ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

AUTOMATIZACIÓN DE UN CUADRIMODULAR GIROX

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

GEOVANNY WLADIMIR AGUALONGO MAYORGA
FREDDY PAÚL QUINATOA NARVÁEZ

ghova_agm@hotmail.com
quina0780@hotmail.com

DIRECTOR: ING. ALFREDO ARCOS

alf14red@hotmail.com

Quito, febrero 2015

DECLARACIÓN

Nosotros, Geovanny Wladimir Agualongo Mayorga y Freddy Paúl Quinatoa Narváez, 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.

Geovanny Wladimir Agualongo Mayorga

Freddy Paúl Quinatoa Narváez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Geovanny Wladimir Agualongo Mayorga y Freddy Paúl Quinatoa Narváez, bajo mi supervisión.

Ing. Alfredo Arcos Lara
DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación va dedicado a Dios y a toda mi familia, muy especialmente a mi esposa e hijos y a todos los que han formado parte de mi vida, los que han compartido momentos agradables y momentos tristes, los que me han hecho creer y valorar cada instante de mi ser, a quienes siempre estarán en mi corazón y nunca olvidaré.

Geovanny Wladimir Agualongo Mayorga

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación va dedicado a Dios, a mis padres, a mis hermanas, a mis amigos, muy especialmente a mi compañero de proyecto con quién eh pasado muchos obstáculos y adversidades, a mi director de proyecto y a todos los ingenieros que me impartieron sus conocimientos en fin a todos los que han compartido momentos agradables y momentos tristes, los que me han dado la fortaleza necesaria para seguir adelante y que sus palabras y acciones siempre estarán presentes en mí.

Freddy Paúl Quinatoa Narváez

ÍNDICE

DECLARACIÓN ii
CERTIFICACIÓN iii
DEDICATORIA iv
DEDICATORIA v
ÍNDICE vi
RESUMEN x
PRESENTACIÓN xi
CAPÍTULO 1 1
MARCO TEÓRICO 1
1.1 INTRODUCCIÓN 1
1.2 TIPOS DE SILLONES ODONTOLÓGICOS 1
1.2.1 MODELO ICE'S NEUMÁTICO 1
1.2.1.1 Características 2
1.2.1.2 Unidad Auxiliar 3
1.2.1.3 Especificaciones técnicas 4
1.2.2 ADVANCED I 5
1.2.2.1 Características. 5
1.2.2.2 Equipo Auxiliar. 6
1.2.2.3 Movimientos suaves. 8
1.2.2.4 Piezas opcionales 8
1.3 TRIMODULARES Y CUADRIMODULARES 9
1.3.1 SIMPHONY 9
1.3.1.1 Características 10
1.3.1.2 Área Húmeda 10
1.3.1.2 Módulo de Instrumentos. 11
1.3.2 MÓDULO SYMPHONY DE CARRO 12
1.3.2.1 Dos salidas de alta y una de baja. 12
1.3.2.2 Jeringa triple. 13
1.3.2.3 Negatoscopio 13
1.3.2.4 Carro móvil. 14
1.3.2.4.1 Especificaciones técnicas. 16

1.4 LA AUTOMATIZACIÓN 16
1.4.1 EL MICROCONTROLADOR. 17
1.4.2 EL MICROCONTROLADOR PIC. 17
1.4.2.1 Características del microcontrolador 18
1.4.2.2 Las tres gamas del PIC. 21
1.4.2.2.1 Gama Baja. 22
1.4.2.2.2 Gama Media. 24
1.4.2.2.3 Gama Alta. 24
1.4.3 PERIFÉRICOS INTELIGENTES MÓDULO LCD. 25
CAPÍTULO 2 27
CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE 27
2.1 DISEÑO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN 27
2.1.1 MICRO SