

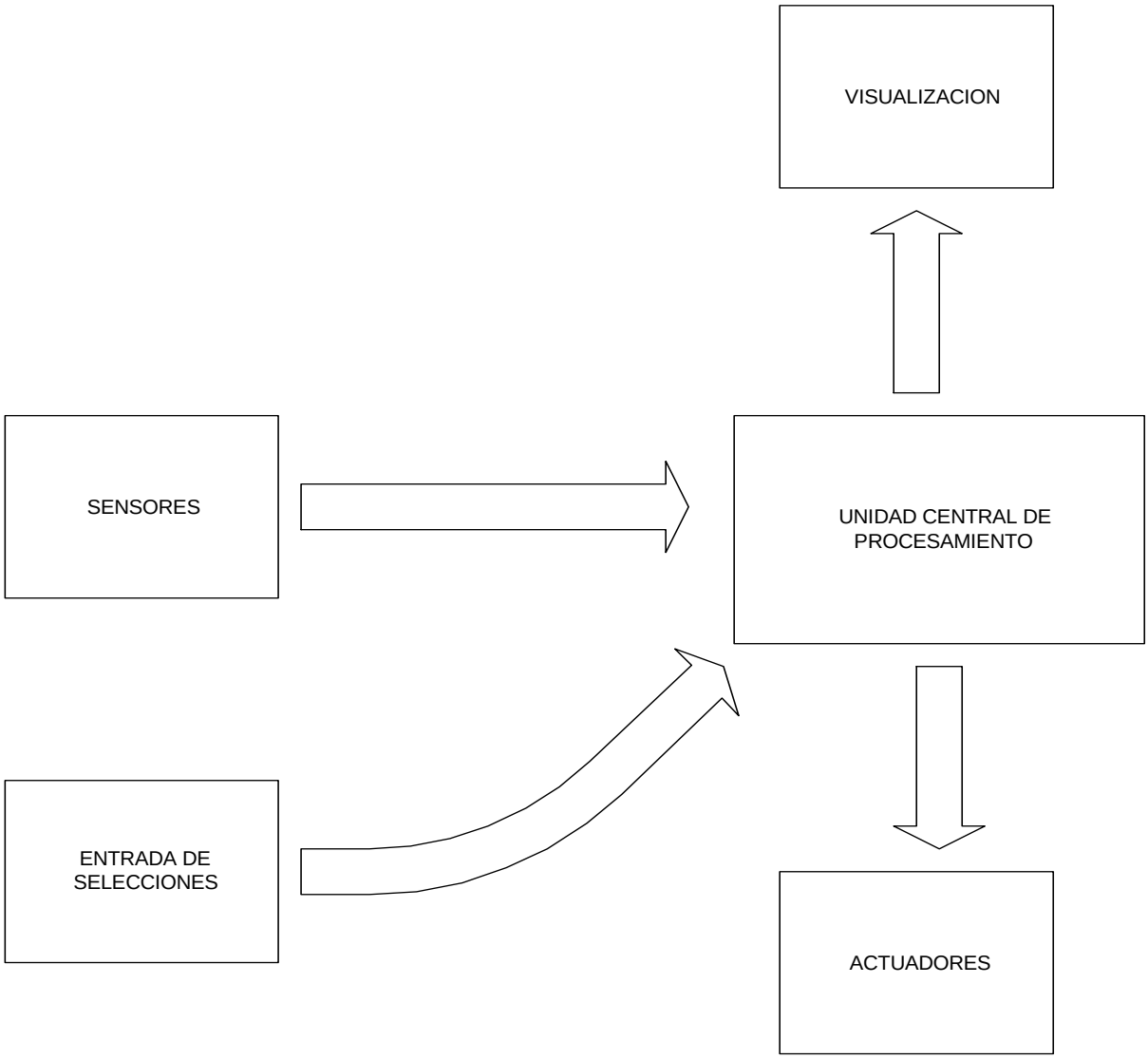


Figura 21.- Diagrama de bloques del sistema

La segunda tarjeta que se utiliza en el presente proyecto es la DISPLAY51, la cual dispone de todos los elementos necesarios para el manejo de un display LCD de 2 filas y 16 caracteres, además de incorporar un sistema de pulsantes los cuales son utilizados como teclado para el ingreso de la información por parte del usuario.

2.2.1.1.- Microcontrolador Dallas DS5000

Para el presente proyecto se escogió al microcontrolador Dallas DS5000, el cual es un microcontrolador compatible con los de la familia MCS-41/52 de Intel. Además de tener los mismos registros que los de la familia MCS-51/52 de Intel, presenta ciertas características que hacen ventajoso el uso de este dispositivo en sus aplicaciones. Una de estas características es el uso de memoria RAM no volátil para preservar toda la información en ausencia de la alimentación Vcc. El espacio de memoria interno destinado para datos o programa está implementado usando una memoria SRAM CMOS de 32K. Además los registros de datos y los registros de configuración también son no volátiles. Los 32K de la RAM interna del DS5000 puede ser usada para almacenar tanto la memoria de datos como la memoria de programa.

Por otro lado, el microcontrolador Dallas DS5000 ejecuta un conjunto de instrucciones los cuales son compatibles con los de la familia MCS-51/52, de tal manera que no hay ninguna dificultad para utilizarlo en el presente proyecto.

Como otra característica adicional que posee este microcontrolador se puede mencionar también la existencia de un watchdog timer, el cual permite que cuando el microcontrolador realice alguna tarea ilógica, éste se reinicialice automáticamente.

Para mayor información sobre el microcontrolador Dallas DS5000 ver en el Anexo.

2.2.1.2.- Tarjeta Microlab MCPD51

Esta tarjeta es parte del equipo Microlab (Ver Anexo 1) desarrollado para el laboratorio de Control con Micros, y posee los siguientes elementos:

- CPU central: En este caso el microcontrolador Dallas DS5000.
- Un conversor Analógico-Digital con una resolución de 8 bits.
- Un conversor Digital-Analógico con resolución de 8 bits.
- Memoria RAM de 2 Kbytes.
- Interfaz serial de norma EIA-RS-232-C, que permite la transferencia de datos entre el microcontrolador y el computador y viceversa.
- Dos pórticos digitales de salida de 8 bits cada uno.
- Dos pórticos digitales de entrada de 8 bits cada uno, permitiendo uno de ellos la opción para dipswitch en la tarjeta.
- Un pórtico digital de entrada de 8 bits, con opción para generar interrupción externa.

Para el presente proyecto se han utilizado los siguientes elementos de la tarjeta MCPD51:

El puerto digital de salida de 8 bits identificado desde OUT8 hasta OUT15 se utiliza para controlar a los relés electrónicos que manejan el encendido y apagado tanto del motor (velocidad baja y alta) como de las electroválvulas de entrada de agua (Fría y caliente). (Fig. 22)

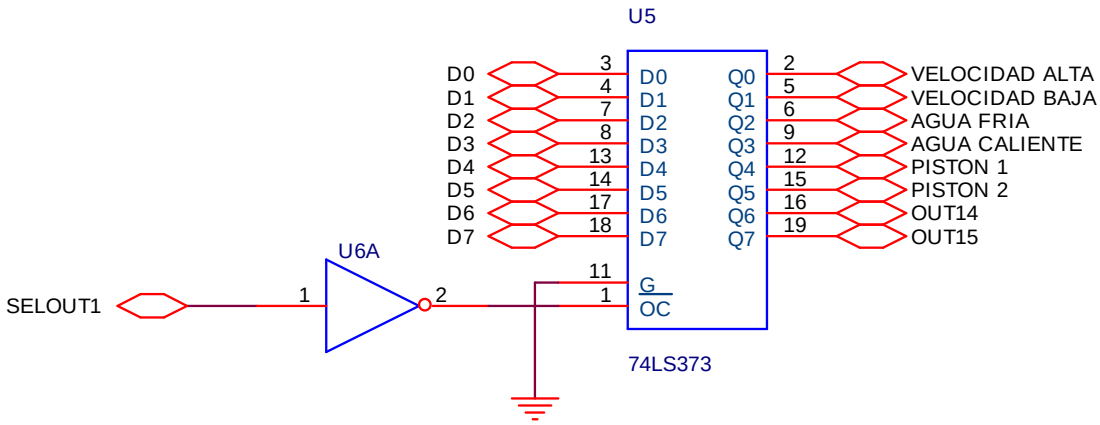


Fig. 22.- Pórtico digital de salida para los actuadores

Para este propósito se definieron de la siguiente manera las salidas digitales:

OUT8: Controla el activado del relé para la velocidad alta del motor.

OUT9: Controla el activado del relé para la velocidad baja del motor.

OUT10: Controla el activado del relé de la electroválvula de agua fría.

OUT11: Controla el activado del relé de la electroválvula de agua caliente.

OUT12: Controla el activado del piston 1.

OUT13: Controla el activado del pistón 2.

El puerto digital de entrada de 8 bits identificado desde INP0 hasta INP7 se va a utilizar para la entrada de la señal proveniente de los sensores de nivel de agua (Fig. 23), de la siguiente manera:

INP0: Entrada del sensor de nivel mínimo.

INP1 Entrada del sensor de nivel medio.

INP2: Entrada del sensor de nivel máximo.

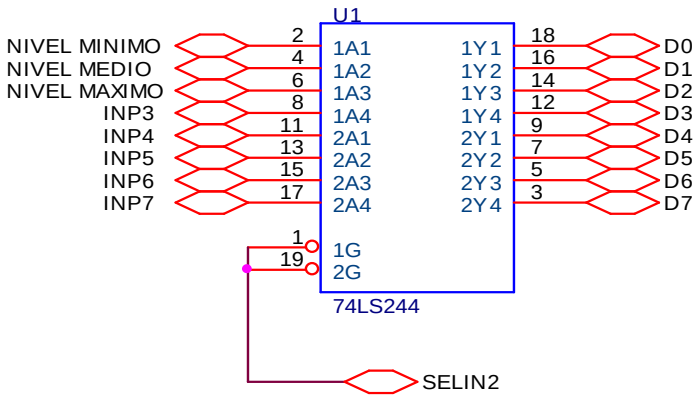


Fig. 23.- Pórtico digital de entrada para los sensores de nivel

El conversor Analógico-digital ADC0804 con un resolución de 8 bits, se utiliza para transformar a digital la información análoga procedente del sensor de temperatura del agua y luego ingresarla en el microcontrolador para su procesamiento y visualización (Fig. 24).

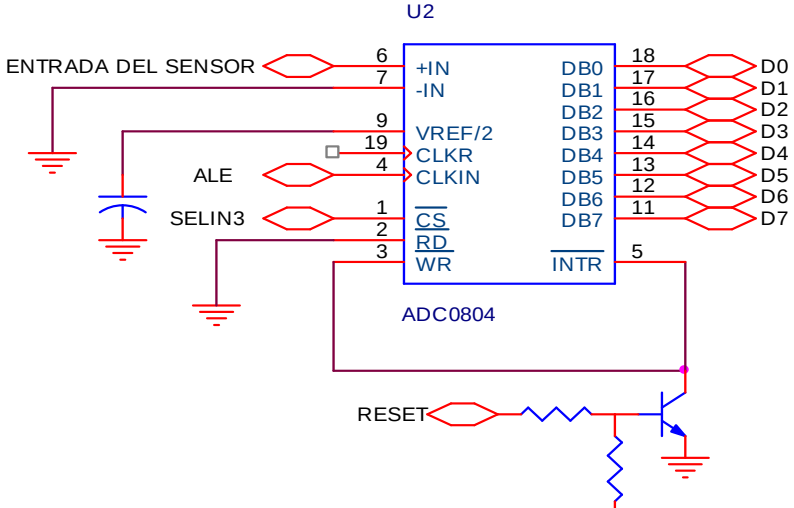


Fig. 24.- Conversor ADC0804 para la señal de temperatura.

La entrada de la Interrupción Externa 0 se utiliza para la señal proveniente del microswitch ubicado en la tapa de la lavadora, de tal manera que si se abre la tapa de la lavadora, se originará un cero lógico en la entrada INT0 del microcontrolador, haciendo que se detenga el proceso hasta que nuevamente se cierre la tapa de la lavadora.

La entrada de la Interrupción Externa 1 se utiliza para la señal proveniente del teclado (Tarjeta DISPLAY51, de tal forma que al presionar una o más teclas se genera un cero lógico en la entrada INT1, haciendo que se active dicha interrupción y permita leer y codificar el valor de la tecla presionada.

2.2.1.3.- Tarjeta DISPLAY51

Esta tarjeta también es parte del módulo Microlab y permite establecer la comunicación entre el usuario y el sistema microprocesado.
Esta tarjeta consta de un sistema de pulsantes que, como se había mencionado anteriormente van a trabajar como teclas para el ingreso de la información por parte del usuario. El sistema de teclado ha sido implementado dentro de la tarjeta DISPLAY51, y va a trabajar conjuntamente con uno de los puertos digitales de entrada de la tarjeta MCPD51 (Fig. 25). Cuando se presiona una o más teclas, se pone en uno lógico la entrada respectiva al buffer 74LS244; a la vez, a la entrada del inversor con Schmitt Trigger también se tendrá el estado de uno lógico, y a la salida se tendrá un cero lógico, el cual activará la Interrupción Externa 0 del microcontrolador, con lo que se leerá el contenido del pórtico digital de entrada (74LS244).La utilización de este inversor con Schmitt Trigger es para evitar el efecto de rebote que se presenta al presionar las teclas.

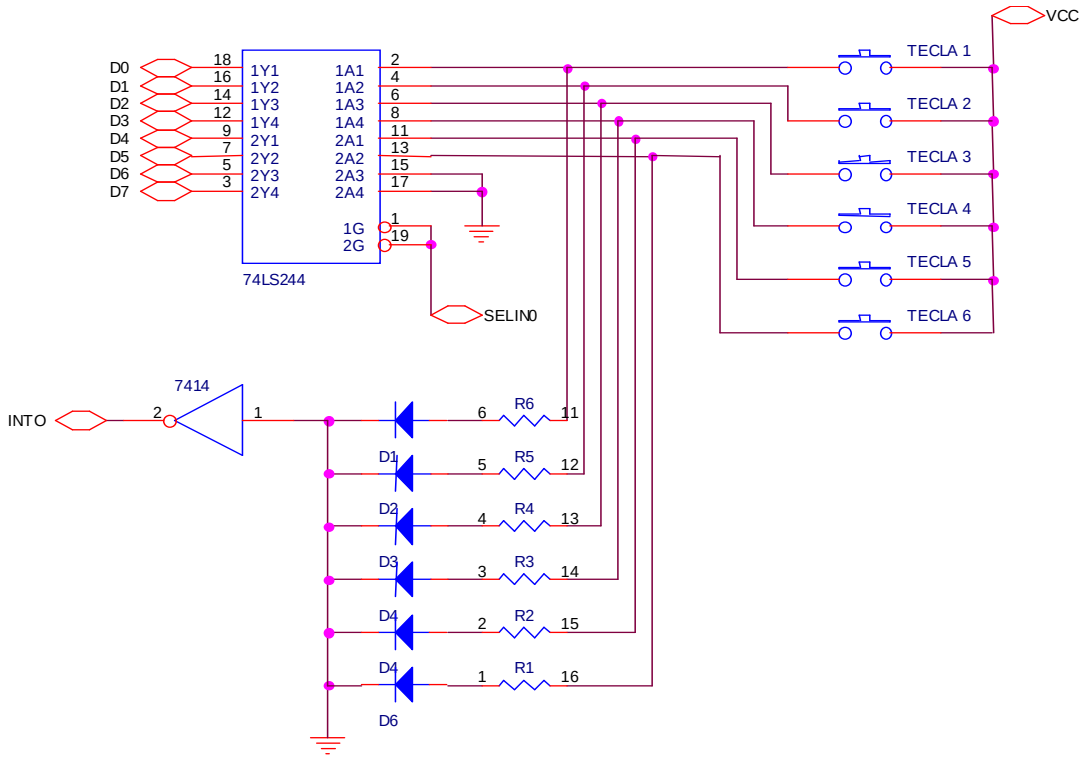


Fig. 25.- Teclado de la tarjeta DISPLAY51

2.2.2.- Señales de sensores.

Los sensores utilizados son el de temperatura y el de nivel de agua.

Como ya se ha explicado, el sensor de temperatura es un trompo de temperatura de uso automotriz, con un comportamiento de NTC. Este sensor va a ser colocado como parte de un divisor de tensión, cuyo voltaje variable

será alimentado a la tarjeta de control, para tener una lectura de temperatura, valiéndose del conversor A/D de la tarjeta. La figura 26 ilustra la configuración.

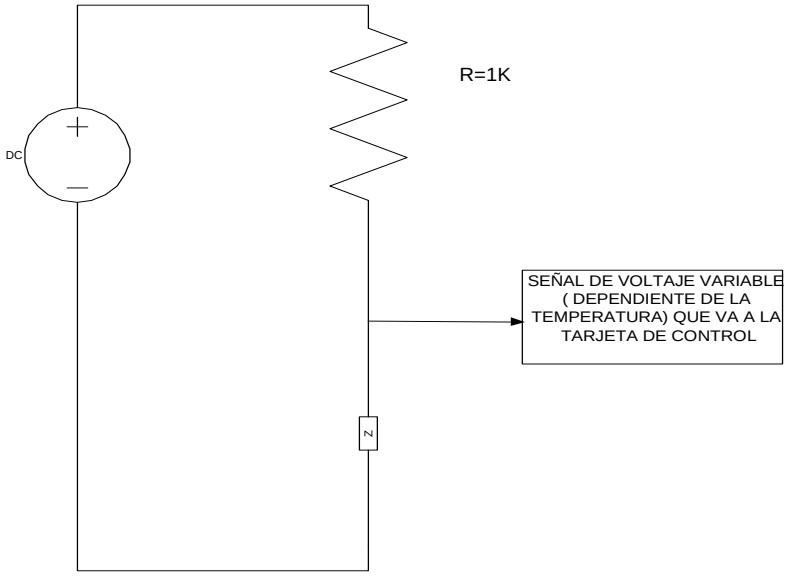


Figura 26- Señal del sensor de temperatura.

Para sensar el nivel se va a utilizar la conducción del agua para cerrar un circuito eléctrico. En definitiva son cables de cobre colocados en la parte fija del tanque para que, alcanzado el nivel por el agua, se cierre el circuito. La figura 27 grafica este sensor.

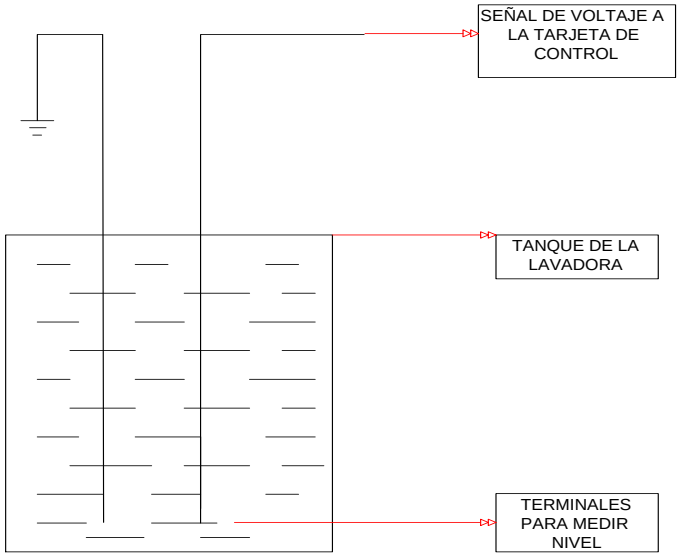


Figura 27.- Sensor de nivel de liquido

2.2.3.- Actuadores y sus sistemas de control.-

Esencialmente se debe actuar sobre dos elementos básicos que son: las electroválvulas y el motor.

Se considera que la mejor manera de accionar tanto el motor como las electroválvulas son los relés electrónicos, que entre sus cualidades constan la fiabilidad, el tiempo de respuesta, la cantidad de maniobras, el mantenimiento, la ausencia de arco de conexión y desconexión además que son silenciosos.

La señal que va a controlar a la carga AC (motor o electroválvulas) es una señal DC proveniente de la tarjeta de control, esta debe ser aislada eléctricamente, para que la tarjeta de control y específicamente el microprocesador sea inmune a cualquier efecto causado por la parte de potencia.

Habiendo aislado al micro, se tiene una parte de control y protecciones del mismo relé electrónico, estas protecciones son de polaridad inversa, y de sobrevoltaje, mediante un optotriac, se conmuta a la parte de potencia o AC propiamente dicha que consta de un triac con su respectiva red de disparo, que será el encargado de conmutar la carga

En la figura 28 se presenta el diagrama del relé electrónico, que se va a utilizar.

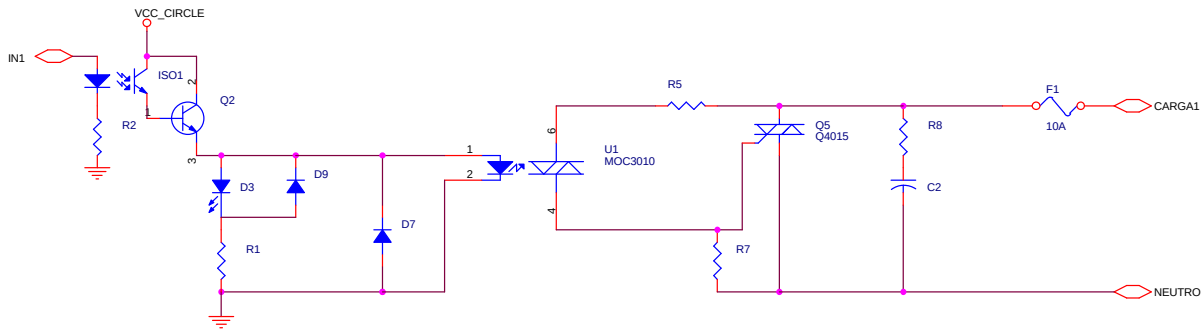


Figura 28.- Relé electrónico.

El relé se encuentra aislado de la tarjeta de control mediante el opto transistor ISO1, lo cual garantiza que cualquier anomalía en la parte dc del relé no influya en la tarjeta de control, las resistencias R1 Y R3 limitan la corriente que ha de

circular tanto por el diodo D3 como por el optotriac, los diodos D7 Y D9, protegen a los leds en caso de existir polaridad inversa en la tarjeta.

Cuando se aplica voltaje a la tarjeta pero con polaridad inversa, entra en juego el diodo D9 y el D7.

Para la parte AC del circuito se tiene que: una vez disparado el optoacoplador, exite una circulación de corriente hacia la compuerta del triac, lo cual pone en conducción al triac y se alimenta la carga. La resistencia R5 establece la corriente de compuerta del triac, la red snubber conformada por R13 y C1 evita que los cambios rápidos en el voltaje de entrada disparen al triac.

Como se utiliza el MOC 3031 que tiene un detector de cruce por cero, no es necesario poner una red de atraso para el disparo o apagado del triac.

En los terminales carga1 y neutro, se coloca la red y la carga conectados en serie, como lo muestra la figura 29:

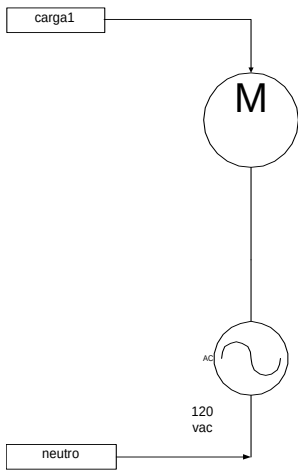


Figura 29.- Conexión de la carga

La configuración se mantiene tanto para el motor, electro válvulas, y selectores de la caja de transferencia.

2.2.3.1 Diseño del actuador,-

A continuación se presenta los cálculos para el dimensionamiento del relé electrónico (referirse a la figura 28).

Para la operación normal, tenemos que entra en conducción U1, con lo que se puede dimensionar la resistencia R3, tomando en cuenta que el punto de

operación debe ser puesto bajo las condiciones críticas de funcionamiento del dispositivo ,se tiene:

$$I_F = \frac{Vin - V_{CESat} - V_F}{R_3}$$

$$I_{F\max} = 50mA$$

$$Vin \approx 12v$$

$$V_F = 1.5V$$

$$I_F = 30mA$$

$$R_3 = 340\Omega$$

$$Pdis = I_F{}^2 * R_3$$

$$Pdis = 306mW$$

Con lo que se escoge una resistencia de 330Ω, ½ W.

Para dimensionar la resistencia R1, se toma en cuenta el ramal constituido por el diodo D3 y la resistencia R1, con lo cual se tiene:

$$I_F = \frac{Vin - V_{CESat} - V_F}{R_1}$$

$$I_{FMax} = 20mA$$

$$V_F = 2V$$

$$V_{in} = 12V$$

$$I_F = 10mA$$

$$R_1 = 970\Omega$$

$$Pdis = I^2 * R$$

$$Pdis = 97mW$$

Con lo que se escoge una resistencia de 1.2KΩ, 1/4W.

Para la parte de potencia , se utiliza un triac, el Q4015L5, cuyo equivalente en ECG es 56020, de 25 amperios.

Se considera suficiente que la resistencia R7 sea de 10KΩ, con esta resistencia se asegura que en la compuerta de triac no se tengan corrientes no deseadas que disparen al triac de potencia cuando no debería dispararse.
El trabajo de la resistencia R7 es el de desviar corrientes que podrían disparar al triac, pero que no deberían de hacerlo, como por ejemplo la corriente de sombra, que podría circular a traves de U1 provocada por ruido o trascientes en la red.
La resistencia R5 garantiza el nivel de corriente para disparar el triac de potencia, cuya mínima corriente de diparo es de 50mA, Este nivel de corriente está garantizado por la corriente mínima de circulación por el Optptriac, cuyo valor máximo de corriente es 100mA. Por esta razón se ha escogido como corriente de diparo 80mA, con lo que se tiene que:

$$I_{GT} = 80mA$$

$$V\max = 162.63V$$

$$V_{10K} = 80\%V\max$$

$$V_{U1} = 3V$$

$$R_5 = \frac{V\max - V_{U1} - V_{10K}}{I_{GT}}$$

$$R_5 = 369.08\Omega$$

La resistencia que mejor resultado ha dado en la práctica es de 220Ω.
Las hojas de datos del MOC 3031 se incluyen en los anexos.
La red Snubber, es tomada como dato, para un dv/dt de 60V/μs para este triac.

2.3.- Diseño del Software.

Para el diseño del software se utilizó el lenguaje Assembler de la familia MCS-51/52 de INTEL, ya que los microcontroladores DALLAS DS5000® son compatibles con la familia MCS-51/52 de INTEL.

Se consideró que el microcontrolador DALLAS DS5000 es el que más se ajusta a los requerimientos de memoria de programa (ROM), ya que dispone hasta de 32K de memoria interna de programa. (VER ANEXO 1)

En la elaboración del programa se utilizaron algunas rutinas desarrolladas para el equipo Microlab tales como: Manejo del display LCD., manejo de las barras de leds, rutinas de conversión de BCD a decimal o viceversa, etc.
En la figura 30 se indica el flujograma del programa principal.

FLUJOGRAMA PRINCIPAL

En el programa principal (fig. 30), primeramente se inicializa: las interrupciones del microcontrolador, en este caso: la interrupción externa 1 para el switch de la tapa, la interrupción externa 0 para el teclado y la interrupción del timer 0 para la base de tiempo de la visualización.
En el caso de la Interrupción Externa 0 ésta se activará cada vez que el usuario presione una tecla, en el caso de la Interrupción Externa 1 ésta se activará cada vez que se abra la tapa de la lavadora, lo que hará que se detenga el proceso, y en el momento que se cierra la tapa, se volverá a retomar el proceso.

Además se van a inicializar los 2 temporizadores del microcontrolador, para que trabajen en el modo 1 (16 bits) con el fin de generar los diferentes tiempos que requiere el proceso.

A continuación en el display LCD aparecerá un mensaje, el cual permitirá que el usuario pueda acceder al menú principal del programa, en el cuál si se presiona únicamente la Tecla 1, se continuará con la selección del proceso, caso contrario el sistema se mantiene en espera hasta que el usuario presione la Tecla 1 para poder continuar. Para el manejo del teclado, se utiliza la subrutina “TECLON”,la misma que será explicada con mayor detalle más adelante.

Una vez que se ha presionado la tecla 1, el usuario tendrá que presionar cualquiera de las siguientes teclas para continuar con el proceso:

Tecla 1: Vuelve al inicio

Tecla 2: Permite que el usuario ingrese a la opción PERSONAL, con la cual éste podrá seleccionar libremente los tiempos de lavado, enjuagado y centrifugado, así como el nivel del agua y la temperatura.

Tecla 3: Permite que el usuario ingrese a la opción CICLOS DEFINIDOS, en los cuales los tiempos de lavado, enjuagado y centrifugado están previamente definidos, y el usuario únicamente podrá seleccionar la temperatura y el nivel del agua.

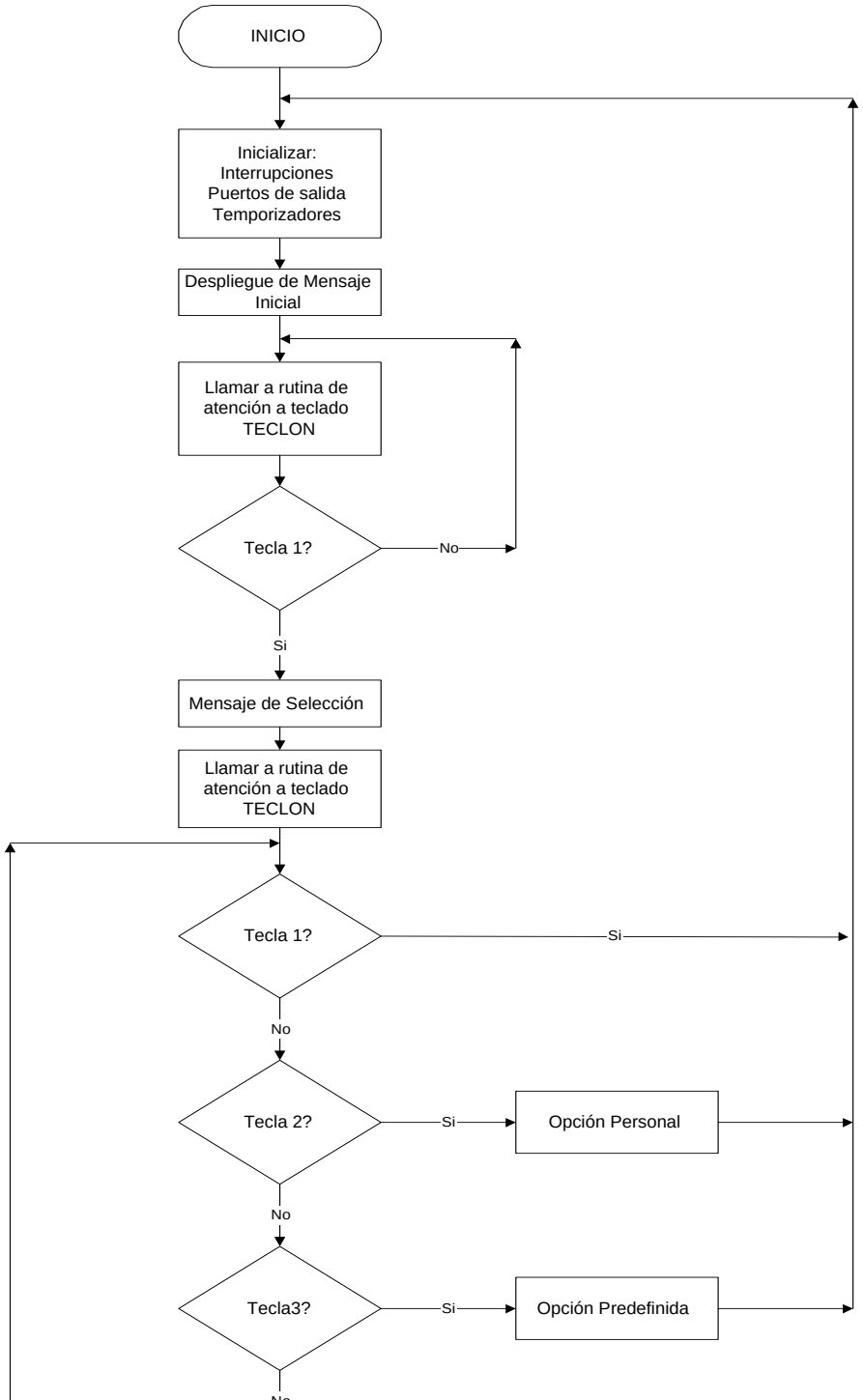


Fig.30.- Flujograma Principal

Una vez que se han cumplido cada uno de los ciclos, el sistema quedará listo para una nueva operación.

OPCION PERSONAL

Esta rutina permite que el usuario ingrese los tiempos de lavado y enjuagado de acuerdo a su criterio, además permite seleccionar los niveles de agua para los procesos de lavado y enjuagado.

En primer lugar (Fig. 31) se despliega el mensaje “Opción Personal”, a continuación se hace un llamado a la rutina de atención al teclado TECLON para permitir el ingreso del tiempo de lavado, y para esto se dispone de 4 teclas activadas en esta parte:

Tecla 3: Incrementa las decenas de minuto del tiempo de lavado y envía al display
Tecla 4: Incrementa las unidades de minuto del tiempo de lavado y envía al display
Tecla 5: Incrementa las decenas de segundo del tiempo de lavado y envía al display
Tecla 6: Guarda el tiempo seleccionado de lavado en los registros correspondientes al tiempo de lavado y permite continuar con el proceso.

Es necesario mencionar que en esta parte se ha introducido un condicionante para que el usuario necesariamente presione la Tecla 6 para guardar el dato del tiempo de lavado en los registros D_MIN_LAV, U_MIN_LAV y D_SEG_LAV,

que corresponden a las decenas de minuto, unidades de minuto y decenas de segundo del tiempo de lavado respectivamente, y luego continuar con el proceso.

En seguida (Fig. 32) se realiza el ingreso del tiempo de enjuagado, para lo cual se llama nuevamente a la rutina de atención al teclado TECLON, y al igual que en el caso anterior se dispone de cuatro teclas activadas para la selección:

Tecla 3: Incrementa las decenas de minuto del tiempo de enjuagado y envía al display
Tecla 4: Incrementa las unidades de minuto del tiempo de enjuagado y envía al display
Tecla 5: Incrementa las decenas de segundo del tiempo de enjuagado y envía al display
Tecla 6: Guarda el tiempo seleccionado de enjuagado en los registros correspondientes al tiempo de enjuagado y permite continuar con el proceso.

Al igual que en el caso anterior se ha introducido un condicionante para que sólo al presionar la Tecla 6 se guarde el tiempo de enjuagado en los registros D_MIN_ENJ, U_MIN_ENJ y D_SEG_ENJ, que corresponden a las decenas de minuto, unidades de minuto y decenas de segundo del tiempo de enjuagado respectivamente, y continuar con el proceso.

Seguidamente se realiza la selección y el ingreso del nivel del agua tanto para el ciclo de lavado como para el ciclo de enjuagado, y para esto se llama a la rutina de atención al teclado TECLON, con lo cual quedan activadas 3 teclas que permiten realizar la selección respectiva:
Tecla 1: Selecciona el Nivel Mínimo y pone el número 00H en el registro Bnivel
Tecla 2: Selecciona el Nivel Medio y pone el número 01H en el registro Bnivel
Tecla3: Selecciona el Nivel Máximo y pone el número 02H en el registro BNivel

Para todas las opciones, luego de la selección del nivel del agua, se llama a la rutina de atención al teclado TECLON, la cual activa dos teclas, dando lugar a las siguientes opciones:

Tecla 5: Permite que el usuario regrese al inicio del programa.
Tecla 6: Continua con el proceso.

En el caso de continuar con el proceso, se tiene el despliegue del mensaje “Agua Caliente?”. Se ha considerado esta opción por cuanto en algunas residencias no se dispone de instalación de agua caliente.

Se llama a la rutina de atención para teclado TECLON, la cual activa dos teclas:

Tecla 5: Define que existe instalación de agua caliente, y en este caso continúa el proceso permitiendo la selección de la temperatura del agua para los procesos de lavado y enjuagado.

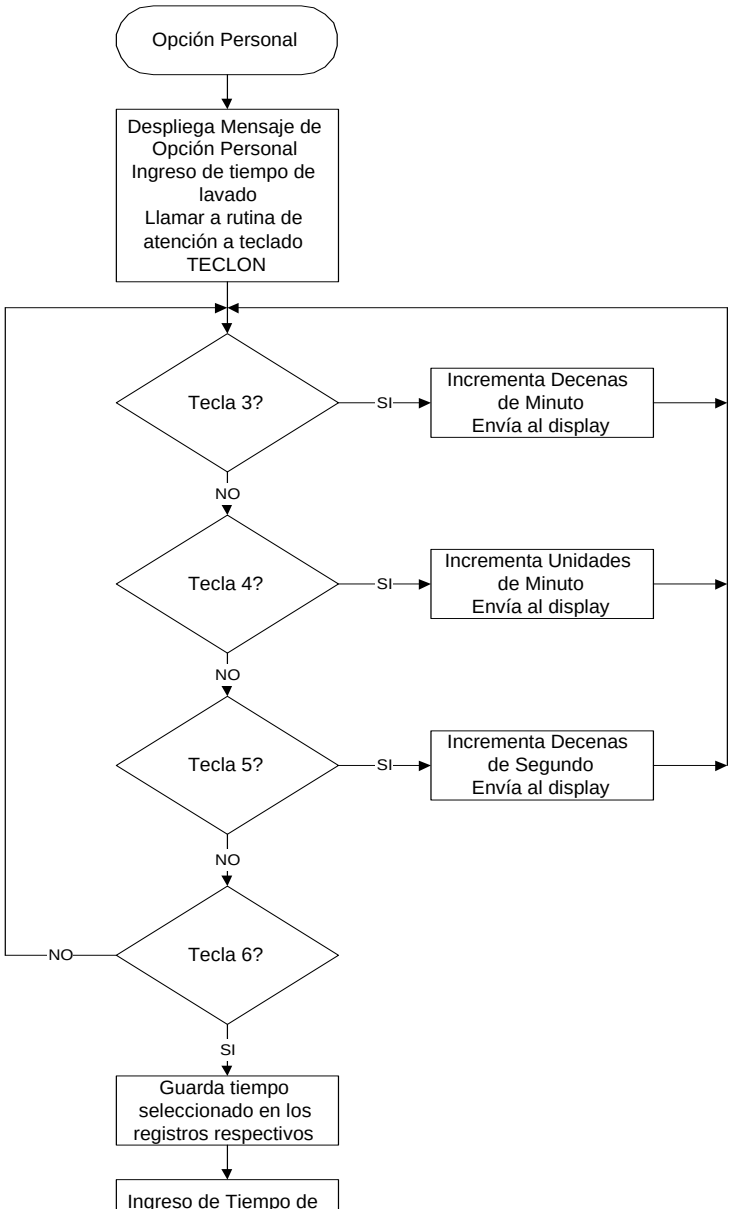


Fig. 31.- Opción Personal: Ingreso tiempo de lavado

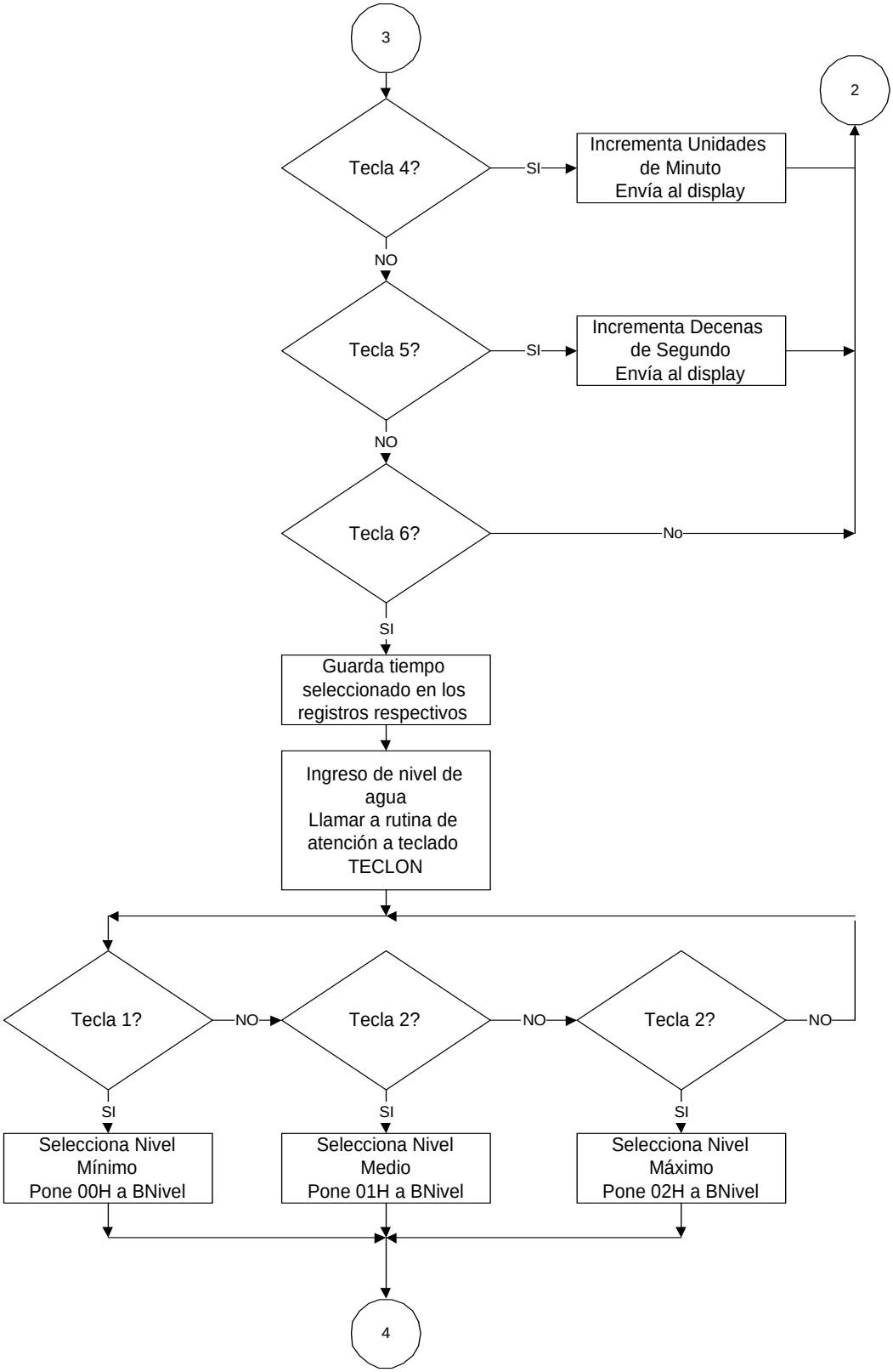


Fig. 32.- Opción Personal: Ingreso tiempo de enjuague

Tecla 6: Define que no existe instalación de agua caliente, con lo que por defecto se tendrá agua fría en los procesos de lavado y enjuagado.

Al presionar la Tecla 5 (Fig. 34), aparece el mensaje “Temperatura de lavado”, y se llama a la rutina “Ingreso de Temperatura”, la cual a través de teclado permite escoger entre fría, tibia y caliente, lo cual se almacena dentro del registro TEMP. Una vez que se ha hecho el ingreso de la temperatura, se guarda el contenido del registro TEMP en el registro TEMPLAV. Luego se despliega el mensaje “Temperatura de Enjuagado”, y llama a la rutina de “Ingreso de Temperatura”, y se procede de la misma manera que en el caso anterior. A continuación se almacena el contenido del registro TEMP en el registro TEMENJ, y se continúa con el proceso.

Al presionar la Tecla 6, debido a que no existe la instalación de agua caliente, por defecto se almacena dentro de los registros TEMPLAV y TEMENJ el número 03H, indicando la condición de agua fría.

En ambos casos, se continúa con el proceso de lavado, enjuagado y centrifugado.

RUTINA “INGRESO DE TEMPERATURA”

Esta rutina permite ingresar la temperatura del agua, para lo cual se dispone únicamente de tres opciones: fría, tibia y caliente. Hay que recalcar que se escogió esta opción, ya que se dispone únicamente de electroválvulas, con lo cual no se puede realizar un control fino de la temperatura, ya que en ese caso se necesitaría de servoválvulas incrementando el costo del presente proyecto.

Primeramente (Fig. 35) se llama a la rutina de atención al teclado TECLON, con la cual se activan 3 teclas:
Tecla 1: Selecciona opción de agua caliente, para lo cual guarda en el registro TEMP el número 01H y envía mensaje “Agua Caliente” al display, continuando con el proceso.

Tecla 2: Selecciona opción de agua tibia, para lo cual guarda en el registro TEMP el número 02H y envía el mensaje “Agua Tibia” al display, continuando de igual manera con el proceso.

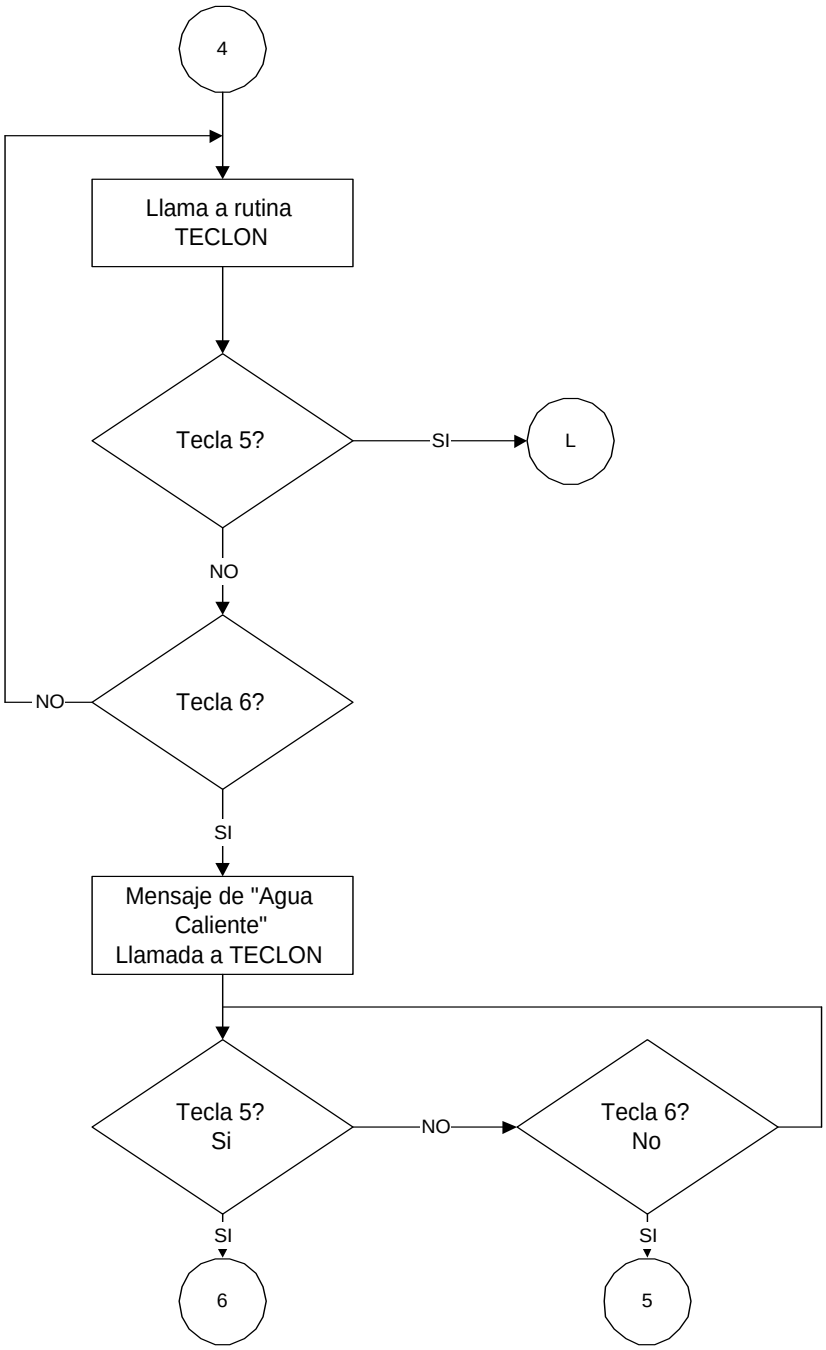


Fig. 33.- Rutina Personal: Ingreso para Agua caliente

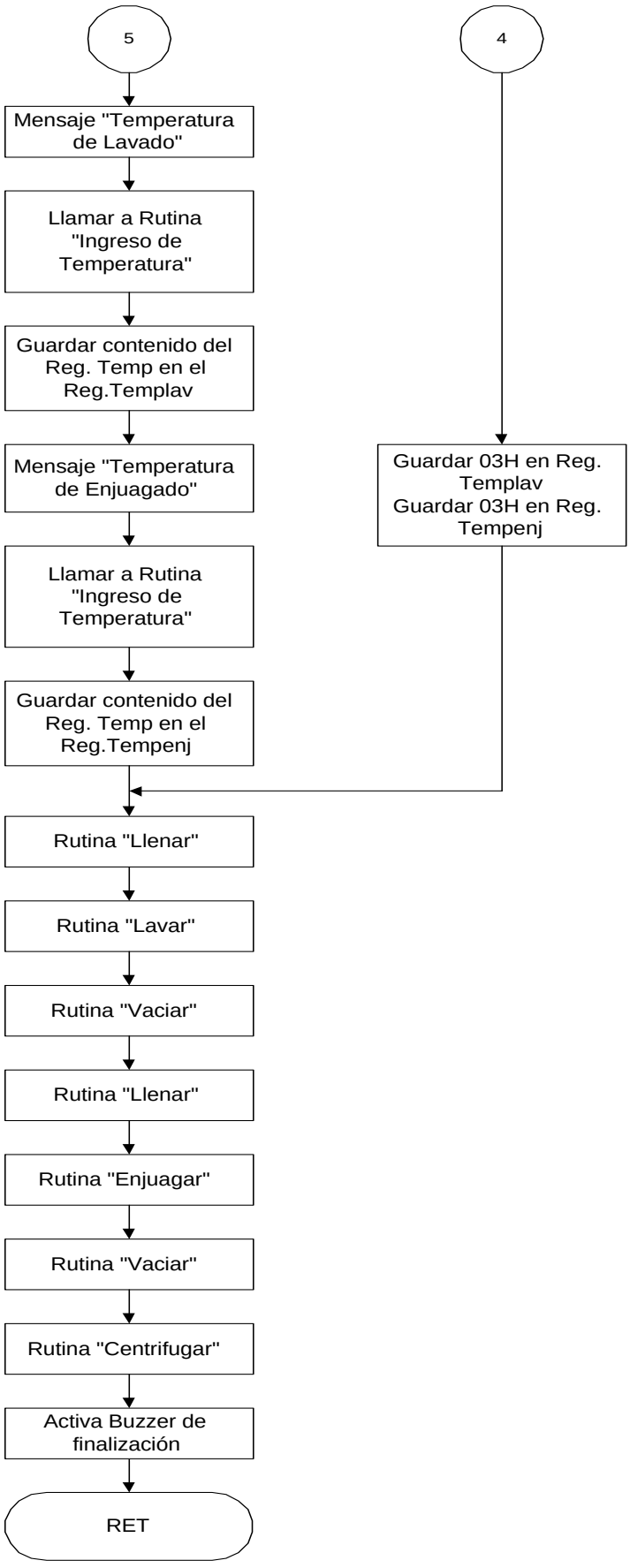

5
4
Mensaje "Temperatura de Lavado"
Llamar a Rutina "Ingreso de Temperatura"
Guardar contenido del Reg. Temp en el Reg.Templav
Mensaje "Temperatura de Enjuagado"
Llamar a Rutina "Ingreso de Temperatura"
Guardar contenido del Reg. Temp en el Reg.Tempenj
Guardar 03H en Reg. Templav
Guardar 03H en Reg. Tempenj
Rutina "Llenar"
Rutina "Lavar"
Rutina "Vaciar"
Rutina "Llenar"
Rutina "Enjuagar"
Rutina "Vaciar"
Rutina "Centrifugar"
Activa Buzzer de finalización
RET

Fig. 34.- Opción Personal: Continuación

Tecla 3: Selecciona opción de agua fría, para lo cual guarda en el registro TEMP el número 03H y envía el mensaje “Agua Fría” al display, continuando con el proceso.

Una vez que ha sido seleccionada la temperatura deseada, se llama a la rutina TECLON, con la cual se habilitan dos teclas, definiéndose las siguientes opciones:

Tecla 5: Permite regresar al inicio del programa
Tecla 6: Continúa con el proceso.

OPCION PREDEFINIDA

En esta rutina (Fig. 36) los tiempos de lavado y enjuagado están predefinidos de acuerdo al tipo de ropa que se vaya a lavar, es así como se han definido tres diferentes opciones, para lo cual en primer lugar se llama a la rutina TECLON, quedando cuatro teclas activas:

Tecla 1: Permite el ingreso a la opción de “Ropa Delicada” y carga valores predefinidos en los registros D_MIN_LAV, U_MIN_LAV, D_SEG_LAV U_SEG_LAV, D_MIN_ENJ, U_MIN_ENJ, D_SEG_ENJ y U_SEG_ENJ, y envía al display el mensaje respectivo.
Tecla 2: Permite el ingreso a la opción “Ropa Liviana” y carga valores predefinidos en los registros D_MIN_LAV, U_MIN_LAV, D_SEG_LAV, U_SEG_LAV,D_MIN_ENJ, U_MIN_ENJ, D_SEG_ENJ y U_SEG_ENJ, enviando al display el mensaje respectivo.
Tecla 3: Permite el ingreso a la opción “Ropa Pesada” y carga valores predefinidos en los registros D_MIN_LAV, U_MIN_LAV, D_SEG_LAV, U_SEG_LAV,D_MIN_ENJ, U_MIN_ENJ, D_SEG_ENJ y U_SEG_ENJ, enviando al display el mensaje respectivo.

Tecla 6: Al presionar esta tecla se validan los datos que han sido ingresados y continua con el proceso.

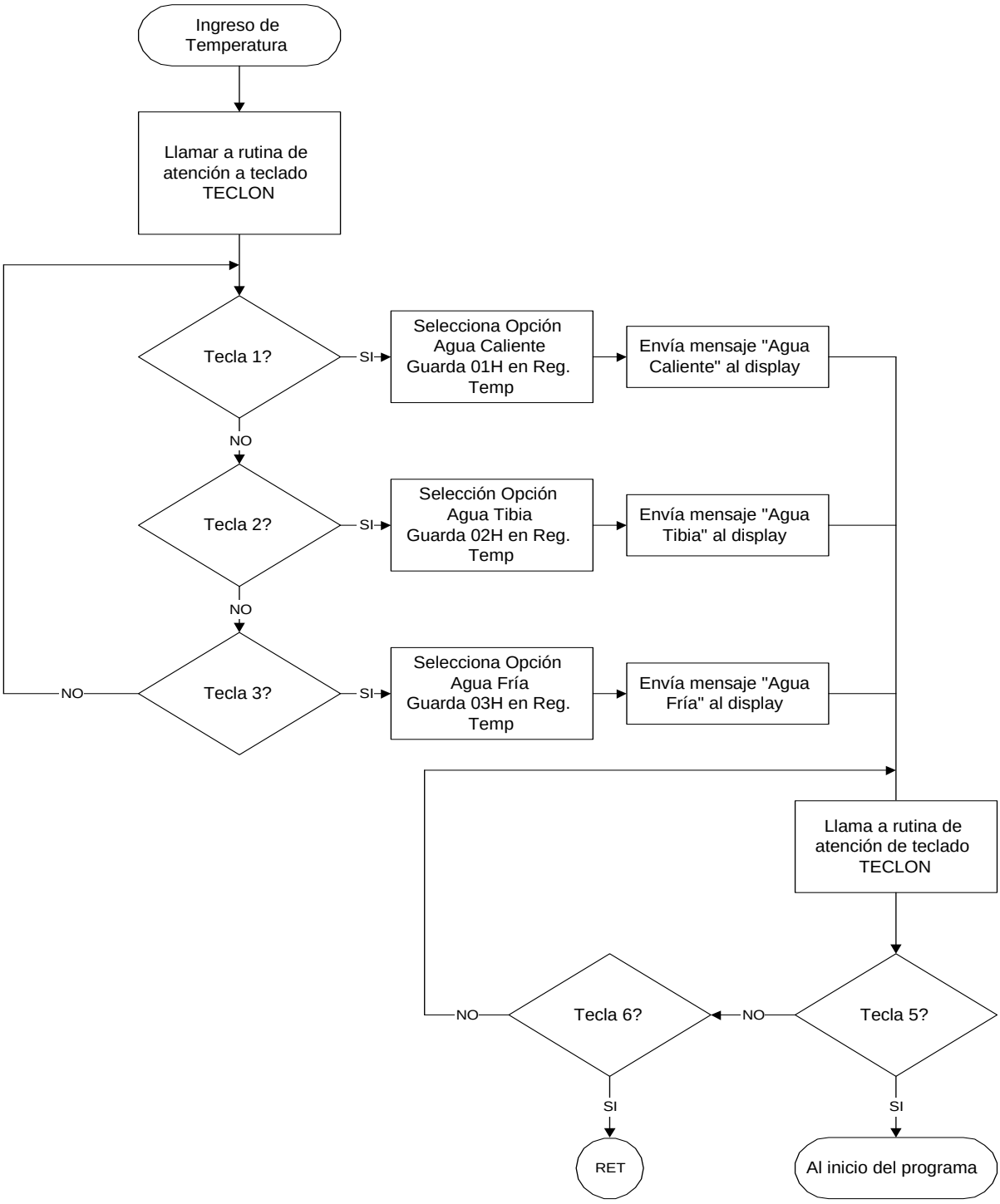


Fig. 35.- Ingreso de temperatura

Luego (Fig. 37) se procede al igual que en la “Opción Personal” a seleccionar el nivel del agua, la temperatura del agua, y luego se culmina con los procesos de: lavado, enjuagado y centrifugado (Fig. 38) , lo cual fue explicado anteriormente.

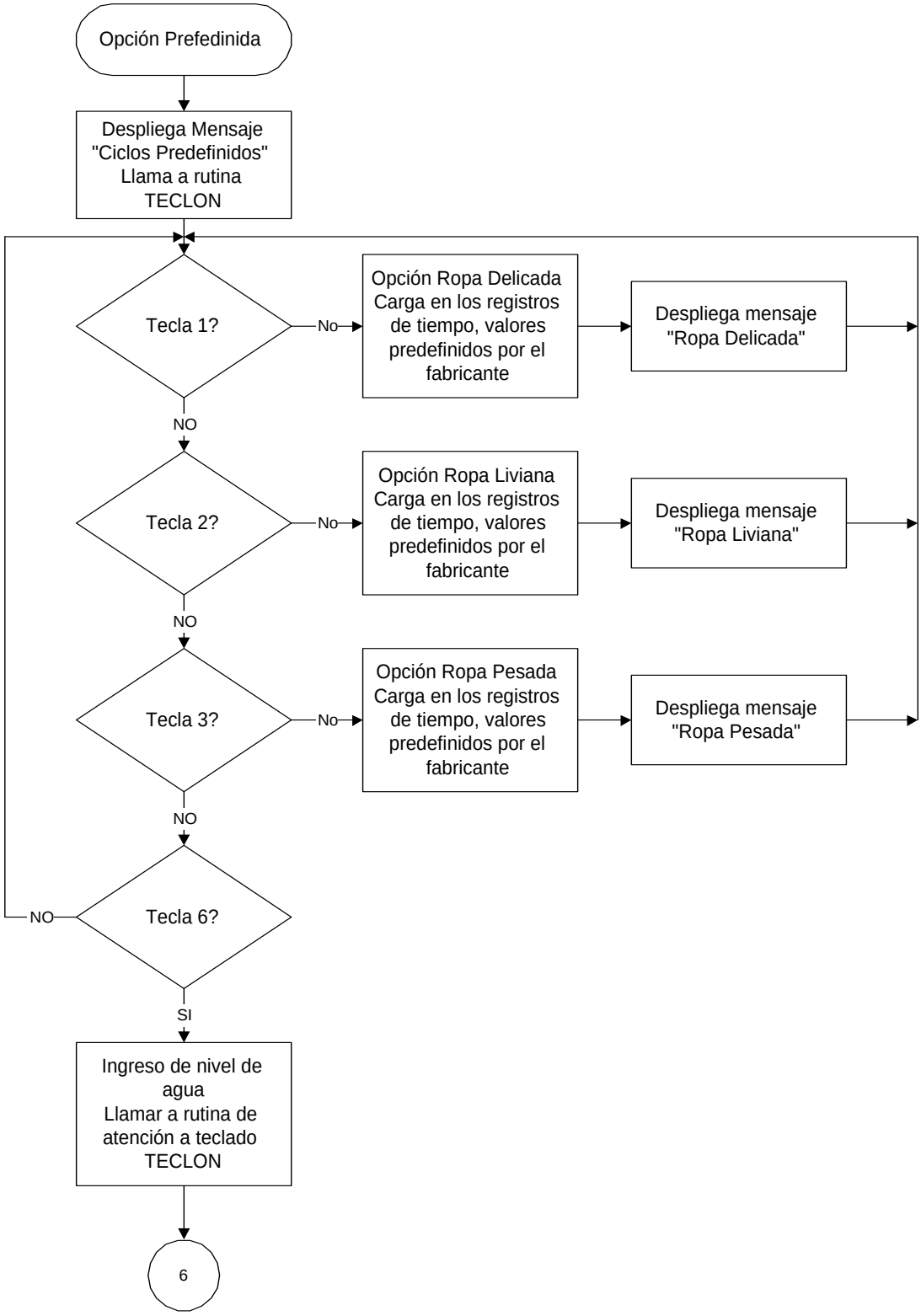


Fig. 36.- Opción Predefinida

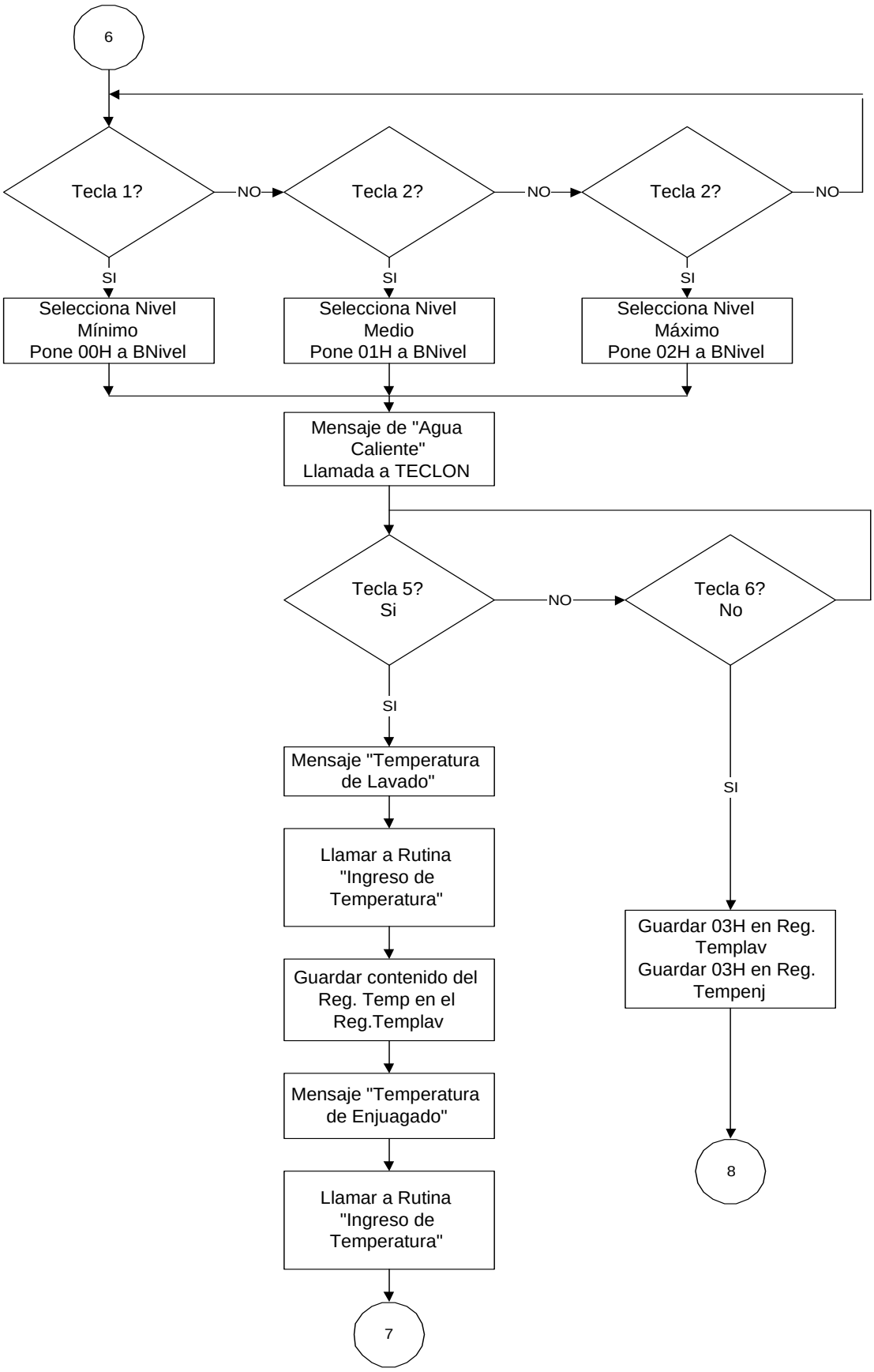


Fig. 37.- Opción Predefinida: Ingreso Temperatura de lavado y enjuagado

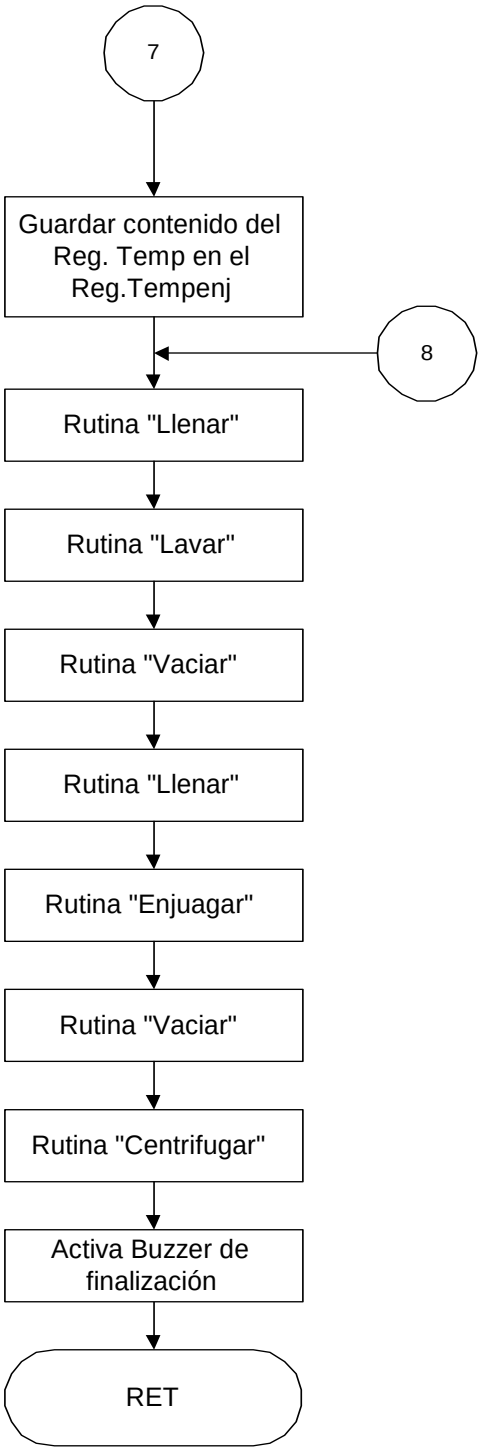


Fig. 38- Opción Predefinida: Continuación

RUTINA LLENAR

Esta rutina (Fig. 39) permite que el agua ingrese a la lavadora antes de la ejecución de los ciclos de lavado y enjuagado. Primeramente se despliega el mensaje “Llenado de agua” para que el usuario se dé cuenta del proceso que está realizando la lavadora, luego dependiendo de la selección hecha sobre la temperatura del agua, se tendrá tres opciones:

- Cuando se ha seleccionado la opción de Agua Caliente (Registro TEMP = 01H) se activará únicamente la electroválvula de agua caliente.
- Cuando se ha seleccionado la opción de Agua Tibia (Registro TEMP = 02H) se activarán las electroválvulas de agua fría y agua caliente simultáneamente.
- Cuando se ha seleccionado la opción de Agua Fría (Registro TEMP = 03H) se activará únicamente la electroválvula de agua fría.

Es necesario indicar que previamente se procede a recuperar el contenido del registro TEMP, el cual indica la opción que ha sido seleccionada.

A continuación dependiendo de la selección hecha sobre el Nivel del agua para el lavado y enjuagado, se tendrá de la misma manera tres opciones, las mismas que dependerán del estado del registro BNivel, tal como se indica a continuación:

- Si BNivel = 00H se tiene la opción de Nivel Mínimo
- Si BNivel = 01H se tiene la opción de Nivel Medio
- Si BNivel = 02H se tiene la opción de Nivel Máximo

Para todos los casos se realiza la lectura del respectivo sensor de nivel (fig. 40), cuya señal ingresa a través de uno de los pórticos digitales de salida implementados en la tarjeta MCPD51.

Mientras el agua no alcance el nivel adecuado, seguirán activadas las electroválvulas respectivas, y sólo cuando el agua alcance el nivel seleccionado se desactivarán las respectivas electroválvulas, y para esto se realiza una lectura constante del estado de los sensores, los cuales se ponen en 1 lógico cuando el agua alcanza el nivel seleccionado.

Una vez que empieza el proceso de llenado, se tendrán las siguientes opciones con las teclas para modificar dicho proceso:

Tecla 5: Detiene el proceso desactivando las electroválvulas de ingreso de agua, luego llama a la rutina TECLON quedando dos teclas activadas, las cuales van a definir las siguientes opciones:

Tecla 5: Vuelve a activar las electroválvulas de ingreso de agua, continuando con el proceso.
Tecla 6: Termina con el proceso de llenado y continúa con el siguiente.

Al finalizar el llenado de agua, se tiene el retorno al programa principal.

RUTINA LAVAR

Esta rutina (Fig. 41) permite controlar el proceso de lavado, para lo cual va a controlar directamente el encendido y apagado del motor.
Primeramente se recupera el contenido del registro TIME, y luego se procede a pasar dicha información a un contador de tiempo.
A continuación se activa el motor, se habilita la Interrupción del Timer1 y arranca dicho Timer. Se utiliza la Interrupción del Timer1 para que cada segundo se proceda a realizar una actualización del contenido de los minutos y segundos del proceso en el display LCD.

Una vez que empieza el proceso de Lavado, se tendrán las siguientes opciones con las teclas para modificar el proceso:

Tecla 5: Detiene el proceso, y una vez que se ha cumplido esta condición se llama nuevamente a la rutina TECLON quedando dos teclas activadas, las cuales definen las siguientes condiciones:

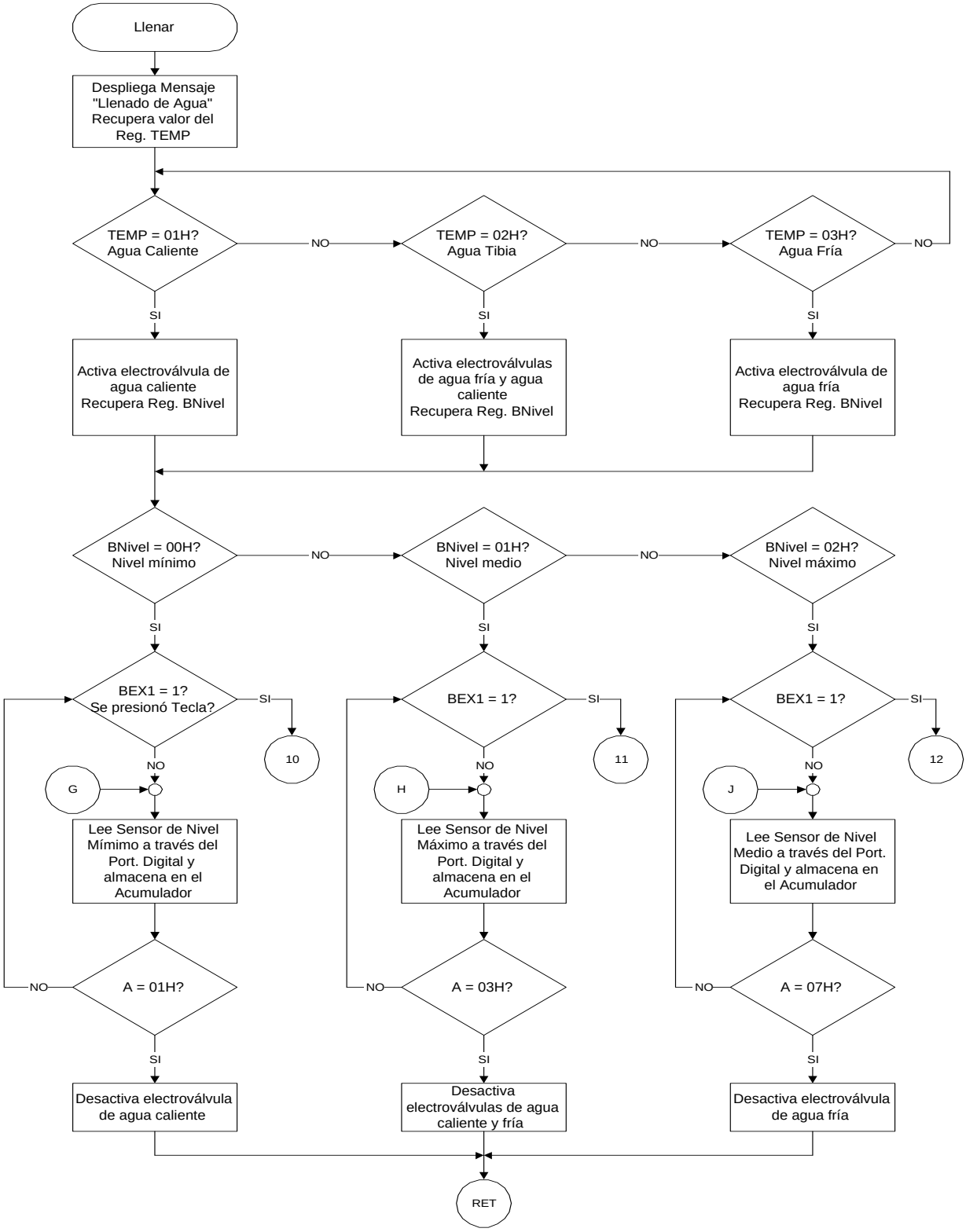


Figura 39.- Rutina llenar

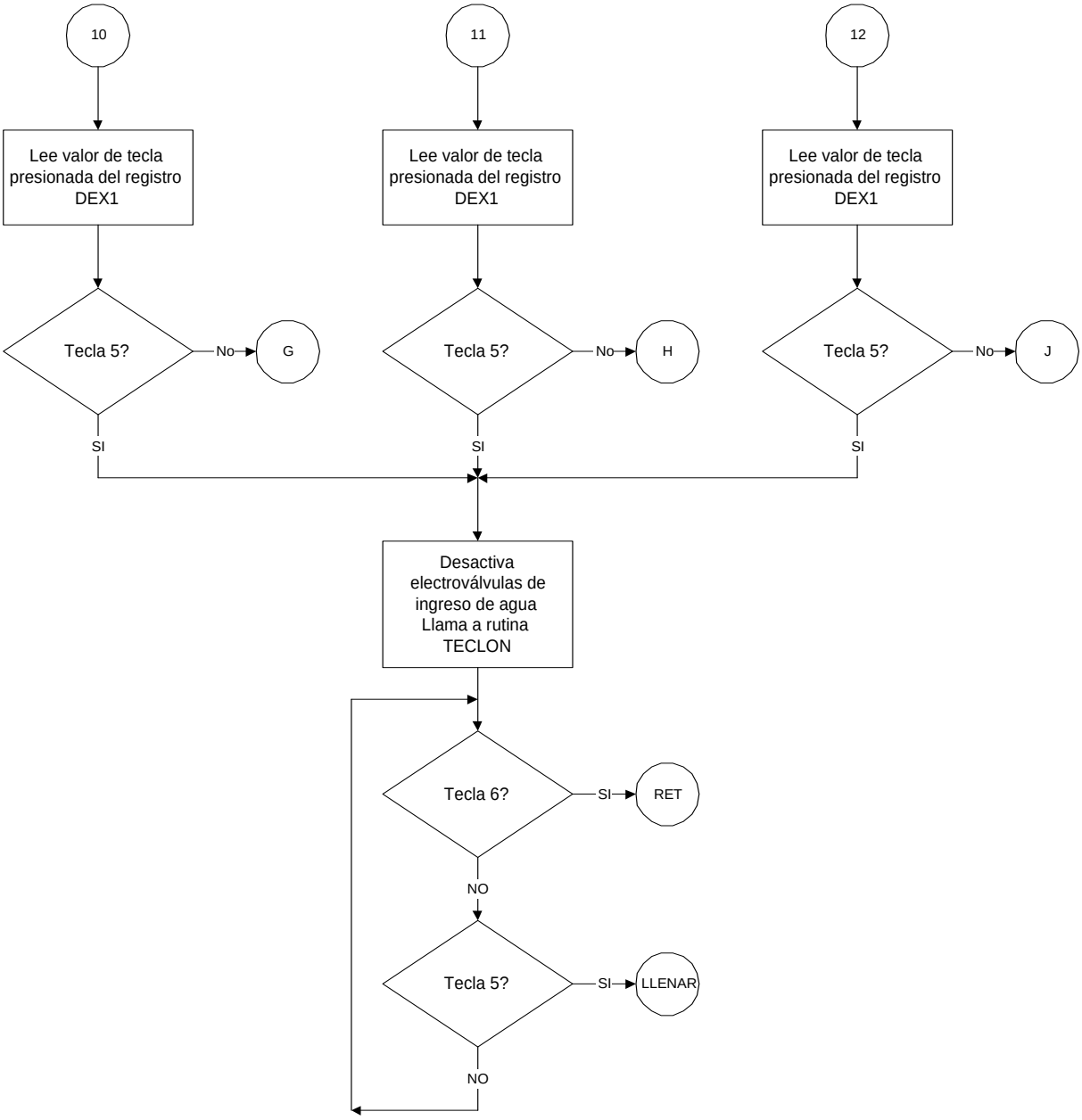


Fig. 40.- Rutina Llenar: Continuación

Tecla 5: Continua con el proceso
Tecla 6: Termina con el ciclo y continua con el siguiente.

De esta manera el usuario podrá detener el proceso cuando lo considere conveniente, y así mismo podrá retomar el proceso o también podrá salir del ciclo.

Constantemente dentro de la rutina, se realiza una revisión del estado del contador utilizado, y es así que cuando el Contador es igual a cero, significa que se ha cumplido el tiempo estipulado para el proceso de lavado, por lo tanto se desactiva el motor, así como el Timer 1, además se deshabilita la Interrupción del Timer 1, dando por finalizado el proceso de lavado.

RUTINA VACIAR

Esta rutina (Fig. 42) permite vaciar el agua que está dentro de la lavadora luego de haber terminado con los procesos de lavado o enjuagado.
En primer lugar se activa la electroválvula que permite la salida del agua, al mismo tiempo se activará la bomba que permite agilitar la salida del agua.
Durante todo el tiempo que se cumple este proceso se realiza la lectura del estado del sensor de Nivel Mínimo, si el sensor indica la presencia de agua, continua con el proceso de vaciado, y solamente cuando el estado del sensor indique la ausencia de agua, finalizará el proceso mediante la desactivación de la electroválvula y de la bomba.

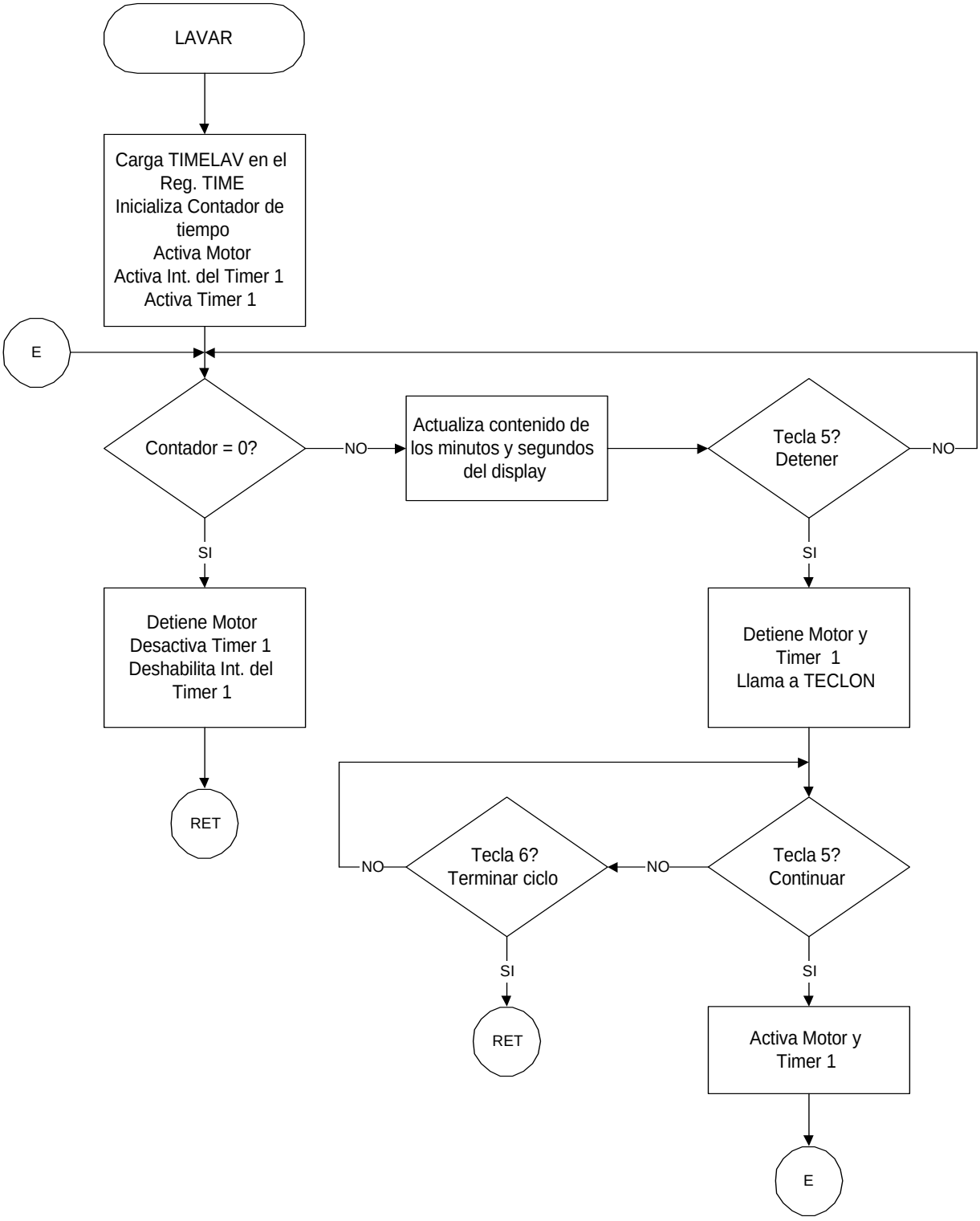

LAVAR
Carga TIMELAV en el Reg. TIME
Inicializa Contador de tiempo
Activa Motor
Activa Int. del Timer 1
Activa Timer 1
E
Contador = 0?
NO
Actualiza contenido de los minutos y segundos del display
Tecla 5? Detener
NO
SI
SI
Detiene Motor
Desactiva Timer 1
Deshabilita Int. del Timer 1
Detiene Motor y Timer 1
Llama a TECLON
RET
Tecla 6? Terminar ciclo
NO
Tecla 5? Continuar
NO
SI
SI
RET
Activa Motor y Timer 1
E

Fig. 41.- Rutina Lavar

RUTINA ENJUAGAR

Esta rutina (Fig. 43) permite controlar el proceso de enjuagado, para lo cual va a controlar directamente el encendido y apagado del motor.

Primeramente se recupera el contenido del registro TIME, y luego se procede a pasar dicha información a un contador de tiempo.

Seguidamente se activa el motor, se habilita la Interrupción del Timer1 y arranca dicho Timer. Al igual que en la rutina “LAVAR”, se utiliza la Interrupción del Timer1 para que cada segundo se proceda a realizar una actualización del contenido de los minutos y segundos del proceso en el display LCD.

Una vez que empieza el proceso de Enjuagado, igualmente se tendrán las siguientes opciones con las teclas para modificar el proceso:
Tecla 5: Detiene el proceso, y una vez que se ha cumplido esta condición se llama nuevamente a la rutina TECLON quedando dos teclas activadas, las cuales definen las siguientes condiciones:
Tecla 5: Continua con el proceso
Tecla 6: Termina con el ciclo y continua con el siguiente.
De esta manera el usuario podrá detener el proceso cuando lo considere conveniente, y así mismo podrá retomar el proceso o también podrá salir del ciclo.
Al igual que con la rutina “LAVAR”, constantemente dentro de la rutina, se realiza una revisión del estado del contador utilizado, y es así que cuando el Contador es igual a cero, significa que se ha cumplido el tiempo estipulado para el proceso de enjuagado, por lo tanto se desactiva el motor, así como el

Timer 1, además se deshabilita la Interrupción del Timer 1, dando por finalizado el proceso.

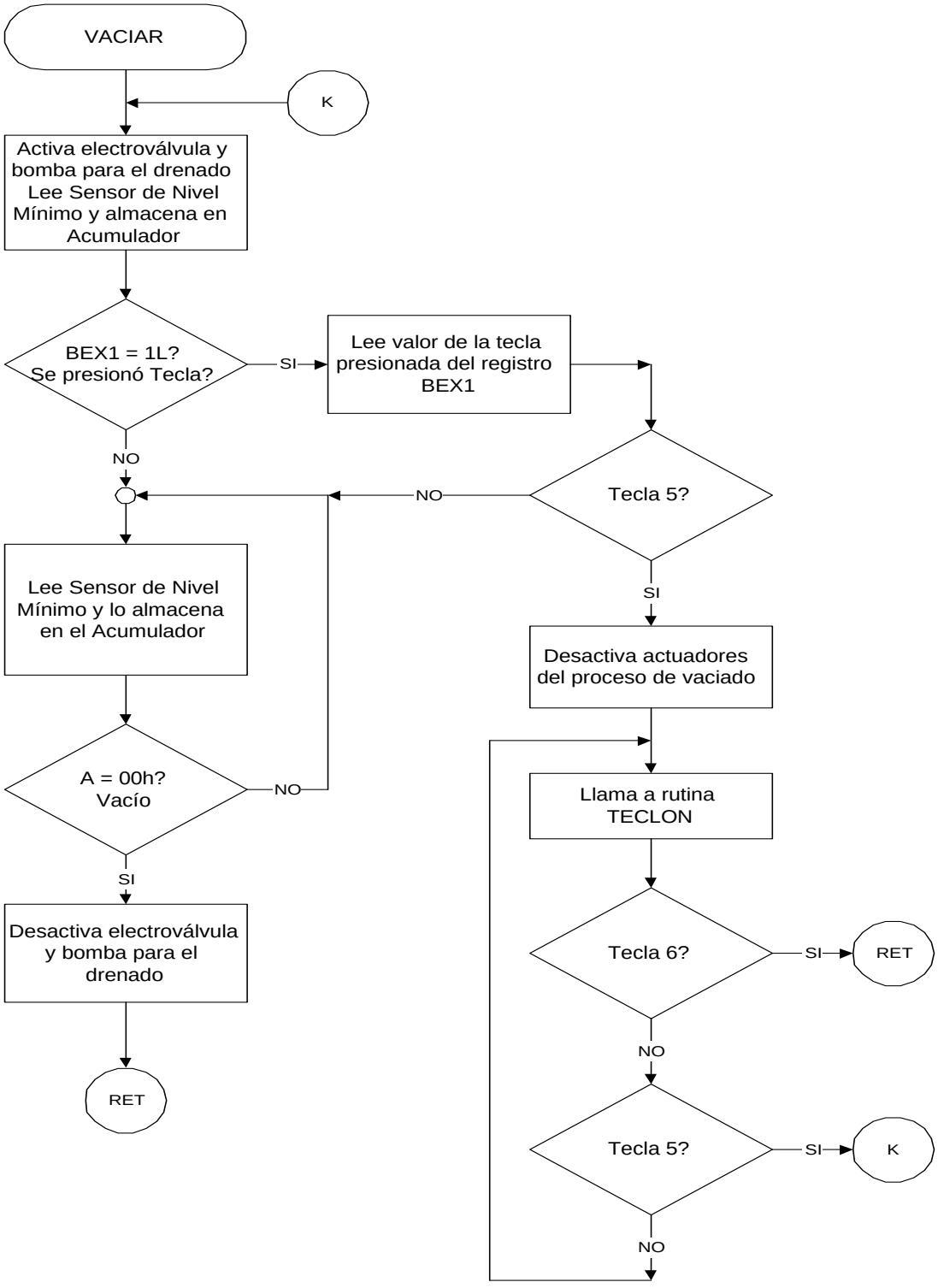


Fig. 42.- Rutina Vaciar

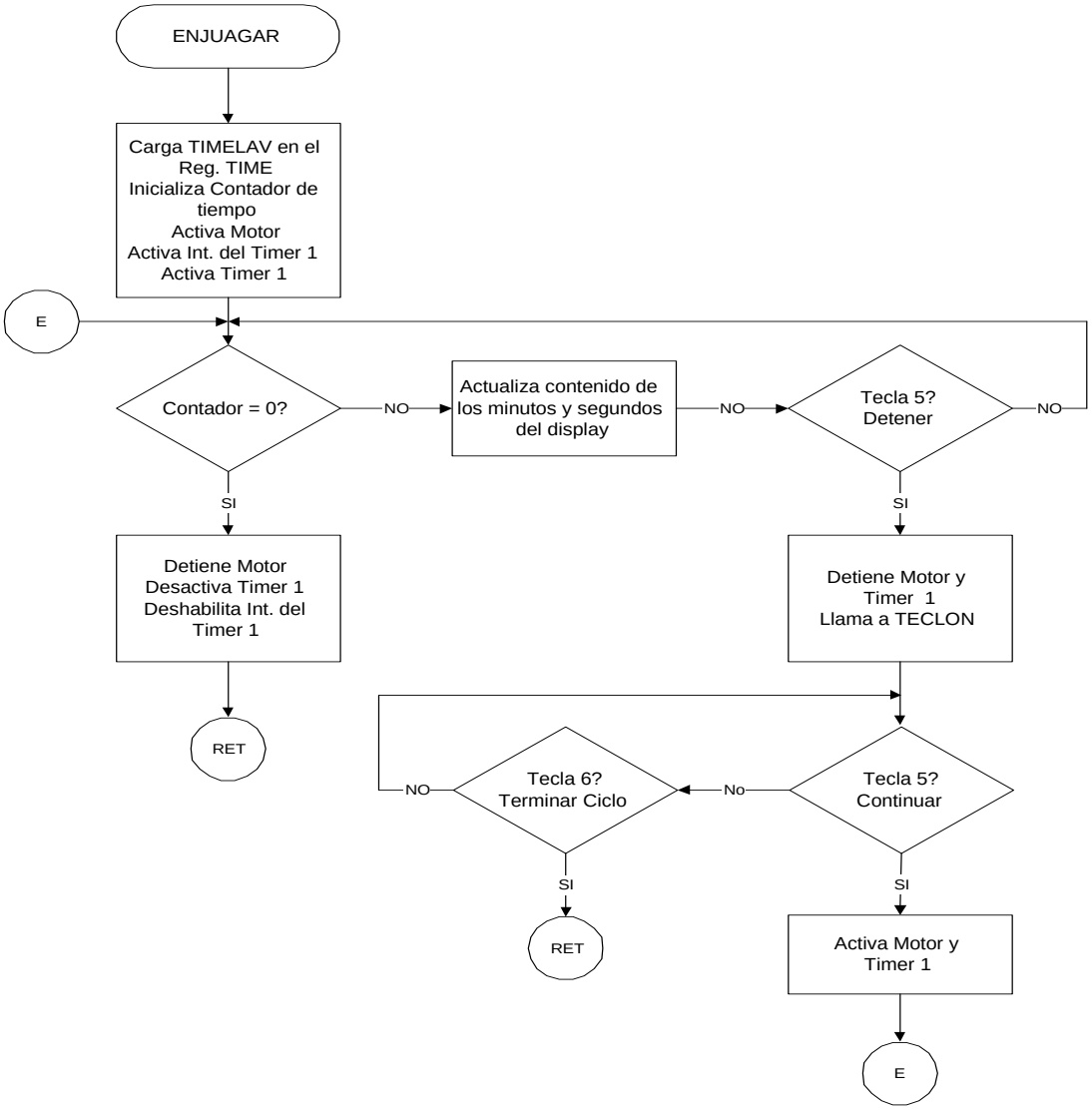


Fig. 43.- Rutina Enjuagar

SUBRUTINA CENTRIFUGAR

Esta rutina (Fig. 44) permite controlar el proceso de centrifugado, para lo cual va a controlar directamente el encendido y apagado del motor.
Primeramente se recupera el contenido del registro TIME, y luego se procede a pasar dicha información a un contador de tiempo.

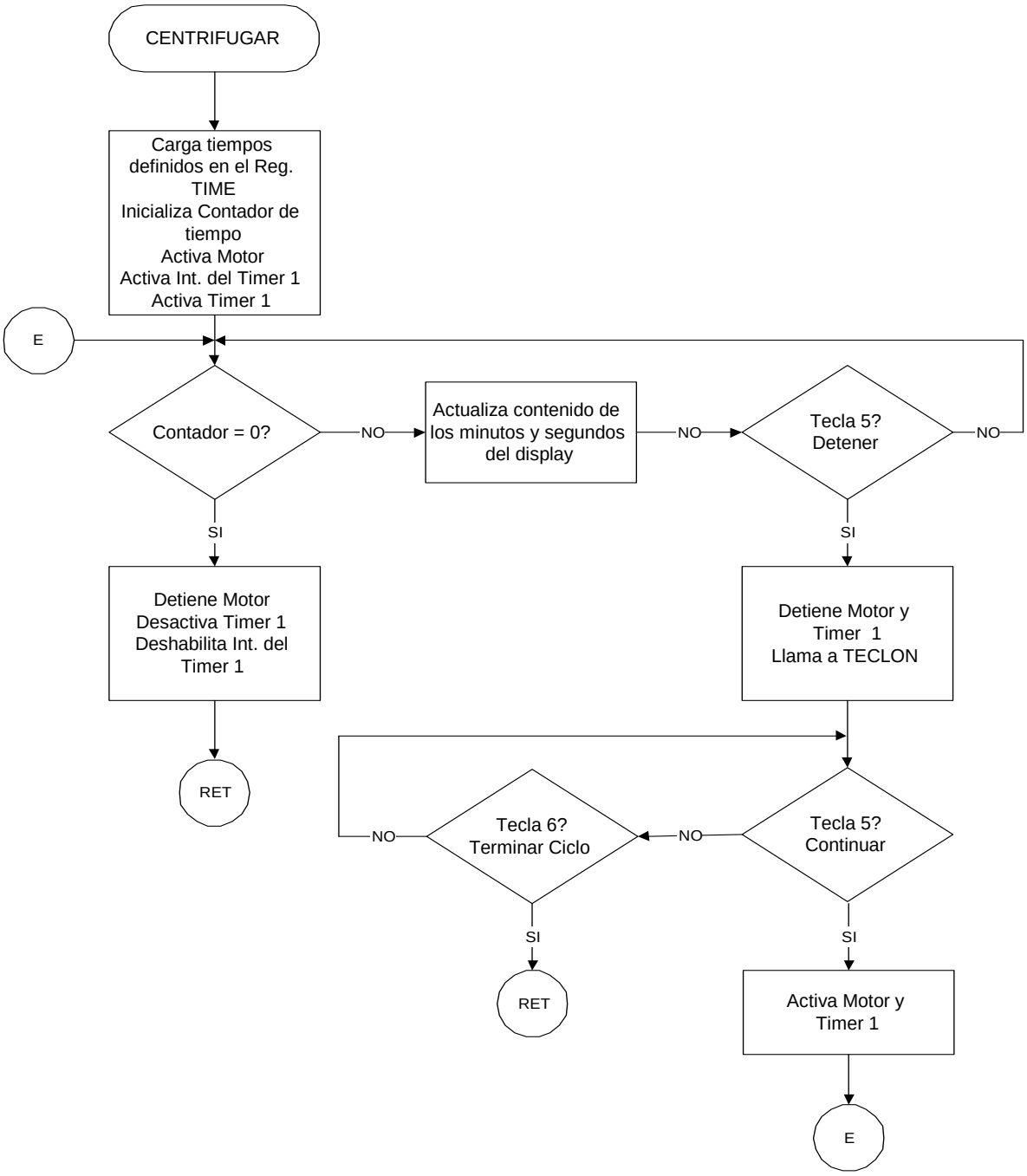


Fig. 44.- Rutina Centrifugar

Luego se activa el motor, se habilita la Interrupción del Timer1 y arranca dicho Timer. Al igual que en las rutinas anteriores se utiliza la Interrupción del Timer1 para que cada segundo se proceda a realizar una actualización del contenido de los minutos y segundos del proceso en el display LCD.

Una vez que empieza el proceso de centrifugado, igualmente se tendrán las siguientes opciones con las teclas para modificar el proceso:
Tecla 5: Detiene el proceso, y una vez que se ha cumplido esta condición se llama nuevamente a la rutina TECLON quedando dos teclas activadas, las cuales definen las siguientes condiciones:
Tecla 5: Continua con el proceso
Tecla 6: Termina con el ciclo y continua con el siguiente.
De esta manera el usuario podrá detener el proceso cuando lo considere conveniente, y así mismo podrá retomar el proceso o también podrá salir del ciclo.

Al igual que con las rutinas “LAVAR” y “ENJUAGAR”, constantemente dentro de la rutina, se realiza una revisión del estado del contador utilizado, y es así que cuando el Contador es igual a cero, significa que se ha cumplido el tiempo estipulado para el proceso de enjuagado, por lo tanto se desactiva el motor, así como el Timer 1, además se deshabilita la Interrupción del Timer 1, dando por finalizado el proceso.

RUTINA DE ATENCION A LA INTERRUPCION DEL TIMER 1

Esta Rutina (Fig. 45) permite que cada segundo se vaya actualizando el contenido de los registros de las decenas y unidades de minuto, así como de

las decenas y unidades de segundo para que puedan ser visualizadas en el display, y el usuario pueda observar el tiempo remanente del proceso.

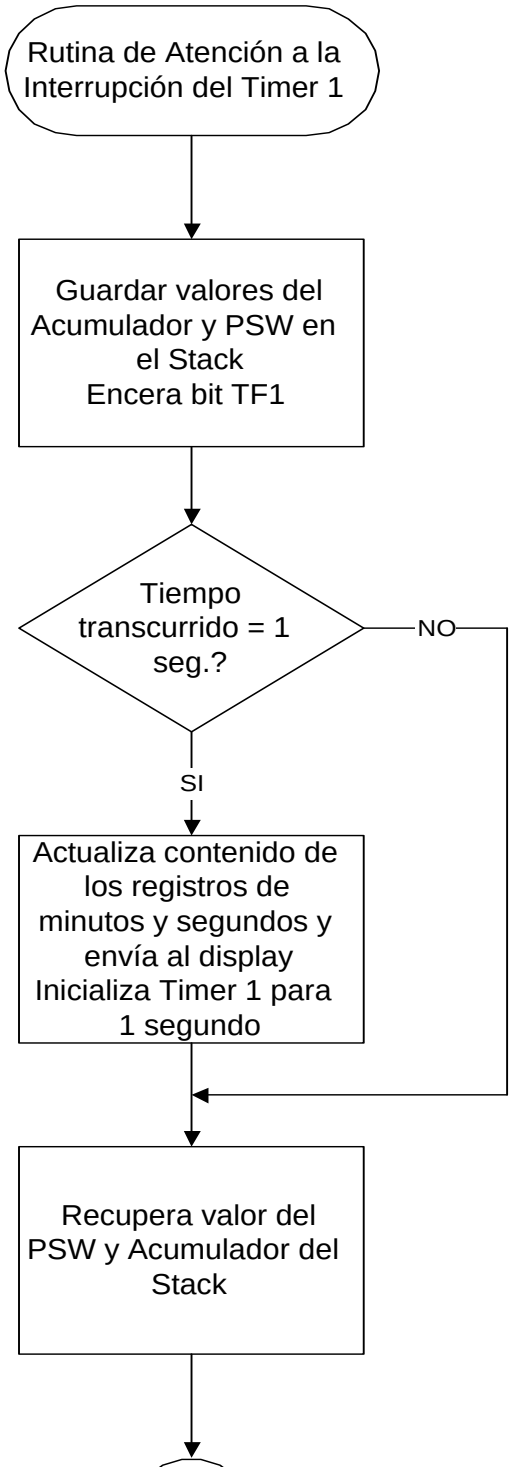


Fig. 45.- Rutina de atención a la Interrupción del Timer 1

RUTINA DE ATENCION A LA INTERRUPCION EXTERNA 1.

Esta rutina (Fig. 46) es utilizada para el teclado, la habilitación se la hace dentro de la subrutina TECLON. Cuando una o más teclas son presionadas, se activa la interrupción externa 1, a continuación dentro de la rutina de atención a dicha interrupción se procede a almacenar el valor del Acumulador y del registro PSW dentro del Stack, luego se lee el Pórtico digital de Entrada implementado para el teclado, y una vez que se tiene dicho valor, se procede a codificar el valor de la tecla o teclas presionadas por medio de la lectura de una tabla, la cual nos entrega directamente el valor codificado. Finalmente se guarda el valor codificado de la tecla en el registro DEX1 ubicado dentro de la RAM interna del microcontrolador, finalmente se recupera el valor del registro PSW y del Acumulador del Stack.

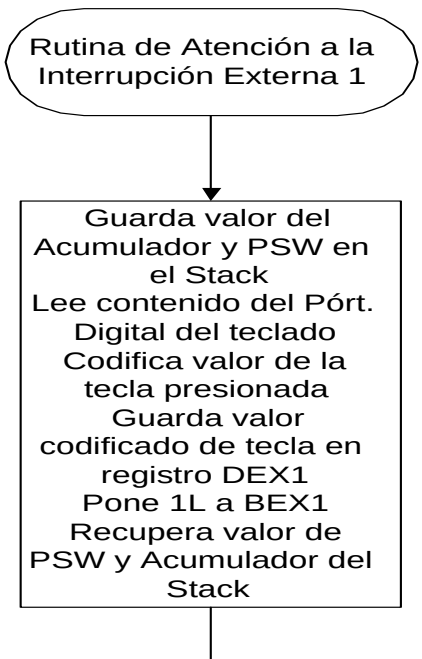


Fig. 46.- Rutina de Atención a la Interrupción Externa 1

RUTINA DE ATENCION A LA INTERRUPCIÓN EXTERNA 0

Esta rutina (Fig. 47) se ejecuta cada vez que el usuario levanta la tapa de la lavadora, con lo cual se suspende el proceso que en ese momento esté ejecutando la lavadora, y permanece en ese estado hasta que el usuario cierre la tapa y continúe con el respectivo proceso.

Para esto, primeramente se guarda el estado de los actuadores dentro del registro ACTUADOR, se detiene el timer 1 y se desactiva los actuadores, a continuación se realiza una lectura del estado de la tapa, cuya señal ingresa a través del pin INT0 como se indicó anteriormente. Mientras la tapa esté abierta (INT0 = 0L) el microprocesador se mantendrá en estado de espera, y en el momento que se cierre la tapa (INT0 = 1L), se recuperará el valor del registro ACTUADOR, se activará el timer 1 y se reinicializará el proceso.

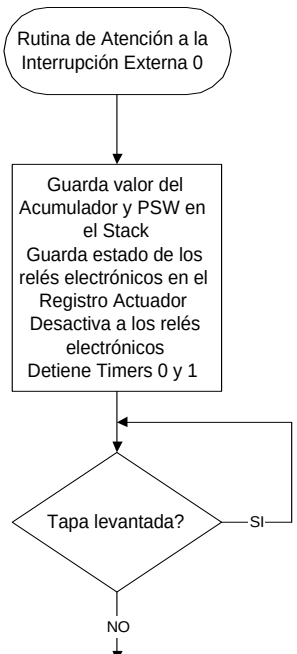


Fig. 47.- Rutina de atención a la Interrupción Externa 0

RUTINA TECLON

Esta rutina (Fig. 48) permite establecer lazos de espera para que el usuario se vea obligado a presionar una tecla para continuar con el proceso o realizar una selección entre varias opciones.

Primeramente se habilita la Interrupción Externa 1, luego de lo cual se verifica el estado del bit BEX1 que se utiliza en la rutina de atención a la Interrupción Externa 1, y se generan dos condiciones:

- Si BEX1 = 0 L, significa que no ha sido presionada ninguna tecla, en cuyo caso sigue verificando el estado del bit BEX1.
- Si BEX1 = 1 L, significa que ha sido presionada una tecla y además ha sido ejecutada la rutina de atención a la Interrupción Externa 1, con lo cual ya se tiene almacenado en el registro DEX1 el valor de la tecla que ha sido presionada.

Una vez que se ha determinado que BEX1 = 1L, se procede a encerar dicho bit para que quede listo para una nueva llamada a la rutina TECLON, y luego se recupera en el Acumulador el valor almacenado en el registro DEX1 que

corresponde el valor de la tecla que ha sido presionada, y finalmente se procede a deshabilitar la Interrupción Externa 1.

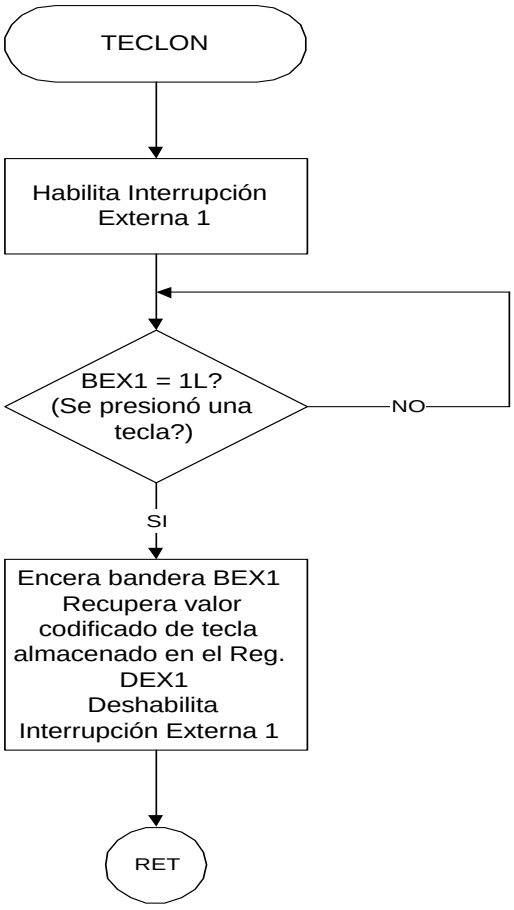


Fig. 48: Rutina de atención al teclado TECLON

2.4.- Dimensionamiento de protecciones.

En lo que se refiere a la parte de fuerza, es lógico utilizar las protecciones que ya están instaladas en la instalación eléctrica de la casa, esto es el interruptor termomagnético principal correspondiente al medidor, el interruptor termomagnético destinado para este aparato en subtablero de distribución principal, y la respectiva conexión a tierra.

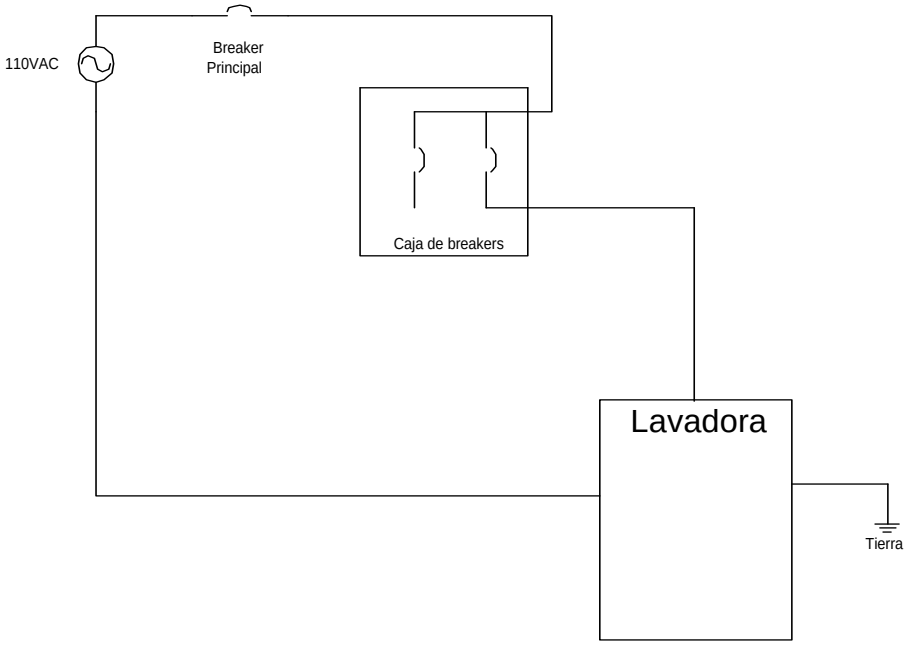


Figura 49: Diagrama de instalación eléctrica.

Debido a que es un aparato expuesto a la intemperie, que trabaja con agua y por ende es sujeto a corrosión, la conexión a tierra es esencial ya que facilita la conducción de corrientes parásitas que pueden llegar al operador a través de la carcasa.

El dimensionamiento de las protecciones se hace de acuerdo a la potencia de la carga que va a ser protegida, por lo que hay que tener los datos tanto de voltaje como de corriente de operación de la carga instalada.

Se va a trabajar en un sistema de 120v, monofásico, con lo que se tiene:

$$P_{motor} = 1/3\, Hp$$

$$V_{a\lim} = 115v$$

$$I = \frac{P_{motor}}{V_{a\lim} * f.p.* \eta}$$

$$1/4$$

Se dimensiona la protección para el pico de arranque que se considera es de 5 veces la corriente nominal de funcionamiento del motor, con lo que:

$$I_{arrM} = 5 * I$$
$$I_{arrM} = 22.645A$$

Iarrm es la corriente de arranque calculada con lo que se dimensiona el interruptor termomagnético, como de un polo, 30 A.

El cable se dimensiona para la corriente nominal del motor, esto es 4.529A con un factor de sobredimensionamiento del 10%.

$$I_{cable} = 4.982A$$

Refiriéndose a tablas de cables, se puede elegir el cable adecuado para esta aplicación, por ejemplo, refiriendo a la información proporcionada por la tabla de dimensionamiento Schneider, y al catalogo de cables CEPER tenemos, que el cable a utilizarse sería un TW de cobre, 600v, #10 AWG, con capacidad de 30 A.

Para la conexión de tierra se considera suficiente una varilla de Copperweld de 60 cm, y refiriendo a la tabla SCHNEIDER, para una corriente no mayor de 30 A, se considera un cable de tierra de cobre 10 AWG.

Para el circuito de control, en la alimentación de las tarjetas se colocan fusibles, de preferencia ultrarrápidos para garantizar la integridad de la parte de control.

Dentro de lo que son los actuadores, se aísla con optotransistores y optotriacs tanto el microprocesador como las salidas a la etapa de fuerza.

2.5.- Seleccionamiento de la fuente de alimentación.

Se ha seleccionado una fuente conmutada, por ser la que más se apega a los requerimientos de rizado y estabilidad, ya que este tipo de fuentes no presentan transitorios de voltaje cuando se les aplica carga.
Debido a que estas fuentes se encuentran disponibles en el mercado, no se ha visto la necesidad de su diseño y construcción, ya que mermaría esfuerzos y tiempo en lo que realmente debe ser el foco de atención del presente trabajo.
Por requerimientos de la tarjeta de control, se requiere de una fuente que posea salidas de +5v, +12v, y -12v, máximo con un amperio en la fuente de 5V.

2.6.- CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LOS SISTEMAS DE SENSORES.

Los sensores que se utilizarán son de temperatura y de nivel de agua, el de temperatura, como se hizo referencia en la parte de selección de los sensores, se va a utilizar el sensor de temperatura de un motor de auto que se lo va montar en el tambor de la lavadora; y el sensor de nivel, se lo va a construir y montar junto al tambor de lavado.Lo que se indica en la figura 50.

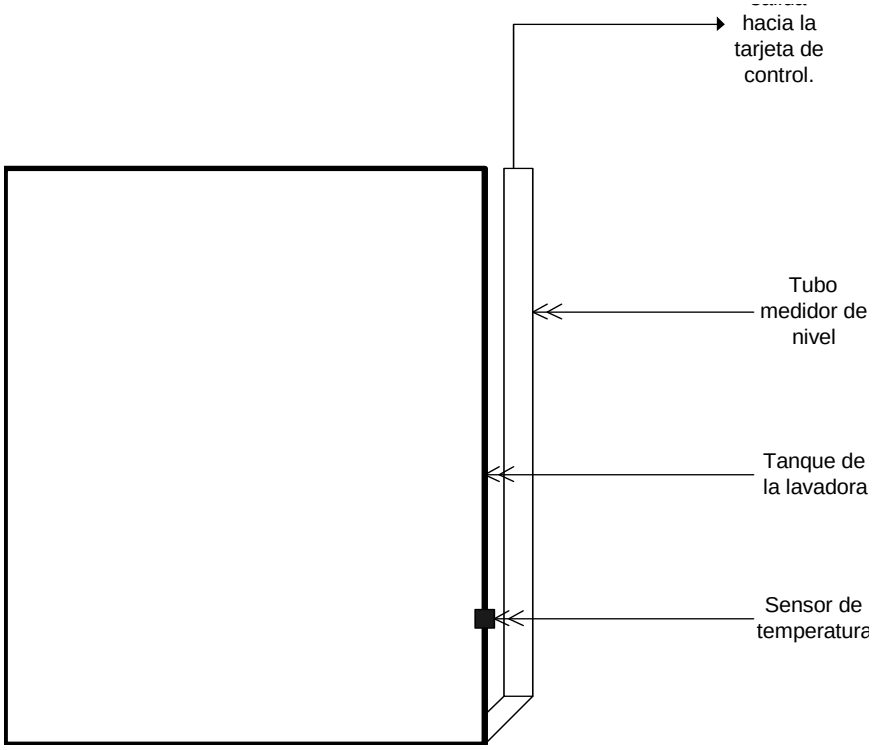


Figura 50.- Ubicación real de los sensores en el tanque de la lavadora

Para la construcción del sensor de nivel se va a utilizar alambre estañado # 24 AWG, sin recubrimiento en las puntas, estos alambres van a ir dentro de un tubo que va a ir en forma paralela al tambor de la lavadora, utilizando el principio de vasos comunicantes, con lo que el nivel de agua del tanque va a ser el mismo que en el tubo de medición.

El tubo de medición es de manguera de PVC, con lo cual se utiliza materiales de bajo costo y de resistencia aceptable.

2.7.- CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL MODULO.

Como ya se anotó anteriormente, las tarjetas, tanto para el microcontrolador como para la visualizacion, son las que se usan en el módulo microlab, y las tarjetas que irán extras son las que corresponden a los actuadores tanto para las electroválvulas, como para el motor y para el selector de giro.

Las tarjetas se las ha diseñado usando el programa de diseño ORCAD y el TANGO, los diagramas de los circuitos se los adjunta en los anexos.

Para el montaje de las tarjetas principalmente las de visualización y la tarjeta principal de control (o de microprocesador) van dentro de una caja, que debe ir conectada a tierra para poder derivar cualquier ruido proveniente de las partes mecánicas de la lavadora.

Se trata de no incurrir en cambios mayores debido a que de haber un daño en la parte mecánica de la lavadora, cualquier técnico reparador no tenga ningun inconveniente tanto en la desarmada como en la armada de las diferentes partes de la lavadora.

Por esta razón se trata de ubicar todos los componentes electrónicos en la parte superior de la lavadora, exactamente donde actualmente o mejor dicho usualmente se encuentran los controles electromecánicos de control.
Los actuadores tanto para el motor, levas y las electroválvulas son montados lo más cerca posible de los elementos que han de ser accionados, siempre y cuando la disposición física de la lavadora lo permita, y deben ir en cajas que no permitan el ingreso de humedad.

Capitulo 3.-

Pruebas experimentales y análisis de resultados.

3.1.- Pruebas experimentales.-

Para las pruebas se ha procedido por partes, esto es: hacer las pruebas al motor, a las electroválvulas, a los selectores y la parte de software por separado.

3.1.1.- Pruebas del circuito de potencia.-

El actuador del motor ha sido diseñado para que se dispare por cruce por cero. El circuito se dispara por cruce por cero, pero se tiene un ángulo de 1.5° el momento de la conmutación.

3.1.2.- Pruebas de los sensores.-

Las pruebas de los sensores se las realizaron en laboratorio. El sensor de temperatura ha sido probado en un autoclave, con temperaturas de hasta 90°C, desde una temperatura mínima de 10°C, obteniendose la curva carácterística que se muestra en la figura 18 del capítulo 2.

La forma de onda obtenida mediante el circuito de la figura 21 del capítulo 2, se muestra en la figura 51.

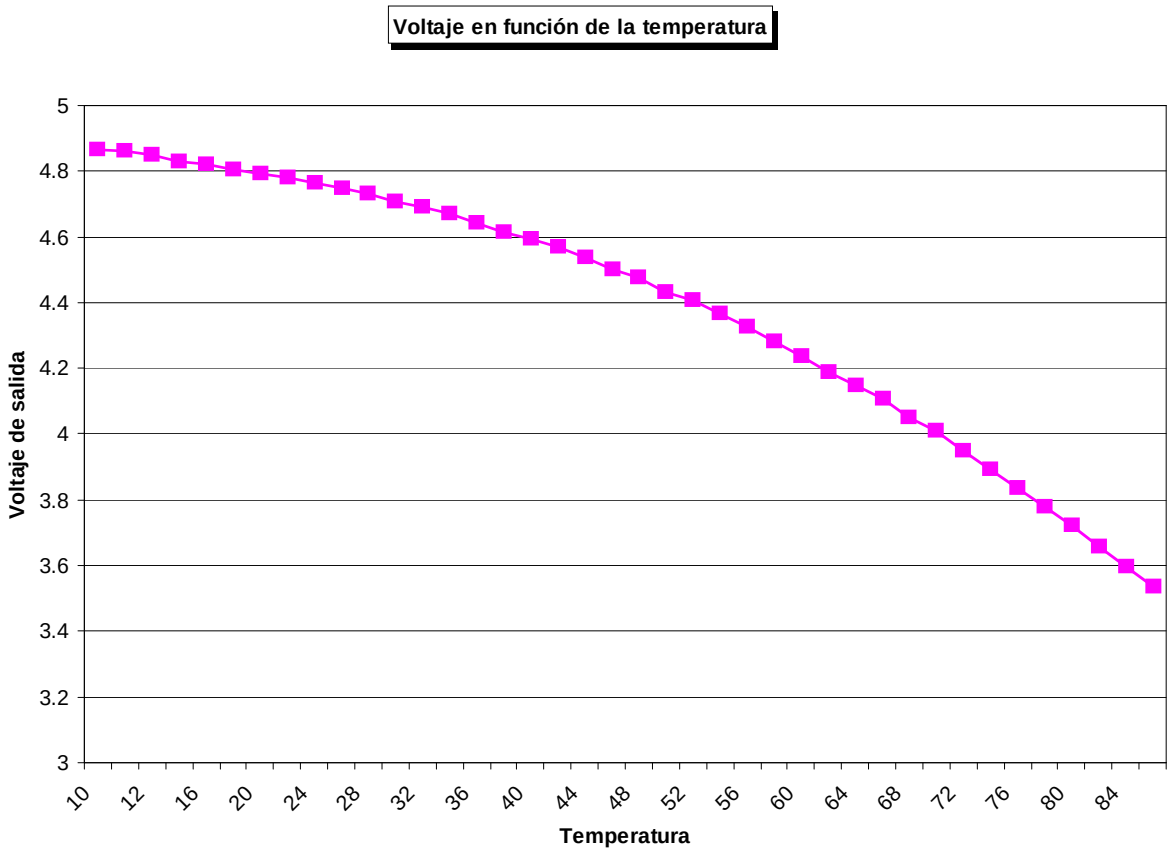


Figura 51: Señal de voltaje del sensor de temperatura

Para los sensores de nivel se utiliza la configuración básica de la figura 19 y de la figura 22 del capítulo 2.

Los ajustes de los niveles de los diferentes ciclos, se han tomado de la observación de los niveles a los cuales funcionan otras lavadoras, esto es que se considera como nivel bajo a la altura medida desde el fondo del tanque para una lavadora de 18 lbs de 15cm, como nivel medio, una altura de 20 cm y nivel alto a una altura de 30 cm.

3.2.- Estructura física final.

Como se ha manifestado anteriormente, la estructura de la lavadora no ha sido modificada, solamente lo que se ha hecho es cambiar el pequeño tablero que se halla en la parte superior, por otro de las mismas características, pero con los controles nuevos.

De esta manera se tendrá en el nuevo tablero una botonera de seis botones, un display de cristal líquido y una barra de leds.

El tablero dará acogida tanto a la tarjeta de display, como a la tarjeta del microcontrolador, como se indica en la figura 52 las tarjetas de los actuadores irán convenientemente ubicados dentro del cuerpo principal de la lavadora, como se indica en la figura 53.

Figura 52. Disposición del tablero de control.

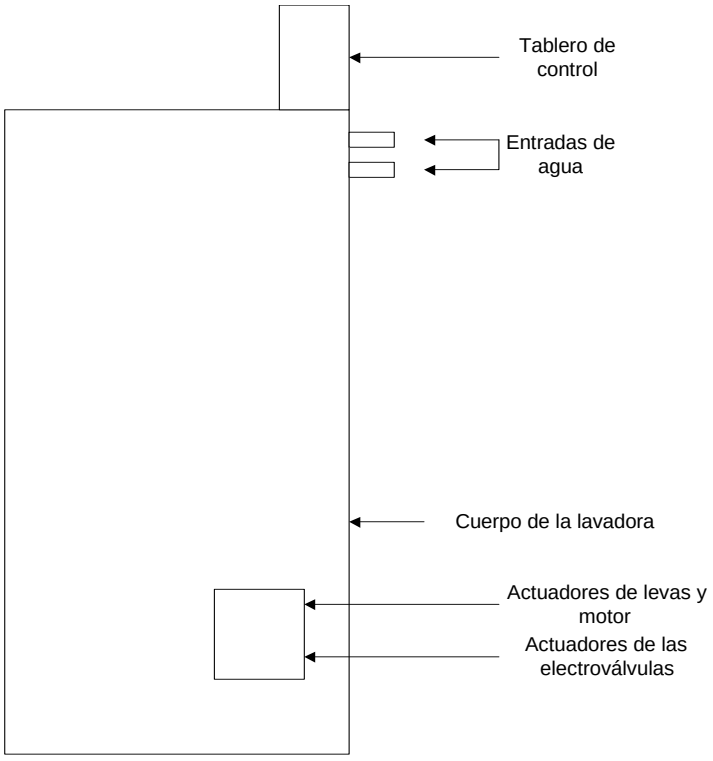


Figura 53. Posición de los actuadores.

3.3.- Análisis de los resultados obtenidos.-

Tanto las tarjetas de control y visualización se comportan según lo esperado.
En cuanto respecta a las tarjetas de los actuadores, el defase al conmutar con el cruce por cero es aproximadamente de 1,5 °, esto se debe a que el sistema no es un sistema predictivo, y siempre existe un retardo entre cuando se da la orden de conmutar y la conmutación en sí.

3.4.- Análisis económico.-

Para el análisis de costos, se va a tomar en cuenta solamente lo que se refiere a componentes incluido la lavadora, no se va a tomar en cuenta lo que respecta a mano de obra ni diseño (Tabla 1) .

Dentro del item 6 se considera todos los conectores, entre ellos los que van a la parte de potencia como las interconecciones entre las tarjetas de control y visualización.
Las cajas para las tarjetas de los actuadores son de metal, hechas a mano, a medida, según lo que se determina el espacio físico necesario para alojar las tarjetas como el espacio físico disponible dentro del cuerpo de la lavadora.
Se resume así que el módulo en lo que respecta solamente a los materiales necesarios tiene un costo de 365 dólares, este costo bajaría sei considera que existen micros con menores características a más bajo precio, con lo que se conseguiría bajar los costos, pero sacrificando también las prestaciones del mismo.
Se debe considerar además que el avance tecnológico, es tan rápido, que posiblemente dentro de uno o dos años se tendrá microcontroladores de características comparables o mejores y con un precio mucho más bajo al que se considera para el presente proyecto.
Se está considerando para el diseño, el microcontrolador DALLAS DS5000, que tiene un costo de 90 USD, lo cual infla el costo del proyecto.
Por otro lado, el presente proyecto se constituye en un prototipo lo que justifica el alto costo, aplicando a una producción en serie, los costos vendrían a

reducirse, y se podría cargar como costo agregado el costo del diseño y mano de obra.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio USD	Total
1	Lavadora de segunda mano	Un	1	40	40
2	Tarjeta MCPD 51 armada	Un	1	120	120
3	Tarjeta Display	Un	1	60	60
4	Tarjetas de actuadores	Un	6	10	60
5	Cables para conexiones con los módulos	Juego	1	10	10
6	Conectores	Juego	1	10	10
7	Cajas para las tarjetas	Un	3	10	30
8	Caja para tablero de control	Un	1	15	15
9	Varios	Juego	1	20	20

Total USD	365

Tabla 1: Listado de elementos

CAPITULO 4.-
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

4.1.- CONCLUSIONES.-

- Se puede concluir en primera instancia, que la formación impartida por la Facultad de Ingeniería Eléctrica, y en especial por la carrera de Electrónica y Control, es completa, de tal manera que prepara al alumnado a solucionar cualquier problema que se presente.

- Los controles basados en sistemas electromecánicos, que son los usados más comunmente hasta la fecha, presentan desventajas (refiriendose al ángulo de disparo respecto a la onda de activación) el punto de activación es aleatorio, que viene a afectar la integridad y la vida útil de las partes mecánicas de los accionamientos.

- Utilizando actuadores con detección de cruce por cero, se logra un arranque suave del motor que viene a alargar la vida útil de las partes mecánicas, y de los bobinados del motor.

- La velocidad de activación utilizando sistemas digitales es una ventaja, sobretodo en sistemas en los que el ángulo de disparo es una condición fundamental.

- La versatilidad que presentan los controles basados con microcontroladores, nos permite tener sistemas con varias funciones en espacios físicos muy reducidos, cosa que sería imposible con sistemas electromecánicos.

- Utilizando sistemas basados en componentes de estado sólido se reduce el ruido tanto mecánico como eléctrico, además que se reduce el consumo.

- Desde el punto de vista de seguridad, el hecho de tener controles de bajo voltaje para conmutar voltajes elevados en la carga es mucho más aceptable que conmutar voltajes elevados tanto en la parte de control como en la de potencia.

- El hecho de que se pueda variar a conveniencia el programa del microcontrolador es una ventaja frente al hecho de que en un control electromecánico no se lo puede hacer.

- Utilizando elementos de estado sólido se tiene un peso bajo para el sistema de control, lo cual beneficia tanto en lo que se refiere a transporte, como a los materiales que se han de usar, aunque se debe recalcar que el mayor peso en la lavadora es el motor.

- Se hace notar que debe ser personal calificado el que tenga la función del mantenimiento de la parte electrónica del sistema.

- El reactivar un electrodoméstico que prácticamente esta en desuso utilizando técnicas aprendidas en la carrera, permite darse cuenta que no solo estamos preparados para dar soluciones a la grande industria, sino también al más común de los usuarios, que en este caso puede ser cualquiera de nosotros

4.2.- RECOMENDACIONES.-

- Se propone, seguir desarrollando este proyecto, utilizando nuevos micros, con tarjetas menos voluminosas, y tratar de incluir nuevas opciones tales como ahorro de energía, o como modificar este proyecto para estar dentro de una “casa inteligente”.

- También se puede comenzar a incursionar dentro de la modificación de otros aparatos electrodomésticos dentro del hogar, incluyendo instrumentación dentro de aparatos que así lo requieran.

- Se recomienda hacer extensivo este proyecto con sus debidas modificaciones para aparatos que funcionan a 220v.

LAVADORA DS-5000

MANUAL DE USUARIO

El presente manual se constituye en una ayuda para el manejo adecuado de la lavadora de ropa con control microprocesado, para lo cual el usuario deberá leer detenidamente todos los pasos que se deben seguir para la operación de este electrodoméstico.

1.- UBICACIÓN E INSTALACIÓN DE LA LAVADORA

Para esto deberá garantizarse un lugar apropiado con las respectivas instalaciones eléctricas, de agua potable, y de desagüe.

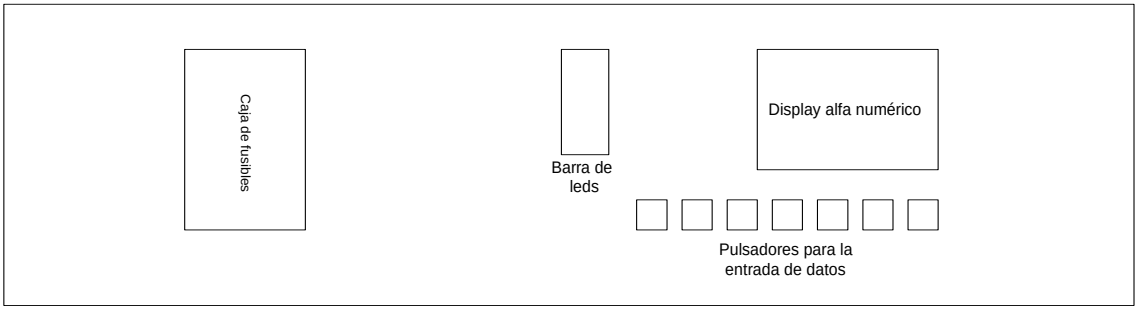
El suministro de energía eléctrica deberá ser de 120 V que es el del suministro normal de la Empresa Eléctrica, debiendo también existir un punto para la conexión a tierra.

En lo que se refiere a las instalaciones sanitarias, se deberá disponer al menos de una toma para agua fría, aunque lo ideal sería disponer de dos tomas de agua: una para agua fría y otra para agua caliente. Deberá también existir un sumidero para el desagüe.

Además se debe tener cuidado en que la lavadora se ubique en un sitio completamente nivelado para evitar problemas en el funcionamiento.

2.- OPERACIÓN DE LA LAVADORA

Una vez que se ha verificado la correcta instalación y ubicación de la lavadora se va a realizar una descripción del panel principal para el control de la operación, que se lo muestra a continuación:



Teclas: Permiten realizar el ingreso de los datos necesarios para la operación de la lavadora, tales como: tiempos de lavado y enjuagado, nivel de agua, temperatura para el lavado y enjuagado, etc.

Dependiendo de la opción que esté ejecutando la lavadora, cada tecla va a tener una función específica tal como se indica en la siguiente tabla:

Opción	Tecla 1	Tecla 2	Tecla 3	Tecla 4	Tecla 5	Tecla 6
Inicio	Continuar					
Selección	Salir	Opción Personal	Opción Predefinida			
Personal Tiempo de lavado		Incrementar Decenas de minuto	Incrementar Unidades de minuto	Incrementar Decenas de segundo		Aceptar
Personal Tiempo de enjuagado		Incrementar Decenas de minuto	Incrementar Unidades de minuto	Incrementar Decenas de segundo		Aceptar
Ingreso de nivel de agua	Nivel Mínimo	Nivel Medio	Nivel Máximo		Salir	Continuar
¿Agua Caliente?					Si existe agua caliente	No existe agua caliente
Ingreso de Temperatura	Agua caliente	Agua Tibia	Agua Fría		Salir	Continuar
Opción Predefinida	Ropa delicada	Ropa Liviana	Ropa Pesada		Salir	Continuar
Ciclo de Lavado					Detiene Proceso/Continúa Proceso	Salir
Ciclo de Enjuague					Detiene Proceso/Continúa Proceso	Salir
Ciclo de Centrifugado					Detiene Proceso/Continúa Proceso	Salir
Ciclo de Vaciado					Detiene Proceso/Continúa Proceso	Salir
Ciclo de Llenado					Detiene Proceso/Continúa Proceso	Salir

Display: Permite la visualización tanto de los parámetros que se ingresan así como de los procesos que se llevan a cabo, debiendo mencionar que también se va a visualizar el tiempo que va transcurriendo conforme avanza la operación de la lavadora.

Barras de leds: Se constituye en una ayuda visual, para que el usuario conozca en que parte del proceso se encuentra la lavadora.

Señal audible: Da al usuario una notificación sonora de que se ha incurrido en un error o que el proceso ha llegado a su fin.

Opciones de lavado: Se dispone de dos opciones: la predefinida y la personal. En la opción predefinida los tiempos de cada uno de los pasos del proceso se encuentran definidos, con lo que solamente se seleccionaría niveles de llenado, temperatura de agua y tipo de ropa que se va a lavar.

En la opción personal, además de lo descrito anteriormente, se permite definir los tiempos de cada uno de los pasos.

En cada una de las selecciones se tiene habilitada la tecla 5 que sirve para detener / arrancar el proceso, y la tecla 6 que sirve para abandonar por completo el proceso y regresar al inicio.

Anexo A.

Listado del programa del microcontrolador DALLAS DS5000.

```
;*********************************************************************************************
;PROGRAMA PARA EL CONTROL DE UNA LAVADORA DE ROPA DOMÉSTICA
;*********************************************************************************************

;********** Declaracion de etiquetas ********************
        EXTINT07        EQU     2000H
        SW07            EQU     0000H
        OUT07           EQU     0000H
        OUT815          EQU     2000H
        DIPSINP07       EQU     4000H
        ADC             EQU     6000H
        DAC             EQU     4000H
        RAMBASE         EQU     8000H
        LCD             EQU     0A000H
        SELOUT3         EQU     6000H
        SELOUT5         EQU     0A000H
        SELOUT6         EQU     0C000H
        SELOUT7         EQU     0E000H
;*********************************************************************
;       ASIGNACION DE ETIQUETAS A RAM INTERNA
;*********************************************************************

        DEX1            EQU     7FH
        LED             EQU     7EH
        BARRA           EQU     7DH
        LEDBARRA        EQU     7CH
        AUXLCD          EQU     7BH
        PUNTLCD         EQU     7AH
        CONTLCD         EQU     79H
        ROMLCD          EQU     78H
        CURSOR          EQU     77H
        AUXCURSOR       EQU     76H
        DDRAM           EQU     75H
        CARACTER        EQU     74H
        DIGITO          EQU     73H

;*********************************************************************************************
; ASIGNACIONES DE ETIQUETAS PARA OPERACIONES MATEMATICAS
;*********************************************************************************************
        MULT10          EQU     6FH
```

```
MULT11          EQU   6EH
MULT12          EQU   6DH
MULT20          EQU   6CH
MULT21          EQU   6BH
RMULT0          EQU   6AH
RMULT1          EQU   69H
RMULT2          EQU   68H
RMULT3          EQU   67H
RMULT4          EQU   66H
DIVISORAUX0     EQU   65H
DIVISORAUX1     EQU   64H
DIVISOR0        EQU   63H
DIVISOR1        EQU   62H
DIVIDEN0        EQU   61H
DIVIDEN1        EQU   60H
DIVIDEN2        EQU   5FH
DIVIDEN3        EQU   5EH
RDIV0           EQU   5DH
RDIV1           EQU   5CH
RDIV2           EQU   5BH
RDIV3           EQU   5AH
BCD0            EQU   59H
BCD1            EQU   58H
BCD2            EQU   57H
BCD3            EQU   56H
AUX0            EQU   55H
AUX1            EQU   54H
AUX2            EQU   53H

;BITS AUXILIARES USADOS COMO BANDERA

    BEX1            BIT   01H

;*******************************************************************************
; ESPACIOS DE RAM INTERNA UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE
;               LA LAVADORA
;*******************************************************************************
        D_MIN_LAV   EQU   40H
        U_MIN_LAV   EQU   41H
        D_SEG_LAV   EQU   42H
```

```
U_SEG_LAV   EQU   43H
D_MIN_ENJ   EQU   44H
U_MIN_ENJ   EQU   45H
D_SEG_ENJ   EQU   46H
U_SEG_ENJ   EQU   47H
D_MIN       EQU   48H
U_MIN       EQU   49H
D_SEG       EQU   4AH
U_SEG       EQU   4BH
BNIVEL      EQU   4CH

;*******************************************************************************
; VECTORIZACION DE LAS RUTINAS DE LAS INTERRUPCIONES
;*******************************************************************************

        ORG   0000H
        LJMP  INICIO

        ORG   0003H
        LJMP  EXINT0        ;rutina de interrupcion externa 0

        ORG   0013H
        LJMP  EXINT1        ;rutina de interrupcion externa 1
        ORG   001BH
        LJMP  TIMER0        ;rutina de interrupción del timer 1


;*****************************************************************
;                 INICIO DEL PROGRAMA
;*****************************************************************
        ORG   0030H

INICIO:

    MOV     SP,#2FH                 ;Inicializa Stack en 2FH
    MOV     TMOD,#00010001B         ;Timers 0 y 1 temporizadores modo 1
    SETB    EA                      ;Habilita Interrupciones
    MOV     DPTR,#OUT815            ;Inicializa puntero
    MOV     A,#00H
    MOVX    @DPTR,A                 ;Desactiva actuadores
```

```
 LCALL   RESETDISP          ;Inicializa el display
 ACALL   CUR0BLINK0

 MOV     LED,#0BH           ;Apaga leds indicadores
 APAGAR:
 LCALL   LEDOFF
 DEC     LED
 MOV     A,LED
 CJNE    A,#0FFH,APAGAR
 MOV     BARRA,#00H         ;Apaga barras de leds
 LCALL   BARRAS

 MOV     LED,#08H
 LCALL   LEDON              ;Activa led indicador de encendido
 LCALL   SALUDO             ;Despliega mensaje inicial en el display
 MOV     R0,#40H            ;Inicializa puntero
 MOV     R7,#13             ;Inicializa contador de lazo
 CLR     A                  ;Borra acumulador
SIGA1:
    MOV  @R0,A              ;Encera localidades de RAM interna
    INC  R0                 ;Incrementa puntero
    DJNZ R7,SIGA1

PRESION:
    LCALL TECLON            ;Llama a rutina de teclado
    JZ    PRESION
    CJNE  A,#01H,PRESION    ;Compara si tecla 1 fue presionada
    LCALL SELECCIÓN         ;Despliega mensaje de selección

PRESION2:
    LCALL TECLON            ;Llama a rutina de teclado
    JZ    PRESION2
    CJNE  A,#01H,TECLA2     ;Compara si tecla 1 fue presionada
    LJMP  INICIO            ;Vuelve al inicio del programa

TECLA2:
    CJNE  A,#02H,TECLA3     ;Compara si tecla 2 fue presionada
    LCALL PERSONAL          ;Entra a la opción personalizada
    LJMP  INICIO            ;Vuelve al inicio del programa
```

```
TECLA3:
        CJNE   A,#03H,PRESION2      ;Compara si tecla 3 fue presionada
        LCALL  PREDEFINIDA          ;Entra a la opción predefinida
        LJMP   INICIO               ;Vuelve al inicio del programa

;***********************************************************************
;Rutina "PERSONAL" que permite al usuario seleccionar los
;tiempos del proceso y el nivel y temperatura del agua
;***********************************************************************

PERSONAL:
        LCALL  OPCIONPERS           ;Despliega mensaje de la opción
        LCALL  TIEMPO5              ;Retardo de 5 segundos
        LCALL  TIMELAV              ;Despliega mensaje "Tiempo de lavado"
        LCALL  VER                  ;Despliega reg. de minutos y segundos
PRESION3:
        LCALL  TECLON               ;Llama a rutina de teclado
        JZ     PRESION3

        CJNE   A,#03H,TEC_4         ;Compara si tecla 3 fue presionada
        INC    D_MIN_LAV            ;Incrementa decenas de minuto
        MOV    A,D_MIN_LAV
        CJNE   A,#03H,SIGA2
        MOV    D_MIN_LAV,#00H
SIGA2:
        MOV    D_MIN,D_MIN_LAV
        LCALL  VER                  ;Despliega reg. de minutos y segundos
        LJMP   PRESION3

TEC_4:
        CJNE   A,#04H,TEC_5         ;Compara si tecla 4 fue presionada
        INC    U_MIN_LAV            ;Incrementa unidades de minuto
        MOV    A,U_MIN_LAV
        CJNE   A,#0AH,SIGA3
        MOV    D_MIN_LAV,#00H
SIGA3:
        MOV    U_MIN,U_MIN_LAV
        LCALL  VER                  ;Despliega reg. de minutos y segundos
        LJMP   PRESION3
```

```
TEC_5:
        CJNE    A,#05H,TEC_6        ;Compara si tecla 5 fue presionada
        INC     D_SEG_LAV           ;Incrementa decenas de segundo
        MOV     A,D_SEG_LAV
        CJNE    A,#06H,SIGA4
        MOV     D_SEG_LAV,#00H
SIGA4:
        MOV     D_SEG,D_SEG_LAV
        LCALL   VER                 ;Despliega reg. de minutos y segundos
        LJMP    PRESION3

TEC_6:
        CJNE    A,#06H,PRESION3     ;Compara si tecla 6 fue presionada
        LCALL   TIMEENJ             ;Despliega mensaje "Tiempo de Enjuague"
        MOV     D_MIN,D_MIN_ENJ
        MOV     U_MIN,U_MIN_ENJ
        MOV     D_SEG,D_SEG_ENJ
        MOV     U_SEG,#00H
        LCALL   VER                 ;Despliega reg. de minutos y segundos
PRESION4:
        LCALL   TECLON              ;Llama a rutina de teclado
        JZ      PRESION4

        CJNE    A,#03H,TE_4         ;Compara si tecla 3 fue presionada
        INC     D_MIN_ENJ           ;Incrementa decenas de minuto
        MOV     A,D_MIN_ENJ
        CJNE    A,#03H,SIGA5
        MOV     D_MIN_ENJ,#00H
SIGA5:
        MOV     D_MIN,D_MIN_ENJ
        LCALL   VER                 ;Despliega reg. de minutos y segundos
        LJMP    PRESION4

TE_4:   CJNE    A,#04H,TE_5         ;Compara si tecla 4 fue presionada
        INC     U_MIN_ENJ           ;Incrementa unidades de minuto
        MOV     A,U_MIN_ENJ
        CJNE    A,#0AH,SIGA6
        MOV     U_MIN_ENJ,#00H
SIGA6:
        MOV     U_MIN,U_MIN_ENJ
```

```
        LCALL VER               ;Despliega reg. de minutos y segundos
        LJMP  PRESION4

TE_5:   CJNE  A,#05H,TEC_6      ;Compara si tecla 5 fue presionada
        INC   D_SEG_LAV         ;Incrementa decenas de segundo
        MOV   A,D_SEG_LAV
        CJNE  A,#06H,SIGA7
        MOV   D_SEG_LAV,#00H
SIGA7:
        MOV   D_SEG,D_SEG_ENJ
        LCALL VER               ;Despliega reg. de minutos y segundos
        LJMP  PRESION4

TE_6:   CJNE  A,#06H,PRESION4   ;Compara si tecla 6 fue presionada
CONTINUA:
        LCALL INGNIVEL          ;Despliega mensaje "Ingrese Nivel"

PRESION5:
        LCALL TECLON            ;Llama a rutina de teclado
        JZ    PRESION5
        CJNE  A,#01H,TEC2       ;Compara si tecla 1 fue presionada
        MOV   BNIVEL,#00H       ;Selecciona Nivel mínimo
        LCALL NIVELMIN          ;Despliega mensaje "Nivel Mínimo"
        LJMP  SIGA8

TEC2:   CJNE  A,#02H,TEC3       ;Compara si tecla 2 fue presionada
        MOV   BNIVEL,#01H       ;Selecciona Nivel medio
        LCALL NIVELMED          ;Despliega mensaje "Nivel medio"
        LJMP  SIGA8

TEC3:   CJNE  A,#03H,TEC4       ;Compara si tecla 3 fue presionada
        MOV   BNIVEL,#02H       ;Selecciona Nivel máximo
        LCALL NIVELMAX          ;Despliega mensaje "Nivel Máximo"
SIGA8:
        LCALL CALIENTE          ;Despliega mensaje "Agua Caliente?"

PRESION6:
        LCALL TECLON            ;Llama a rutina de teclado
        JZ    PRESION6
        CJNE  A,#05H,TCL6       ;Compara si tecla 5 fue presionada
```

```
        LJMP    TEMPERATURA
TCL6:   CJNE    A,#06H,PRESION6     ;Compara si tecla 6 fue presionada
        LJMP    PROCESO

TEMPERATURA:
        LCALL   INGTEMPLAV          ;Despliega mensaje "Temp. lavado"
        LCALL   INGTEMP             ;Llama a rutina de ingreso de temperatura
        MOV     TEMPLAV,TEMP        ;Guarda contenido de TEMP en TEMPLAV
        LCALL   INGTEMPENJ          ;Despliega mensaje "Temp. Enjuague"
        LCALL   INGTEMP             ;Llama a rutina de ingreso de temperatura
        MOV     TEMPENJ,TEMP        ;Guarda contenido de TEMP en TEMPENJ
PROCESO:
        MOV     TEMP,TEMPLAV        ;Guarda en reg. TEMP el valor de TEMPLAV
        LCALL   LLENAR
        LCALL   LAVAR
        LCALL   VACIAR
        MOV     TEMP,TEMPENJ        ;Guarda en reg. TEMP el valor de TEMPENJ
        LCALL   LLENAR
        LCALL   ENJUAGAR
        LCALL   VACIAR
        LCALL   CENTRIFUGAR
        MOV     DPTR,#OUT815        ;Inicializa puntero
        MOV     A,#00010000B
        MOVX    @DPTR,A             ;Activa buzzer de finalización
        LCALL   TIEMPO10            ;Retardo de 10 segundos
        MOV     A,#00H
        MOVX    @DPTR,A             ;Desactiva buzzer
        RET


;*************************************************************************
;Rutina "PREDEFINIDA" que permite al usuario seleccionar
;el tipo de ropa y la temperatura y nivel de agua, ya que
;los tiempos están predefinido por el usuario
;*************************************************************************

PREDEFINIDA:
        LCALL   CICLOPRE            ;Despliega mensaje de la opción

PRESION7:
```

```
        LCALL  TECLON          ;Llama a rutina de teclado
        JZ     PRESION7
        CJNE   A,#01H,TCL2     ;Compara si tecla 1 fue presionada
        LCALL  DELICADA        ;Despliega mensaje "Ropa delicada"
        MOV    D_MIN_LAV,#00H
        MOV    U_MIN_LAV,#05H
        MOV    D_SEG_LAV,#00H
        MOV    U_SEG_LAV,#00H
        MOV    D_MIN_ENJ,#00H
        MOV    U_MIN_ENJ,#04H
        MOV    D_SEG_ENJ,#00H
        MOV    U_SEG_ENJ,#00H
        LJMP   PRESION7

TCL2:   CJNE   A,#02H,TCL3     ;Compara si tecla 2 fue presionada
        LCALL  LIVIANA         ;Despliega mensaje "Ropa Liviana"
        MOV    D_MIN_LAV,#01H
        MOV    U_MIN_LAV,#00H
        MOV    D_SEG_LAV,#00H
        MOV    U_SEG_LAV,#00H
        MOV    D_MIN_ENJ,#00H
        MOV    U_MIN_ENJ,#08H
        MOV    D_SEG_ENJ,#00H
        MOV    U_SEG_ENJ,#00H
        LJMP   PRESION7

TCL3:   CJNE   A,#03H,TCL4     ;Compara si tecla 3 fue presionada
        LCALL  PESADA          ;Despliega mensaje "Ropa Pesada"
        MOV    D_MIN_LAV,#01H
        MOV    U_MIN_LAV,#08H
        MOV    D_SEG_LAV,#00H
        MOV    U_SEG_LAV,#00H
        MOV    D_MIN_ENJ,#01H
        MOV    U_MIN_ENJ,#00H
        MOV    D_SEG_ENJ,#00H
        MOV    U_SEG_ENJ,#00H
        LJMP   PRESION7

TCL4:   CJNE   A,#06H,PRESION7 ;Compara si tecla 6 fue presionada
        LJMP   CONTINUA
```

```
;*******************************************************************************
;                              Rutina "INGTEMP"
;*******************************************************************************

INGTEMP:
PRESION10:
        LCALL  TECLON               ;Llama a rutina de teclado
        JZ     PRESION10
        CJNE   A,#03H,TL4           ;Compara si tecla 3 fue presionada
        MOV    TEMP,#01H            ;Opción de agua caliente
        LCALL  A_CALIENTE           ;Despliega mensaje "Agua Caliente"
        RET
TL4:    CJNE   A,#04H,TL5           ;Compara si tecla 4 fue presionada
        MOV    TEMP,#02H            ;Opción de agua tibia
        LCALL  A_TIBIA              ;Despliega mensaje "Agua Tibia"
        RET
TL5:    CJNE   A,#05H,PRESION10     ;Compara si tecla 6 fue presionada
        MOV    TEMP,#03H            ;Opción de agua fría
        LCALL  A_FRIA
        RET

;*******************************************************************************
;                              Rutina "LLENAR"
;*******************************************************************************

LLENAR:
        LCALL  LLENADO              ;Despliega Mensaje "Llenado"
LEER:   MOV    A,TEMP               ;Recupera valor del reg. TEMP
        CJNE   A,#01H,SIGA9         ;Compara la selección de agua caliente
        MOV    A,#00001000B
        MOV    ACTUADOR,A
        MOV    DPTR,#OUT815
        MOVX   @DPTR,A              ;Activa electroválvula de agua caliente
        MOV    A,BNIVEL             ;Recupera valor del reg. BNIVEL
        LJMP   LEER_SENSOR

SIGA9:
        CJNE   A,#02H,SIGA10        ;Compara la selección de agua tibia
        MOV    A,#00001100B
```

```
        MOV    ACTUADOR,A
        MOV    DPTR,#OUT815
        MOVX   @DPTR,A          ;Activa electroválvulas de agua fría y caliente
        MOV    A,BNIVEL         ;Recupera valor del reg. BNIVEL
        LJMP   LEER_SENSOR

SIGA10:
        CJNE   A,#03H,LEER      ;Compara la selección de agua fría
        MOV    A,#00000100B
        MOV    ACTUADOR,A
        MOV    DPTR,#OUT815
        MOVX   @DPTR,A          ;Activa electroválvulas de agua fría
LEER1:
        MOV    A,BNIVEL         ;Recupera valor del reg. BNIVEL

LEER_SENSOR:
        CJNE   A,#00H,SIGA11    ;Compara nivel mínimo
        MOV    DPTR,#DIPSINP07
        MOVX   A,@DPTR          ;Lee sensor de nivel
ESPERA1:
        LCALL  LEA_ADC          ;Lee temperatura del agua
        LCALL  VER1             ;Despliega valor de temperatura
        CJNE   A,#01H,ESPERA1   ;Compara si llegó a nivel mínimo
        MOV    DPTR,#OUT815
        MOV    A,#00H
        MOV    ACTUADOR,A
        MOVX   @DPTR,A          ;Desactiva electroválvulas
        RET

SIGA11:
        CJNE   A,#01H,SIGA12    ;Compara nivel medio
        MOV    DPTR,#DIPSINP07
        MOVX   A,@DPTR          ;Lee sensor de nivel
ESPERA2:
        LCALL  LEA_ADC          ;Lee temperatura del agua
        LCALL  VER1             ;Despliega valor de temperatura
        CJNE   A,#03H,ESPERA2   ;Compara si llegó a nivel medio
        MOV    DPTR,#OUT815
        MOV    A,#00H
        MOV    ACTUADOR,A
```

```
        MOVX  @DPTR,A           ;Desactiva electroválvulas
        RET

SIGA12:
        CJNE   A,#02H,LEER1     ;Compara nivel máximo
        MOV    DPTR,#DIPSINP07
        MOVX  A,@DPTR           ;Lee sensor de nivel
ESPERA3:
        LCALL  LEA_ADC          ;Lee temperatura del agua
        LCALL  VER1             ;Despliega valor de temperatura
        CJNE   A,#07H,ESPERA3   ;Compara si llegó a nivel medio
        MOV    DPTR,#OUT815
        MOV    A,#00H
        MOV    ACTUADOR,A
        MOVX  @DPTR,A           ;Desactiva electroválvulas
        RET

;*******************************************************************************
;Subrutina "VER" que permite desplegar en el display los registros
;de las unidades y decenas de minutos y segundos
;*******************************************************************************

VER:
      MOV    CURSOR,#14H
      LCALL   MOVCURSOR
      MOV    DIGITO,D_MIN
      LCALL   PRINTDIG
      MOV    CURSOR,#15H
      LCALL     MOVCURSOR
      MOV    DIGITO,U_MIN
      LCALL   PRINTDIG
      MOV    CURSOR,#16H
      LCALL   MOVCURSOR
      MOV    CARACTER,#':'
      LCALL   PRINTCHAR
      MOV    CURSOR,#17H
      LCALL   MOVCURSOR
      MOV    DIGITO,D_SEG
      LCALL   PRINTDIG
      MOV    CURSOR,#18H
```

```
        LCALL   MOVCURSOR
        MOV     DIGITO,U_SEG
        LCALL   PRINTDIG
        RET

;*******************************************************************************
;Subrutina "VER1" que permite desplegar en el display la temperatura
;del agua
;*******************************************************************************
VER1:   MOV     CURSOR,#10H
        LCALL   MOVCURSOR
        MOV     CARACTER,'T'
        LCALL   PRINTCHAR
        MOV     CURSOR,#11H
        LCALL   MOVCURSOR
        MOV     CARACTER,'E'
        LCALL   PRINCHAR
        MOV     CURSOR,#12H
        LCALL   MOVCURSOR
        MOV     CARACTER,'M'
        LCALL   PRINTCHAR
        MOV     CURSOR,#13H
        LCALL   MOVCURSOR
        MOV     CARACTER,'P'
        LCALL   PRINTCHAR
        MOV     CURSOR,#14H
        LCALL   MOVCURSOR
        MOV     CARACTER,'='
        LCALL   PRINTCHAR
        MOV     CURSOR,#15H
        LCALL   MOVCURSOR
        MOV     DIGITO,ADC1
        LCALL   PRINTDIG
        MOV     CURSOR,#16H
        LCALL   MOVCURSOR
        MOV     DIGITO,ADC0
        LCALL   PRINTDIG
        MOV     CURSOR,#17H
        LCALL   MOVCURSOR
        MOV     CARACTER,#'°'
```

```
        LCALL  PRINTCHAR
        MOV    CURSOR,#18H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    CARACTER,#'C'
        LCALL  PRINTCHAR
        RET
;*****************************************************************
;    Rutina "LEER_ADC"
;*****************************************************************
LEER_ADC:
        MOV    DPTR,#ADC            ;Inicializa puntero
        MOVX   A,@DPTR              ;Lee al conversor A/D
        MOV    DPTR,#TAB_ADC        ;Inicializa en tabla de codificación
        MOVC   A,@A+DPTR            ;Lee valor codificado de temperatura
        PUSH   ACC                  ;Almacena Acumulador en Stack
        ANL    A,#0F0H              ;Deja pasar los 4 bits mas significativos
        SWAP   A                    ;Intercambio de nibbles
        MOV    ADC1,A
        POP    ACC                  ;Recupera valor del acumulador
        ANL    A,#0FH               ;Deja pasar los 4 bits menos significativos
        MOV    ADC0,A
        RET

;*******************************************************************************
;                           Subrutina "LAVAR"
;*******************************************************************************
LAVAR:
        LCALL  VERLAVAR             ;Despliega mensaje "LAVADO"
        MOV    D_MIN,D_MIN_LAV
        MOV    U_MIN,U_MIN_LAV
        MOV    D_SEG,D_SEG_LAV
        MOV    U_SEG,#00H
        SETB   ET1                  ;Habilita Interrupción del Timer 1
        LCALL  INITIMER1            ;Inicializa Timer 1 para 1 segundo
        MOV    DPTR,#OUT815         ;Inicializa puntero
        MOV    A,#00000001H
        MOV    ACTUADOR,A           ;Almacena estado del actuador
        MOVX   @DPTR,A              ;Activa motor
        SETB   TR1                  ;Arranca Timer 1
SIGA21:
```

```
        MOV    A,CONTADOR
        JNZ    SIGA21
        MOV    A,DEX1              ;Recupera valor de tecla presionada
        CJNE   A,#05H,SIGA21       ;Compara si tecla 5 fue presionada
        MOV    DPTR,#OUT815        ;Inicializa puntero
        MOV    A,#00H
        MOVX   @DPTR,A             ;Desactiva actuadores
        CLR    TR1                 ;Detiene Timer 1
PRESION21:
        LCALL  TECLON
        JZ     PRESION21
        CJNE   A,#05H,SIGA22       ;Compara si tecla 5 fue presionada
        MOV    DPTR,#OUT815        ;Inicializa puntero
        MOV    A,ACTUADOR          ;Recupera estado del actuador
        MOVX   @DPTR,A             ;Reinicializa actuadores
        SETB   TR1                 ;Arranca Timer1
        RET

SIGA22:
        CJNE   A,#06H,PRESION21    ;Compara si tecla 6 fue presionada
        RET

;*******************************************************************************
;                          Subrutina "ENJUAGAR"
;*******************************************************************************
ENJUAGAR:
        LCALL  VERENJUA            ;Despliega mensaje "ENJUAGADO"
        MOV    D_MIN,D_MIN_ENJ
        MOV    U_MIN,U_MIN_ENJ
        MOV    D_SEG,D_SEG_ENJ
        MOV    U_SEG,#00H
        SETB   ET1                 ;Habilita Interrupción del Timer 1
        LCALL  INITIMER1           ;Inicializa Timer 1 para 1 segundo
        MOV    DPTR,#OUT815        ;Inicializa puntero
        MOV    A,#00000001H
        MOV    ACTUADOR,A          ;Almacena estado del actuador
        MOVX   @DPTR,A             ;Activa motor
        SETB   TR1                 ;Arranca Timer 1
SIGA31:
        MOV    A,CONTADOR
```

```
        JNZ     SIGA31
        MOV     A,DEX1              ;Recupera valor de tecla presionada
        CJNE    A,#05H,SIGA31       ;Compara si tecla 5 fue presionada
        MOV     DPTR,#OUT815        ;Inicializa puntero
        MOV     A,#00H
        MOVX    @DPTR,A             ;Desactiva actuadores
        CLR     TR1                 ;Detiene Timer 1
PRESION31:
        LCALL   TECLON
        JZ      PRESION31
        CJNE    A,#05H,SIGA32       ;Compara si tecla 5 fue presionada
        MOV     DPTR,#OUT815        ;Inicializa puntero
        MOV     A,ACTUADOR          ;Recupera estado del actuador
        MOVX    @DPTR,A             ;Reinicializa actuadores
        SETB    TR1                 ;Arranca Timer1
        RET

SIGA32:
        CJNE    A,#06H,PRESION21    ;Compara si tecla 6 fue presionada
        RET

;*******************************************************************************
;                           Subrutina "CENTRIFUGAR"
;*******************************************************************************
CENTRIFUGAR:
        LCALL   VERCENTRI           ;Despliega mensaje "CENTRIFUGADO"
        MOV     D_MIN,#00H
        MOV     U_MIN,#03H
        MOV     D_SEG,#00H
        MOV     U_SEG,#00H
        SETB    ET1                 ;Habilita Interrupción del Timer 1
        LCALL   INITIMER1           ;Inicializa Timer 1 para 1 segundo
        MOV     DPTR,#OUT815        ;Inicializa puntero
        MOV     A,#00000001H
        MOV     ACTUADOR,A          ;Almacena estado del actuador
        MOVX    @DPTR,A             ;Activa motor
        SETB    TR1                 ;Arranca Timer 1
SIGA41:
        MOV     A,CONTADOR
        JNZ     SIGA41
```

```
        MOV   A,DEX1              ;Recupera valor de tecla presionada
        CJNE  A,#05H,SIGA41       ;Compara si tecla 5 fue presionada
        MOV   DPTR,#OUT815        ;Inicializa puntero
        MOV   A,#00H
        MOVX  @DPTR,A             ;Desactiva actuadores
        CLR   TR1                 ;Detiene Timer 1
PRESION41:
        LCALL TECLON
        JZ    PRESION21
        CJNE  A,#05H,SIGA42       ;Compara si tecla 5 fue presionada
        MOV   DPTR,#OUT815        ;Inicializa puntero
        MOV   A,ACTUADOR          ;Recupera estado del actuador
        MOVX  @DPTR,A             ;Reinicializa actuadores
        SETB  TR1                 ;Arranca Timer1
        RET

SIGA42:
        CJNE  A,#06H,PRESION21    ;Compara si tecla 6 fue presionada
        RET




;*****************************************************************
;Subrutina "TECLON" de atención a teclado
;*****************************************************************

TECLON:     SETB  EXO     ;Habilita Interrupción externa 0
        JNB   BEX1,$      ;Cheque si se ha presionado una tecla
        CLR   BEX1        ;Borra bandera
        MOV   A,DEX1      ;Recupera valor codificado de tecla
        CLR   EXO         ;Deshabilita Interrupción externa 0
        RET

;***************SUBRUTINA SALUDO ******************************

SALUDO:
        MOV   CURSOR,#00H
        LCALL MOVCURSOR
        MOV   ROMLCD,#00H
```

```
        LCALL  PROMLCD
        MOV    CURSOR,#10H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#01H
        LCALL  PROMLCD
        RET

;***************SUBRUTINA SELECCION ***************************

SELECCION:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#02H
        LCALL  PROMLCD
        MOV    CURSOR,#10H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#03H
        LCALL  PROMLCDRET

;***************SUBRUTINA OPCIONPERS ***************************

OPCIONPERS:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#04H
        LCALL  PROMLCD
        MOV    CURSOR,#10H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#05H
        LCALL  PROMLCD
        RET

;***************SUBRUTINA TIMELAV ***************************

TIMELAV:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#06H
        LCALL  PROMLCD
        RET
```

```
;***************SUBRUTINA TIMEENJ ***************************

TIMENEJ:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#07H
        LCALL  PROMLCD
        RET

;***************SUBRUTINA INGNIVEL ***************************

INGNIVEL:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#08H
        LCALL  PROMLCD
        MOV    CURSOR,#10H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#05H
        LCALL  PROMLCD
        RET

;***************SUBRUTINA NIVELMIN ***************************

NIVELMIN:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#09H
        LCALL  PROMLCD
        RET

;***************SUBRUTINA NIVELMED ***************************

NIVELMED:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#0AH
        LCALL  PROMLCD
        RET
```

```
;***************SUBRUTINA NIVELMAX ***************************

NIVELMAX:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#0BH
        LCALL  PROMLCD
        RET

;***************SUBRUTINA INGTEMPLAV***************************

INGTEMPLAV:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#0CH
        LCALL  PROMLCD
        RET

;***************SUBRUTINA INGTEMPENJ***************************

INGTEMPENJ:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#0DH
        LCALL  PROMLCD
        RET

;*************** SUBRUTINA CICLOPRE ***************************

CICLOPRE:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#0EH
        LCALL  PROMLCD
        RET

;***************SUBRUTINA DELICADA***************************

DELICADA:
        MOV    CURSOR,#00H
```

```
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#0EH
        LCALL  PROMLCD
        RET

;***************SUBRUTINA LIVIANA ***************************

LIVIANA:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#0FH
        LCALL  PROMLCD
        RET

;***************SUBRUTINA PESADA ***************************

PESADA:
        MOV    CURSOR,#00H
        LCALL  MOVCURSOR
        MOV    ROMLCD,#10H
        LCALL  PROMLCD
        RET

;************** SUBRUTINA DE RETARDO ******************************
RETARDO:
PUSH    R5
MOV     R5,#07FH
DJNZ    R5,$
POP     R5
RET
; fin de rutina de retardo
RETARDO1:
PUSH    R5
MOV     R5,#03FH
DJNZ    R5,$
POP     R5
RET


;*****************************************************************
```

```
;********** SUBRUTINA PARA MANEJO DE LA BARRA DE LEDS ********


;*********************************************
;LA BARRA SE MANEJA COMO UNA UNIDAD DE 20 LEDS
;EN LA LOCALIDAD DE RAM (BARRA) SE ENCUENTRA EL # DE LEDS (0 A 20)
;QUE DEBEN ESTAR ENCENDIDOS
;*********************************************

BARRAS:
MOV     LEDBARRA,#00H
ONB:
MOV     A,LEDBARRA
CJNE    A,BARRA,ONBAR
OFFB:
MOV     A,LEDBARRA
CJNE    A,#20,OFFBAR

RET

ONBAR:  ACALL LEDBARON
INC     LEDBARRA
LJMP    ONB
OFFBAR: ACALL LEDBAROFF
INC     LEDBARRA
LJMP    OFFB
LEDBAROFF:
;-----ESTRUCTURACION DE LA DIRECCION DEL LED DE LA BARRA:
MOV     A,LEDBARRA
ANL     A,#00001000B
RL      A
RL      A
ADD     A,#0A0H
MOV     DPH,A
MOV     A,LEDBARRA
ANL     A,#00010000B
RL      A
RL      A
ADD     A,DPH
```

```
MOV     DPH,A           ;LISTO EL DPH
MOV     A,LEDBARRA
ANL     A,#00000111B
MOV     DPL,A           ;LISTO EL DPL

;------APAGADO DE LA BARRA
MOV     A,#0FFH
MOVX    @DPTR,A

RET

LEDBARON:

;-----ESTRUCTURACION DE LA DIRECCION DEL LED DE LA BARRA:
MOV     A,LEDBARRA
ANL     A,#00001000B
RL      A
RL      A
ADD     A,#0A0H
MOV     DPH,A
MOV     A,LEDBARRA
ANL     A,#00010000B
RL      A
RL      A
ADD     A,DPH
MOV     DPH,A           ;LISTO EL DPH
MOV     A,LEDBARRA
ANL     A,#00000111B
MOV     DPL,A           ;LISTO EL DPL

;------ENCENDIDO DE LA BARRA
CLR     A
MOVX    @DPTR,A

RET
;**********************************************************




;*****************************************************
```

```
;***** SUBRUTINA DE INICIALIZACION DEL DISPLAY LCD ******
;*****************************************************
;       POWER ON RESET
;*****************************************************
;INICIALIZA EL DISPLAY DE DOS FILAS PARA QUE SE PUEDA
;ESCRIBIR DE IZQUIERDA A DERECHA, Y LIMPIA LA PANTALLA
;*****************************************************

RESETDISP:

      MOV     R3,#0FFH
      ESP:
      LCALL   RETARDO
      LCALL   RETARDO
      LCALL   RETARDO
      LCALL   RETARDO
      DJNZ    R3,ESP

MOV     A,#3
MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4

SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4

SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4

;FUNCTION SET
MOV     A,#2
MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4
```

```
;FUNCTION SET
MOV     A,#2
MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4

MOV     A,#8
MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4


;DISPLAY ON/OFF
MOV     A,#0
MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4

MOV     A,#12
MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4

;ENTRY MODE SET
MOV     A,#0
MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4
MOV     A,#6
MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4

;CLR DISPLAY
```

```
MOV     A,#0
MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4
MOV     A,#1
MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4
LCALL   RETARDO
LCALL   RETARDO
LCALL   RETARDO
LCALL   RETARDO
RET
;FIN INICIALIZACION DEL DISPLAY



;*****************************************************
;    SUBRUTINA DE POSICIONAMIENTO DEL CURSOR LCD
;           LINEA DE COMANDO = 1DDD,DDDD
;       LA RAM (CURSOR) TOMA VALORES DE 0 A 15
;         HAY QUE TRADUCIR A DIRECCIONES LCD
;*****************************************************

MOVCURSOR:
PUSH    ACC
MOV     A,CURSOR
ANL     A,#00010000B    ;DETECTO VALORES >= 16
;                   SESENTAYCUATRO 64D = 40H = 0100 0000B
;                   CINCUENTAYSEIS 56D = 38H = 0011 1000B

CJNE    A,#00010000B,NOSUMO

MOV     A,CURSOR
ADD     A,#30H
LJMP    SUMADO
```

```
NOSUMO:
NOP
NOP
NOP
MOV     A,CURSOR
SUMADO:
ORL     A,#10000000B
MOV     AUXCURSOR,A

ANL     A,#11110000B
SWAP    A

MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4

MOV     A,AUXCURSOR
ANL     A,#00001111B

MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO

CLR     P1.4
LCALL   RETARDO
POP     ACC
RET
;***************** FIN DE RUTINA MOVCURSOR ******************

;********************SUBRUTINA CURSORON/BLINKON*************************
CUR1BLINK1:
MOV     A,#0
MOV     P1,A
SETB    P1.4
ACALL   RETARDO1
CLR     P1.4
MOV     A,#0FH
MOV     P1,A
SETB    P1.4
```

```
ACALL   RETARDO1
CLR     P1.4
ACALL   RETARDO1
RET
;********************SUBRUTINA CURSORON/BLINKOFF*************************
CUR1BLINK0:
MOV     A,#0
MOV     P1,A
SETB    P1.4
ACALL   RETARDO
CLR     P1.4
MOV     A,#0EH
MOV     P1,A
SETB    P1.4
ACALL   RETARDO
CLR     P1.4
ACALL   RETARDO
RET
;********************SUBRUTINA CURSOROFF/BLINKON*************************
CUR0BLINK1:
MOV     A,#0
MOV     P1,A
SETB    P1.4
ACALL   RETARDO
CLR     P1.4
MOV     A,#0DH
MOV     P1,A
SETB    P1.4
ACALL   RETARDO
CLR     P1.4
ACALL   RETARDO
RET
;********************SUBRUTINA CURSOROFF/BLINKOFF************************
CUR0BLINK0:
MOV     A,#0
MOV     P1,A
SETB    P1.4
ACALL   RETARDO
CLR     P1.4
MOV     A,#0CH
```

```
MOV     P1,A
SETB    P1.4
ACALL   RETARDO
CLR     P1.4
ACALL   RETARDO
RET



;********** SUBRUTINA PARA ENCENDIDO DE LEDS INDICADORES DE ESTADO *****

;LOS LEDS SE MANEJAN INDEPENDIENTEMENTE NUMERADOS DEL 0 AL 11 (12 LEDS)
;EN (LED) ESTA EL NUMERO DEL LED A PRENDER

LEDON:
;ESTRUCTURAR LA DIRECCION:

        MOV     A,LED           ;LEO EL # LED
        ANL     A,#00000111B
        MOV     DPL,A           ;DPL DE LA ADRESS DE LEDS

        MOV     A,LED
        ANL     A,#00001000B    ;DETECTO EL BIT MAS SIGNIFICATIVO
        RR      A               ;ROTO EL ACC.
        ORL     A,DPL
        MOV     DPL,A           ;LISTO DPL

        MOV     A,LED
        ANL     A,#00001000B    ;DETECTO EL BIT MAS SIGNIFICATIVO
        SWAP    A
        ORL     A,#60H          ;ARMO EL DPH DE LA ADRESS DE LEDS
        MOV     DPH,A


;ENCENDIDO DEL LED:

        MOV     A,#00H
        MOVX    @DPTR,A

        RET
```

```
;********** FIN SUBRUTINA DE ENCENDIDO DE LEDS ******************

;********** SUBRUTINA PARA APAGADO DE LEDS INDICADORES DE ESTADO *****

;LOS LEDS SE MANEJAN INDEPENDIENTEMENTE NUMERADOS DEL 0 AL 11 (12 LEDS)
;EN (LED) ESTA EL NUMERO DEL LED A APAGAR

LEDOFF:

;ESTRUCTURAR LA DIRECCION:

        MOV     A,LED                   ;LEO EL # LED
        ANL     A,#00000111B
        MOV     DPL,A                   ;DPL DE LA ADRESS DE LEDS

        MOV     A,LED
        ANL     A,#00001000B            ;DETECTO EL BIT MAS SIGNIFICATIVO
        RR      A                       ;ROTO EL ACC.
        ORL     A,DPL
        MOV     DPL,A                   ;LISTO DPL

        MOV     A,LED
        ANL     A,#00001000B            ;DETECTO EL BIT MAS SIGNIFICATIVO
        SWAP    A
        ORL     A,#60H                  ;ARMO EL DPH DE LA ADRESS DE LEDS
        MOV     DPH,A

;APAGADO DEL LED:

        MOV     A,#0FFH
        MOVX    @DPTR,A

        RET
;********** FIN SUBRUTINA DE APAGADO DE LEDS ******************
```

```
;*************** subrutina para escribir un caracter *******

PRINTCHAR:
MOV     A,CARACTER

SWAP    A
ANL     A,#0FH
ORL     A,#01000000B
MOV     P1,A
SETB    P1.4
ACALL   RETARDO
CLR     P1.4

MOV     A,CARACTER
ANL     A,#0FH
ORL     A,#01000000B
MOV     P1,A
SETB    P1.4
ACALL   RETARDO
CLR     P1.4
RET



;*****************SUBRUTINA PARA ESCRIBIR UN NUMERO EN LA POSICION***
;*********************************************DDRAM******************
;          EL NUMERO A ESCRIBIR ES UN DIGITO DECIMAL DE 0 A 9
;             ALMACENADO EN LA LOC. DE RAM (DIGITO)
PRINTDIG:
MOV     A,#30H
ADD     A,DIGITO
;-----------ACOMODO PARA BOTAR AL DISPLAY LCD PRIMEROS 4 BITS------
SWAP    A
ANL     A,#0FH
ORL     A,#01000000B
MOV     P1,A
SETB    P1.4
ACALL   RETARDO
CLR     P1.4
;-----------ACOMODO PARA BOTAR AL DISPLAY LCD SEGUNDOS 4 BITS------
```

```
MOV     A,#30H
ADD     A,DIGITO
ANL     A,#0FH
ORL     A,#01000000B
MOV     P1,A
SETB    P1.4
ACALL   RETARDO
CLR     P1.4
RET
;---------------------- FIN RUTINA PRINTDIG:-------------------------


;*****************************************************************
;    SUBRUTINA PARA COPIAR CONTENIDO DE EPROM AL DISPLAY LCD
;           SE COPIA DESDE LOCALIDAD BASELCD(ROMLCD).
;*****************************************************************

;       AUXLCD          MEMORIA TEMPORAL
;       CONTLCD         CONTADOR DE CARACTERES
;       ROMLCD          FILA DE LA ROM DESDE DONDE SE COPIA.
;-------------------------------------------------------

PROMLCD:


MOV     DPTR,#BASELCD       ;FIJO LA PAGINA DE ROM DE DISPLAY
MOV     A,ROMLCD            ;FILA DE LA PAGINA A COPIAR
MOV           B,#16
MUL           AB
ADD     A,DPL               ;ARMO EL DPTR EN LA FILA A COPIAR
MOV     DPL,A               ;LISTO EL DPTR.
MOV           A,B
ADDC    A,DPH
MOV     DPH,A


MOV     CONTLCD,#0FFH

COPYLCD:
INC     CONTLCD
```

```
;-----------------
MOV     R3,#0FH
RETTEST:
LCALL   RETARDO
DJNZ    R3,RETTEST
;-----------------

HALF:
MOV     A,CONTLCD
CJNE    A,#10H,OKCOPYLCD
FINROMLCD:
RET

OKCOPYLCD:
MOV     A,CONTLCD
MOVC    A,@A+DPTR           ;LEO LA ROM A COPIAR EN LCD
MOV     AUXLCD,A            ;ALMACENO EN (AUXLCD)
;-----------ACOMODO PARA BOTAR AL DISPLAY LCD PRIMEROS 4 BITS------
SWAP    A
ANL     A,#0FH
ORL     A,#01000000B
MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4
;-----------ACOMODO PARA BOTAR AL DISPLAY LCD SEGUNDOS 4 BITS------
MOV     A,AUXLCD
ANL     A,#0FH
ORL     A,#01000000B
MOV     P1,A
SETB    P1.4
LCALL   RETARDO
CLR     P1.4
;-------------------------------------------------------------------
LJMP    COPYLCD

;---------- FIN SUBRUTINA DE COPIADO DE ROM AL DISPLAY----------

BASELCD:
```

```
;        '0000000000111111
;        '0123456789012345
DB     ' TESIS DE GRADO '
DB     'PRESIONE TECLA 1'
DB     'PRESIONE TECLA 2'
DB     '       O TECLA 3       '
DB     ' OPCION PERSONAL'
DB     '                              '
DB     'TIEMPO DE LAVADO'
DB     'TIEMPO ENJUAGADO'
DB     ' INGRESE NIVEL  '
DB     '  NIVEL MINIMO  '
DB      '  NIVEL MEDIO       '
DB     '  NIVEL MAXIMO      '
DB      'TEMP. DE LAVADO '
DB      'TEMP. ENJUAGADO '
DB      'OPC. PREDEFINIDA'
DB      '  ROPA DELICADA '
DB      '   ROPA LIVIANA    '
DB      '   ROPA PESADA  '


;********** FIN SUBRUTINA DE COPIADO DE ROM AL DISPLAY**************




;
;***********************************************************
; RUTINA PARA MULTIPLICACION DE UN NUMERO DE 3 BYTES POR
; UNO DE DOS BYTES.
; MULT12,11,10 NUMERO DE 3
; MULT21,20 NUMERO DE DOS BYTES
; RMULT4,3,2,1,0  ALMACENA LA RESPUESTA DE LA MULTIPLICACION
; R5 Y R6 SON LOS CONTADORES DE LOS LAZOS DE MULTIPLICACION
;***********************************************************
;
MULTIPLICAR:
      PUSH    R0
      PUSH    R1
```

```
        PUSH    R5
        PUSH    R6

        MOV     RMULT0,#00H
        MOV     RMULT1,#00H
        MOV     RMULT2,#00H
        MOV     RMULT3,#00H
        MOV     RMULT4,#00H

        MOV     R0,#MULT10      ;DIRECCION DEL NUMERO 1
        MOV     R1,#MULT20      ;DIRECCION DEL NUMERO 2
        MOV     AUX1,#RMULT0    ;DIRECCION DEL RESULTADO
        MOV     R5,#02H
MULTI1:
        MOV     R6,#03H
MULTI2:
        MOV     A,@R0
        MOV     B,@R1
        MUL     AB
        PUSH    0               ;ALMACENA DIRECCION DEL NUMERO 1
        CLR     C
        MOV     R0,AUX1         ;CARGA EN R0 DIRECCION DEL RESULTADO
        ADD     A,@R0
        MOV     @R0,A           ;ALMACENA RESULTADO
        DEC     R0              ;INCREMENTA PUNTERO DE DIREC. RESULTADO
        MOV     A,B
        ADDC    A,@R0
        MOV     @R0,A           ;ALMACENA RESULTADO
        MOV     AUX1,R0         ;ALMACENA DIRECCION DE RESULTADO
        POP     0               ;RECUPERA DIRECCION DEL NUMERO 1
        DEC     R0              ;INCREMENTA PUNTERO DE DIREC. NUMERO 1
        DJNZ    R6,MULTI2
        INC     R0              ;RECUPERA LA DIRECCION DEL BYTE
        INC     R0              ;MENOS SIGNIFICATIVO DEL
        INC     R0              ;NUMERO 1
        DEC     R1              ;DIRECCION DEL SIGUIENTE BYTE DEL NUMERO 2
        INC     AUX1            ;POSICIONA EL CONTADOR DE DIRECCION DEL
        INC     AUX1            ;RESULTADO PARA REALIZAR LAS SUMAS.
        DJNZ    R5,MULTI1
        POP     R6
```

```
        POP     R5
        POP     R1
        POP     R0
        RET

;*************************************************

; RUTINA PARA TRANSFORMAR UN NUMERO DE TRES BYTES BINARIOS A SU
; EQUIVALENTE BCD QUE SE ENCUENTRA EN AUX2,1,0
; EL RESULTADO SE ALMACENA EN LAS LOCALIDADES:
; BCD3, BCD2, BCD1, BCD0
;*************************************************************
;
BCDCONVERT:
; Trabaja con el banco 1 de registros, por lo tanto
; el banco 0 no se altera.

        SETB    RS0             ;CAMBIO BANCO 1

        CLR     RS1
        MOV     BCD0,#00H       ;INICIALIZA EN CERO LAS
        MOV     BCD1,#00H       ;LOCALIDADES DONDE SE GUARDA EL
        MOV     BCD2,#00H       ;NUMERO EN BCD
        MOV     BCD3,#00H
        MOV     DPTR,#TABLABCD  ;DIRECCION DE TABLA DE TRANSFORMACION
        MOV     R2,#96          ;CONTADOR DE DATOS PARA CONVERSION
        MOV     A,AUX2          ;BYTE MAS SIGNIFICATIVO
BCDCONV1:
        MOV     R3,#08H
        CLR     C
BCDCONV2:
        RLC     A               ;ROTA IZQ. CON CARRY
        PUSH    ACC
        JC      BCDCONV3
        PUSH    0AH
        MOV     R2,#03H         ;LSB DE DATO 00H
        MOV     R0,#BCD0
        MOV     R4,#04H         ;NUMERO DE BYTES EN BCD
        LCALL   SUMBCD
        POP     0AH
```

```
        DEC     R2
        DEC     R2
        DEC     R2
        DEC     R2
        LJMP    BCDCONV4
BCDCONV3:
        MOV     R0,#BCD0
        MOV     R4,#04H
        LCALL   SUMBCD

BCDCONV4:
        POP     ACC
        DJNZ    R3,BCDCONV2
        MOV     A,AUX1
        CJNE    R2,#32,BCDCONV5
        MOV     A,AUX0
BCDCONV5:
        CJNE    R2,#00H,BCDCONV1

        CLR     RS0             ;REGRESO AL BANCO 0
        RET
SUMBCD:
        CLR     C
SUMBCD1:
        MOV     A,R2
        MOVC    A,@A+DPTR
        ADDC    A,@R0
        DA      A
        MOV     @R0,A
        DEC     R0
        DEC     R2
        DJNZ    R4,SUMBCD1
        RET

TABLABCD:
        DB      00H,00H,00H,00H,01H,00H,00H,00H,02H,00H,00H,00H,04H
        DB      00H,00H,00H,08H,00H,00H,00H,16H,00H,00H,00H,32H
        DB      00H,00H,00H,64H,00H,00H,01H,28H,00H,00H,02H,56H
        DB      00H,00H,05H,12H,00H,00H,10H,24H,00H,00H,20H,48H
        DB      00H,00H,40H,96H,00H,00H,81H,92H,00H,01H,63H,84H
```

```
      DB      00H,03H,27H,68H,00H,06H,55H,36H,00H,13H,10H,72H
      DB      00H,26H,21H,44H,00H,52H,42H,88H,01H,04H,85H,76H
      DB      02H,09H,71H,52H,04H,19H,43H,04H,08H,38H,86H,08H

;**********************FIN RUTINA BCDCONVERT*********************




;*****************************************************************

;*************** RUTINA DE ATENCION A LA INTERRUPCION EXTERNA 1 ****

;************************************************
; DETERMINA QUE TECLA FUE PRESIONADA, NO INCLUYE LA OPCION
; DE COMBINACIONES DE TECLAS, PERO SE LO PUEDE HACER
; GUARDA EL DATO EN DEX1, LA PRIMERA DE LA IZQUIERDA
; ES LA TECLA 1, 2 ,3, 4, 5, 6 HACIA LA DERECHA
;************************************************
EXINT1:
PUSH    ACC
MOV     A,PSW
PUSH    ACC
CLR     EX1
SETB    BEX1
LCALL   RETARDO
MOV     DPTR,#SW07

MOVX    A,@DPTR             ;LEO LOS PULSANTES
MOV     DPTR,#TABTECLA
MOVC    A,@A+DPTR
MOV     DEX1,A
POP     ACC
MOV     PSW,A
POP     ACC
RETI
```

```
TABTECLA:
;     '0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  1  1  1  1  1  1
;     '0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  0  1  2  3  4  5
DB      00H,01H,02H,00H,03H,00H,00H,00H,04H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H
DB      05H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H,00H
DB      06H



END
```

Anexo B.

Hoja de datos del DALLAS DS5000.

Anexo B\5000.PDF

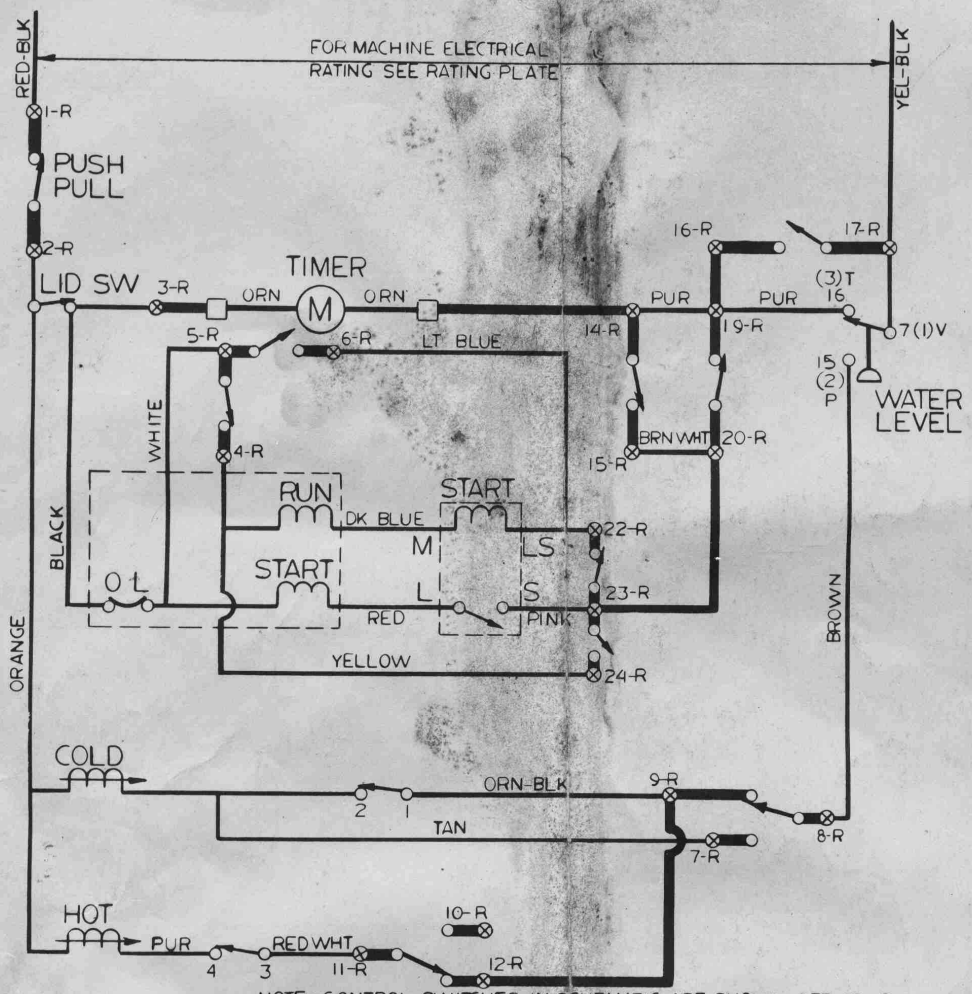
Anexo C.

Hoja de datos de los componentes utilizados.

Anexo C\74ls244.pdf
Anexo C\74LS373.PDF
Anexo C\DM74LS138.pdf
Anexo C\MOC3041-M.pdf

Anexo D.

Diagramas de tiempos y tablas de cálculo.



NOTE: CONTROL SWITCHES IN SCHEMATIC ARE SHOWN SET AT 12 MIN. TIME ON THE CAM CHART. MANUAL SWITCHES IN SCHEMATIC ARE SHOWN SET FOR WARM WASH, COLD RINSE AND NORMAL WASH, SPIN SPEED NUMBERS AND LETTERS INDICATE CORRESPONDING COMPONENT TERMINAL DESIGNATIONS. HEAVY LINES INDICATE BUSSING INSIDE TIMER.

○ SWITCH CONTACT

⊗ TIMER SW TERM

□ BUSS TERM

OPEN	
CLOSED	■

TEMP. SW	TERMINALS	
WASH/RINSE	1-2	3-4
HOT/COLD		■
WARM/COLD	■	■
COLD/COLD	■	

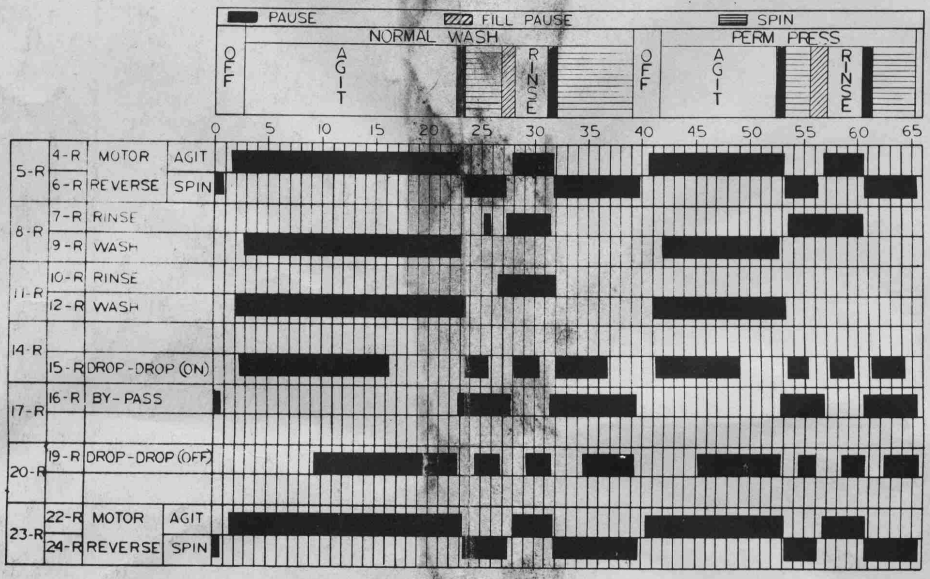
WATER LEVEL SWITCH

BEFORE DISCONNECTING HOSE FROM WATER LEVEL SWITCH BE SURE WATER LEVEL IN MACHINE IS BELOW BOTTOM OF WASH BASKET. AFTER RECONNECTING HOSE, PUT MACHINE IN SPIN FOR AT LEAST ONE MINUTE BEFORE CHECKING OPERATION OF SWITCH.

CAUTION: TO SERVICE MACHINE

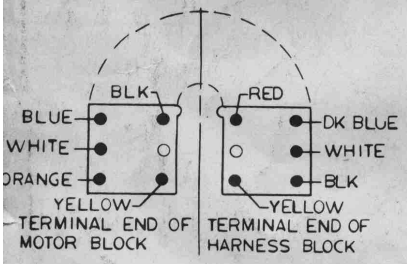
963D760 050 REV.-39

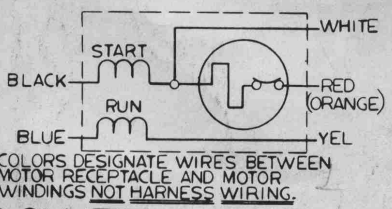
PUB. NO.-31-1945



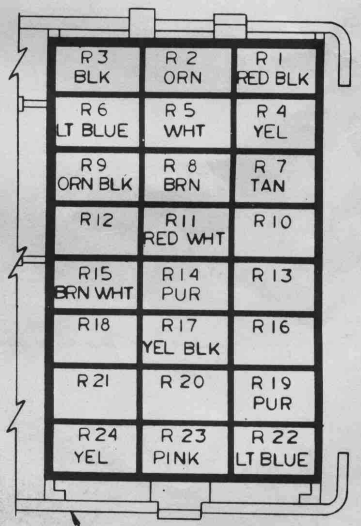
CAUTION: THIS MACHINE MUST BE ELECTRICALLY GROUNDED

IT CAN BE GROUNDED THRU THE GROUNDING LEAD IN THE 3 PRONG POWER CORD, IF PLUGGED INTO A PROPERLY GROUNDED APPLIANCE OUTLET OR THRU A SEPEPATE NO. 18 OR LARGER WIRE FROM THE CABINET TO AN ESTABLISHED GROUND. IN ALL CASES THE GROUNDING METHOD MUST COMPLY WITH ANY LOCAL ELECTRICAL CODE REQUIREMENTS.





COLORS DESIGNATE WIRES BETWEEN MOTOR RECEPTACLE AND MOTOR WINDINGS NOT HARNESS WIRING.



NOTE: AS SEEN LOOKING AT TIMER MOTOR WITH SHAFT DOWN.

POWER MUST BE DISCONNECTED.

SH. NO.-145

CAUTION: TO SERVICE MACHINE, P

CAUTION:
THIS MACHINE MUST BE ELECTRICALLY GROUNDED.

IT CAN BE GROUNDED THRU THE GROUNDING LEAD IN THE 3-PRONG POWER CORD, IF PLUGGED INTO A PROPERLY GROUNDED APPLIANCE OUTLET OR THRU A SEPARATE NO. 18 OR LARGER WIRE FROM THE CABINET TO AN ESTABLISHED GROUND. IN ALL CASES, THE GROUNDING METHOD MUST COMPLY WITH ANY LOCAL ELECTRICAL CODE REQUIREMENTS.

IMPORTANT – RECONNECT ALL GROUNDING DEVICES

ALL PARTS OF THIS APPLIANCE LIABLE TO CONDUCT ELECTRICAL CURRENT ARE GROUNDED. IF GROUNDING WIRES, SCREWS, STRAPS, CLIPS, NUTS OR WASHERS USED TO COMPLETE A PATH TO GROUND ARE REMOVED FOR SERVICE, THEY MUST BE RETURNED TO THEIR ORIGINAL POSITION AND PROPERLY FASTENED.

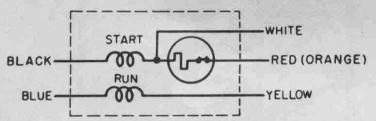
IMPORTANT SAFETY NOTICE

THIS INFORMATION IS INTENDED FOR USE BY INDIVIDUALS POSSESSING ADEQUATE BACKGROUNDS OF ELECTRICAL, ELECTRONIC AND MECHANICAL EXPERIENCE. ANY ATTEMPT TO REPAIR A MAJOR APPLIANCE MAY RESULT IN PERSONAL INJURY AND PROPERTY DAMAGE. THE MANUFACTURER OR SELLER CANNOT BE RESPONSIBLE FOR THE INTERPRETATION OF THIS INFORMATION, NOR CAN IT ASSUME ANY LIABILITY IN CONNECTION WITH ITS USE.

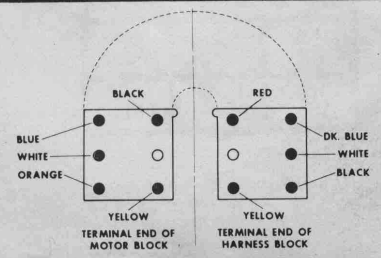
WATER LEVEL SWITCH

BEFORE DISCONNECTING HOSE FROM WATER LEVEL SWITCH, BE SURE WATER LEVEL IN MACHINE IS BELOW BOTTOM OF WASH BASKET. AFTER RECONNECTING HOSE, PUT MACHINE IN SPIN FOR AT LEAST ONE MINUTE BEFORE CHECKING OPERATION OF SWITCH.

MOTOR SCHEMATIC



COLORS DESIGNATE WIRES BETWEEN MOTOR RECEPTACLE AND MOTOR WINDINGS. NOT HARNESS WIRING.



TIMER

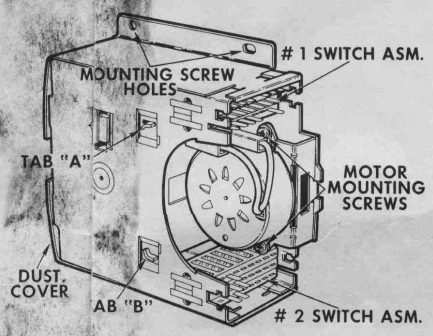


Figure 1
Before removing dust cover note position of all tabs and offset on the cover.

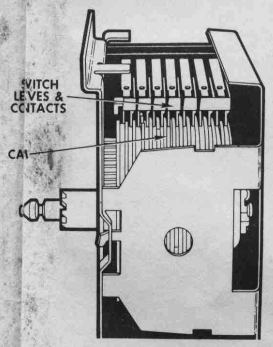


Figure 2
Figure 2shows the correct position of the switch leaves relative to the cam. If the leaves are cocked and not riding squarely in the cam tracks, lift the ends of the leaves with your finger tips and let fall back into correct position.

REPLACMENT PARTS

Complete Timer – See Parts Catalog
#1 Switch Asm WH12X631
#2 Switch Asm WH12X632
Timer Motor. . . . . See Parts Catalog

Ground Path Resistance . . . . . .1 Ohm Max.
Leakage Current . . . . . .75 mA Max.

AGITATOR TO BASK

The clearance should be a shim is installed in the fa support to achieve the prop agitator to basket clearan removing the shim washer.

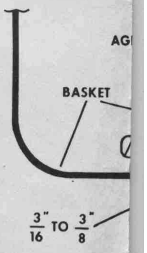


Figure 1 – Agitator to Bask

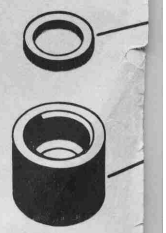
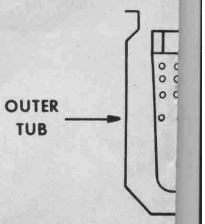


Figure 2 – Agitator Suppor

TUB-TO-BAS

The tub-to-basket gap is co cable and should not be l Center the agitator in the the gap with a nail, ice pic inserting it through the b Take measurements at 3, 6 the washer and average the

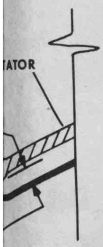


Full flow pump drain load, 60 Hz.
Standard Capacity
Large Capacity

OWER MUST BE DISCONNECTED !

ET CLEARANCES

shown in Figure 1. A tory inside the agitator r gap see Figure 2. The e may be reduced by



t Clearance

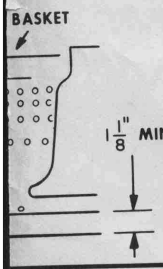
SHIM WASHER
WH2X42
$\frac{3}{32}$" THICK

AGITATOR SUPPORT

t Asm.(WH1X1986)

KET GAP

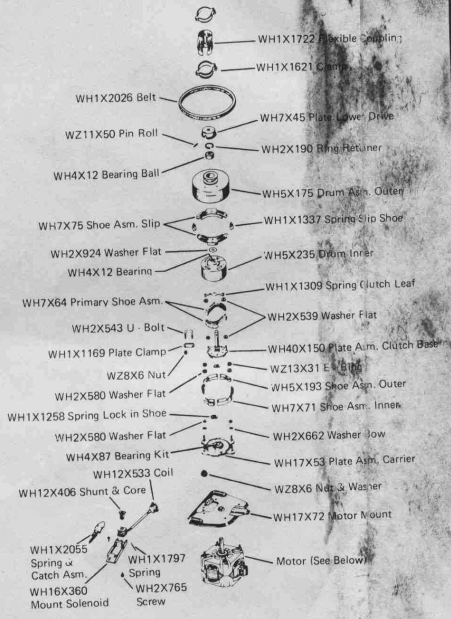
ntrolled by the suspension ess than 1-1/8" as shown. cover opening and measure k, or other small device by ottom holes of the basket. , & 9 O'Clock when facing results.



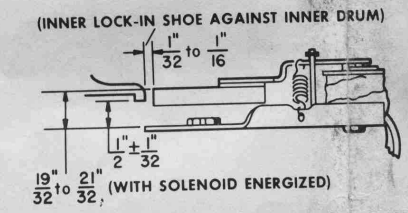
out time full level, no

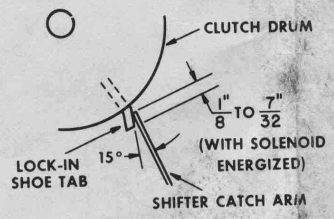
95 seconds
110 seconds

TWO SPEED CLUTCH - 60 HZ.

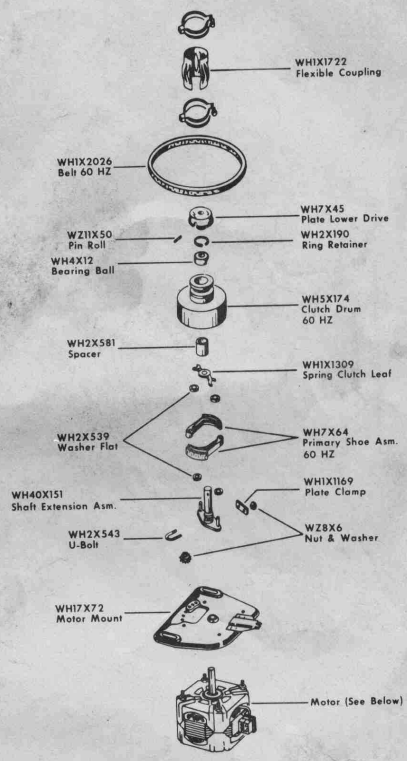


SHIFTER ADJUSTMENT





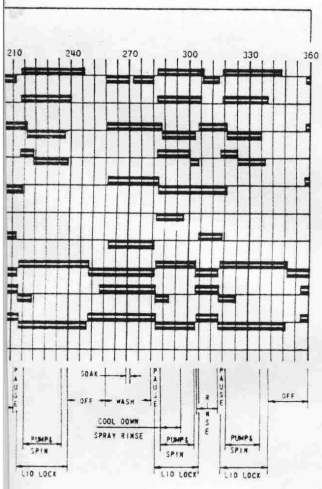
SINGLE SPEED CLUTCH - 60 HZ.

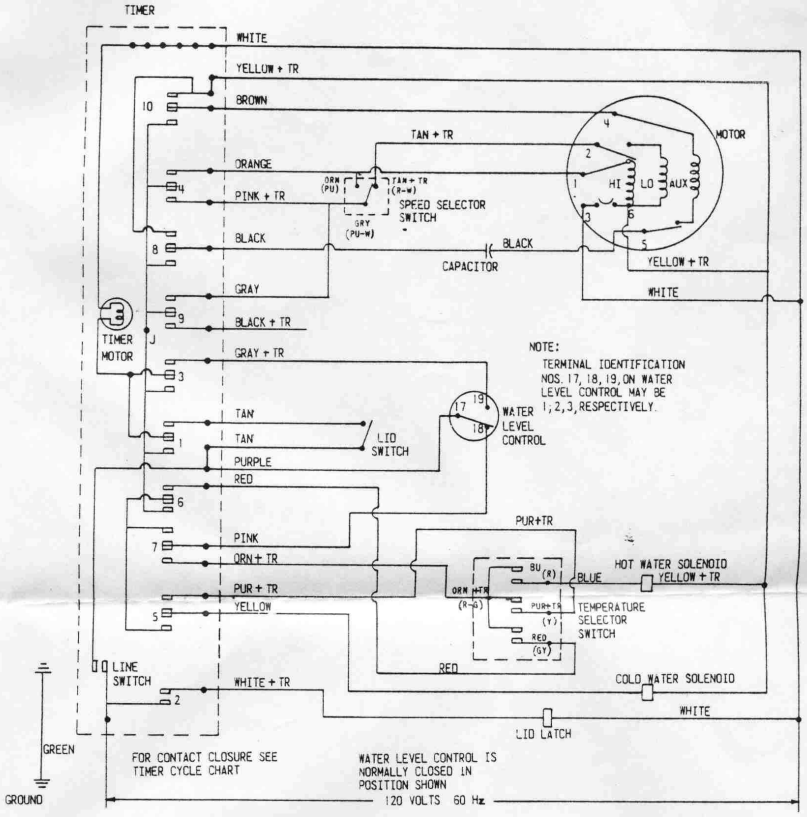


REPLACEMENT PARTS

Motor - 1/3 HP, 60 Hz. 115 V	WH20X51
Relay - 1/3 HP, 60 Hz, 115V	WH12X235
Motor - 1/2 HP, 60 Hz, 115 V.	WH20X52
Relay - 1/2 HP, 60 Hz, 115 V.	WH12X468
Transmission - Standard Capacity	WH38X38
- Large Capacity	WH38X39
Transmission Boot	WH8X246
Upper Clamp	WH1X1292
Lower Clamp	WH1X1580
Pump - Recirculating	WH23X42
Inlet Valve	WH13X62
Plastic Inlet	WH41X132
Valve Hose	WH41X99
Friction Pad	WH1X1952
Yoke Clamp	WH1X1862

ram

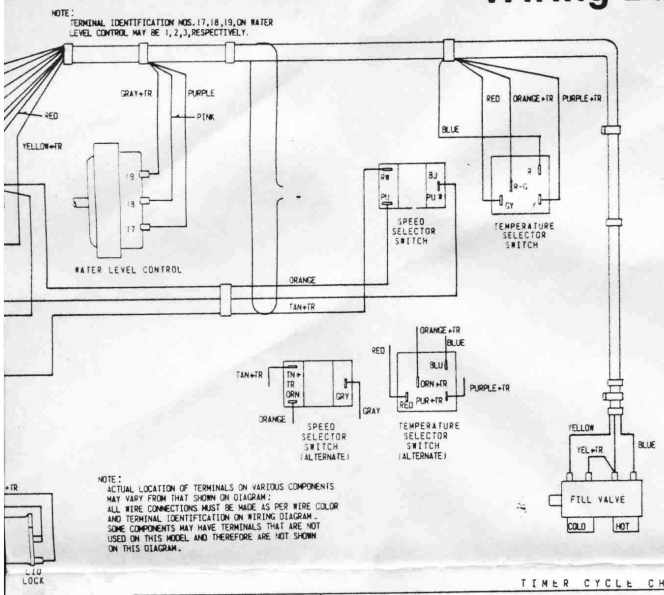




CAUTION

Disconnect apparatus from electric power supply before servicing or removing any panels.

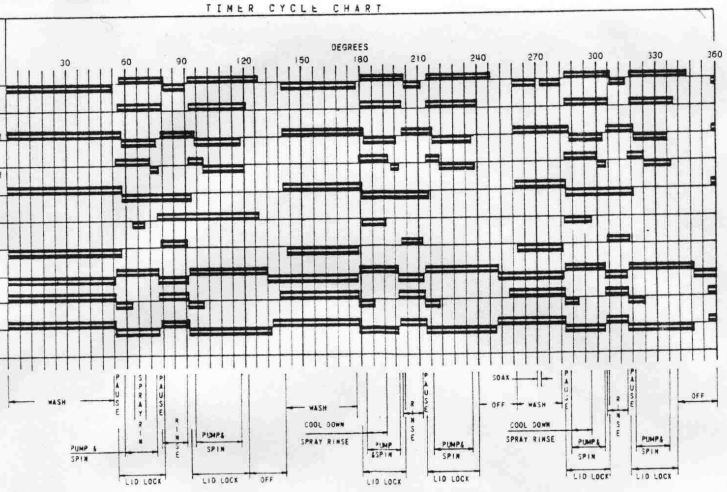
Wiring Diagram



NOTE:
ACTUAL LOCATION OF TERMINALS ON VARIOUS COMPONENTS MAY VARY FROM THAT SHOWN ON DIAGRAM; ALL WIRE CONNECTIONS MUST BE MADE AS PER WIRE COLOR AND TERMINAL IDENTIFICATION ON WIRING DIAGRAM. SOME COMPONENTS MAY HAVE TERMINALS THAT ARE NOT USED ON THIS MODEL AND THEREFORE ARE NOT SHOWN ON THIS DIAGRAM.

TIMER CYCLE CHART

CAM NO.	FUNCTION & CIRCUIT	
1	TOP SPIN PATH	TM — TAN
	BOT AGITATE	TM — J
2	TOP LID LATCH	HOT L — WHT+TR
	BOT	
3	TOP AGITATE	TM — GRY+TR
	BOT SPIN	TM — J
4	TOP ASSURED SPIN	J — ORN
	BOT CHOSEN SPEED	J — PNK+TR
5	TOP WASH WATER	PUR+TR — YEL
	BOT RINSE WATER	TEST — YEL
6	TOP RINSE WATER	RED — TEST
	BOT SPRAY RINSE	J — TEST
7	TOP RINSE WATER	TEST — PNK
	BOT WASH WATER	ORN+TR — PNK
8	TOP SPIN PHASE	BLK — YEL+TR
	BOT AGITATE	BLK — J
9	TOP AGITATE	GRY — J
	BOT NOT USED	BLK+TR — J
10	TOP AGITATE	BRN — YEL+TR
	BOT SPIN	BRN — J



CONTACTS CLOSED ELECTRICALLY CONNECTED

3° ROTATION = 1 MINUTE

TEMPERATURE SELECTOR SWITCH

FUNCTION		CIRCUIT — ORANGE + TR (R-G)		
WASH	RINSE	TO BLUE (R)	TO PUR+TR (Y)	TO RED (GY)
HOT	COLD	X		
HOT	WARM	X		X
COLD	COLD		X	X
WARM	COLD	X	X	

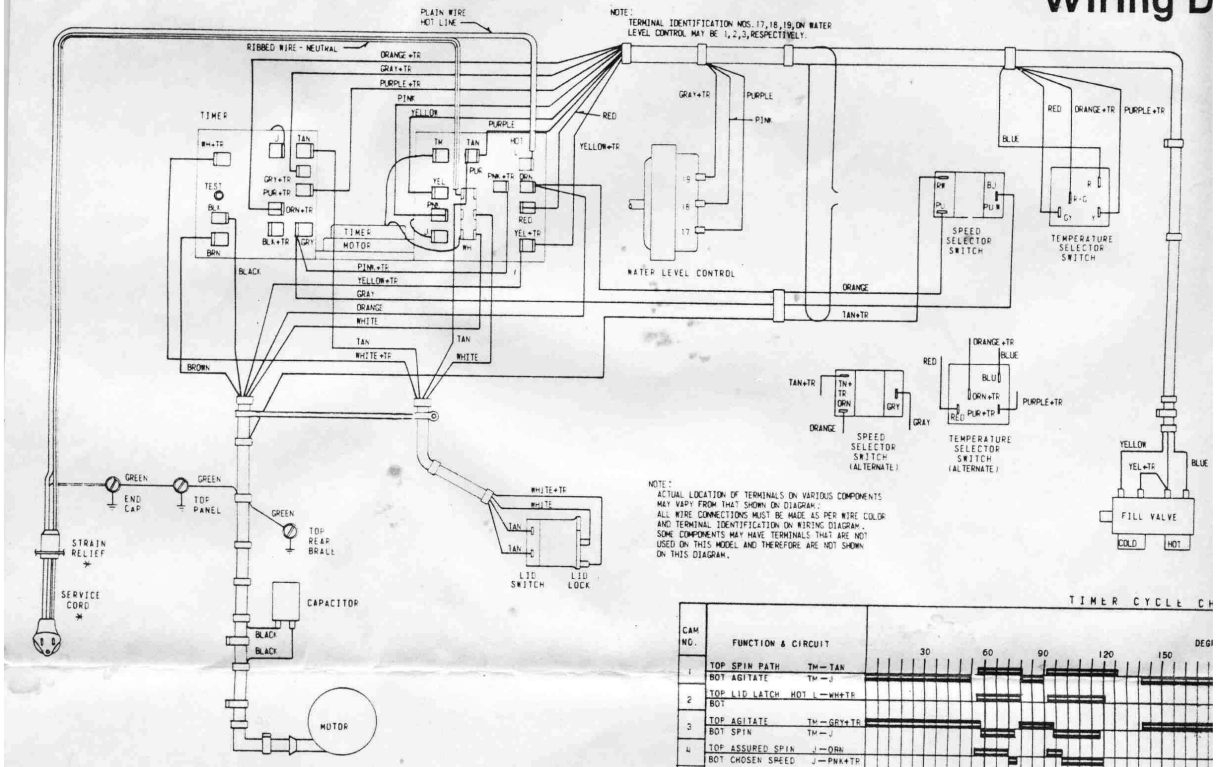
SPEED SELECTOR SWITCH

FUNCTION		CIRCUIT — GRAY (PU-W)	
AGITATE	SPIN	TO ORN (PU)	TO TAN+TR (R-W)
GENTLE	SLOW		X
NORMAL	NORMAL	X	

GREEN

GROUND

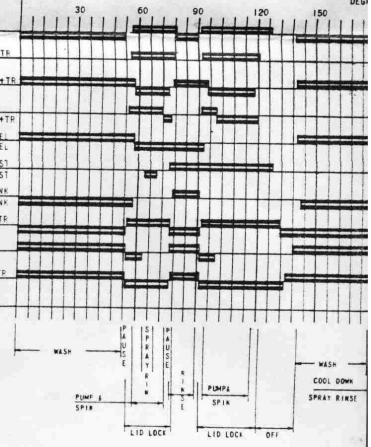
Wiring D



NOTE:
ACTUAL LOCATION OF TERMINALS ON VARIOUS COMPONENTS MAY VARY FROM THAT SHOWN ON DIAGRAM.
ALL WIRE CONNECTIONS MUST BE MADE AS PER WIRE COLOR AND TERMINAL IDENTIFICATION ON WIRING DIAGRAM.
SOME COMPONENTS MAY HAVE TERMINALS THAT ARE NOT USED ON THIS MODEL AND THEREFORE ARE NOT SHOWN ON THIS DIAGRAM.

TIMER CYCLE CH

CAM NO.	FUNCTION & CIRCUIT	
1	TOP SPIN PATH	TM — TAN
	BOT AGITATE	TM — J
2	TOP LID LATCH	HOT L — WH+TR
	BOT	
3	TOP AGITATE	TM — GRY+TR
	BOT SPIN	TM — J
4	TOP ASSURED SPIN	J — ORN
	BOT CHOSEN SPEED	J — PNK+TR
5	TOP WASH WATER	PUR+TR — YEL
	BOT RINSE WATER	TEST — YEL
6	TOP RINSE WATER	RED — TEST
	BOT SPRAY RINSE	J — TEST
7	TOP RINSE WATER	TEST — PNK
	BOT WASH WATER	ORN+TR — PNK
8	TOP SPIN PHASE	BLK — YEL+TR
	BOT AGITATE	BLK — J
9	TOP AGITATE	GRY — J
	BOT NOT USED	BLK+TR — J
10	TOP AGITATE	BRN — YEL+TR
	BOT SPIN	BRN — J



CONTACTS CLOSED ELECTRICALLY CONNECTED

3" ROTATION = 1 MINUTE

TEMPERATURE SELECTOR SWITCH

FUNCTION		CIRCUIT — ORANGE + TR (R-G)		
WASH	RINSE	TO BLUE (R)	TO PUR+TR (Y)	TO RED (GY)
HOT	COLD	X		
HOT	WARM	X		X
COLD	COLD		X	X
WARM	COLD	X	X	

SPEED SELECTOR SWITCH

FUNCTION		CIRCUIT — GRAY (PU-W)	
AGITATE	SPIN	TO ORN (PU)	TO TAN+TR (R-W)
GENTLE	SLOW		X
NORMAL	NORMAL	X	

PUESTA A TIERRA

Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Calibre del conductor mayor de la acometida interior o su equivalente para conductores en paralelo		Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra	
Cobre	Aluminio o aluminio cobrizado	Cobre	Aluminio o aluminio cobrizado
2 ó menor	1/0 ó menor	8	6
1 ó 1/0	2/0 ó 3/0	6	4
2/0 ó 3/0	4/0 ó 250	4	2
Mayor de 3/0 a 250	Mayor de 250 a 500	2	1/0
Mayor de 250 a 600	Mayor de 500 a 900	1/0	3/0
Mayor de 600 a 1 100	Mayor de 900 a 1 750	2/0	4/0
Mayor de 1 100	Mayor de 1 750	3/0	250

PUESTA A TIERRA

Calibre de los conductores para puesta a tierra de canalizaciones y equipos

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado antes del equipo, tubería, etc.	Calibre del conductor de puesta a tierra	
No mayor de (amperios)	Alambre de cobre Calibre	Alambre de aluminio o de aluminio cobrizado Calibre
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
400	2	1
600	1	2/0
800	0	3/0
1 000	2/0	4/0
1 200	3/0	250
1 600	4/0	350
2 000	250	600
2 500	350	500
3 000	400	600
4 000	500	800
5 000	700	1 000
6 000	800	1 200

METODOS DE INSTALACION

Recubrimientos mínimos, 0 a 600 voltios

(El recubrimiento se define como la distancia entre la superficie superior de un cable, directamente enterrado, un tubo u otra canalización aprobada para el uso, o un canal y el nivel del suelo)

Tipo de instalación	Recubrimiento mínimo cm
Cables enterrados directamente	61
Tubos rígidos metálicos	15
Tubos intermedios metálicos	15
Tubos rígidos no metálicos aprobados para ser enterrados directamente, sin ser embutidos en concreto	46
Otras canalizaciones aprobadas*	46

* NOTA.— Las canalizaciones aprobadas para ser enterradas solamente embutidas en concreto deben requerir una envoltura de concreto de espesor no menor de 5 cm.

FULL-LOAD CURRENT IN AMPERES
SINGLE-PHASE ALTERNATING CURRENT MOTORS

HP	115V	200V	208V	230V
1/6	4.4	2.5	2.4	2.2
1/4	5.8	3.3	3.2	2.9
1/3	7.2	4.1	4.0	3.6
1/2	9.8	5.6	5.4	4.9
3/4	13.8	7.9	7.6	6.9
1	16	9.2	8.8	8.0
1-1/2	20	11.5	11	10
2	24	13.8	13.2	12
3	34	19.6	18.7	17
5	56	32.2	30.8	28
7-1/2	80	46	44	40
10	100	57.5	55	50

The voltages listed are rated motor voltages. The listed currents are for system voltage ranges of 110 to 120 and 220 to 240.

CABLES Y ALAMBRES DE COBRE SEMI-DURO Y SUAVE

Sección Aprox.	Calibre	Construccion	Diámetro Aprox.	Peso Aprox.	Capacidad (*)	SUAVE	SEMI -- DURO	
						Resistencia a 20°C y c. c.	Tensión de Ruptura	Resistencia a 20°C y c. c.
mm²	AWG o MCM	Nº x mm	mm	Kg/Km	Amp.	Ω/Km	Kg	Ω/Km
2.1	14	1 x 1.63	1.63	18.45	30	8.28	76	8.46
3.3	12	1 x 2.05	2.05	29.47	40	5.21	119	5.33
5.3	10	1 x 2.59	2.59	46.77	55	3.277	186	3.356
8.4	8	1 x 3.26	3.26	74.38	70	2.061	292	2.110
13.3	6	1 x 4.11	4.11	118.2	100	1.297	459	1.328
8.4	8 -- 7h	7 x 1.23	3.69	73.9	70	2.102	277	2.152
13.3	6 -- "	7 x 1.55	4.65	120.0	100	1.322	424	1.354
21.1	4 -- "	7 x 1.96	5.88	191.8	130	0.832	682	0.852
33.6	2 -- "	7 x 2.47	7.41	304.9	175	0.523	1071	0.536
53.5	1/0 -- "	7 x 3.12	9.36	484.9	235	0.329	1680	0.337
67.4	2/0 -- "	7 x 3.50	10.50	611.4	275	0.261	2105	0.267
85.0	3/0 -- "	7 x 3.93	11.79	771.0	320	0.207	2636	0.212
107.2	4/0 -- "	7 x 4.42	13.26	972.3	360	0.164	3297	0.168
53.5	1/0 -- 19h	19 x 1.80	9.45	484.9	235	0.329	1725	0.337
67.4	2/0 -- "	19 x 2.12	10.60	611.4	275	0.261	2162	0.267
85.0	3/0 -- "	19 x 2.38	11.95	771.0	320	0.207	2709	0.212
107.2	4/0 -- "	19 x 2.68	13.40	972.3	360	0.164	3392	0.168
126.6	250 -- 37h	37 x 2.09	14.62	1157.9	400	0.139	4061	0.142
152.0	300 -- "	37 x 2.29	16.08	1389.5	490	0.116	4872	0.119
177.4	350 -- "	37 x 2.47	17.30	1622	510	0.0991	5647	0.1015
202.7	400 -- "	37 x 2.64	18.49	1853	555	0.0868	6414	0.0889
253.4	500 -- "	37 x 2.95	20.65	2316	630	0.0694	7961	0.0711
304.0	600 -- "	37 x 3.23	22.63	2780	710	0.0578	10300	0.0592
354.7	700 -- 61h	61 x 2.72	24.48	3242	780	0.0496	11378	0.0508
380.0	750 -- "	61 x 2.82	25.35	3474	810	0.0463	12021	0.0474
405.4	800 -- "	61 x 2.91	26.17	3705	845	0.0434	12369	0.0444
506.7	1000 -- "	61 x 3.25	29.26	4632	965	0.0347	15980	0.0355
760.0	1500 -- "	61 x 3.98	35.82	6900	1215	0.0231	23845	0.0237

APLICACIONES:
Conductores para líneas aéreas o para "puesta a tierra"

* Capacidad basada en NEC (U.S.A.) Edición 1978, para un sólo conductor al aire libre y una temperatura ambiente de 30° C.

TW — COBRE — 600V — 60ºC

Conductor				Espesor de Aislamiento	Diámetro Exterior Aprox.	Peso Total Aprox.	Capacidad (*)
Sección Aprox.	Calibre	Diámetro Aprox.	Peso Aprox.				
mm²	AWG o MCM	mm	Kg/Km	mm	mm	Kg/Km	Amp.
2.1	14—Sólido	1.63	18.45	0.76	3.15	27.0	15
3.3	12— "	2.05	29.47	0.76	3.57	39.4	20
5.3	10— "	2.59	46.77	0.76	4.11	58.6	30
8.4	8— "	3.26	74.38	1.14	5.54	87.7	40
13.3	6— "	4.11	118.20	1.52	7.15	138.1	55
8.4	8— 7h	3.69	73.9	1.14	5.97	104.4	40
13.3	6— "	4.65	120.0	1.52	7.69	169.9	55
21.1	4— "	5.88	191.8	1.52	8.92	231.5	70
33.6	2— "	7.41	304.9	1.52	10.45	329.8	95
53.5	1/0— "	9.36	484.9	2.03	13.42	465.0	125
67.4	2/0— "	10.50	611.4	2.03	14.56	744.0	145
85.0	3/0— "	11.79	771.0	2.03	15.85	920.9	165
107.2	4/0— "	13.26	972.3	2.03	17.32	1163.9	195
53.5	1/0— 19h	9.45	484.9	2.03	13.51	598.5	125
67.4	2/0— "	10.60	611.4	2.03	14.66	739.0	145
85.0	3/0— "	11.95	771.0	2.03	16.01	918.0	165
107.2	4/0— "	13.40	972.3	2.03	17.46	1133.5	195
126.6	250— 37h	14.62	1157.9	2.41	19.44	1362.3	215
152.0	300— "	16.08	1389.5	2.41	20.92	1613.3	240
177.4	350— "	17.30	1622	2.41	22.12	1864.4	260
202.7	400— "	18.49	1853	2.41	23.31	2112.8	280
253.4	500— "	20.65	2316	2.41	25.47	2666	320
304.0	600— "	22.63	2780	2.79	28.21	3149	355
354.7	700— 61h	24.48	3242	2.79	30.06	3641	385
380.0	750— "	25.35	3474	2.79	30.93	3888	400
405.4	800— "	26.17	3705	2.79	31.75	4134	410
506.7	1000— "	29.26	4632	2.79	34.84	5137	455

APLICACIONES:
Cables o Alambres para edificaciones hasta 600 V. C. A.
El aislamiento del tipo TW es PVC termoplástico, resistente a la humedad, no propaga la llama y adecuado para una temperatura máxima del conductor de 60ºC.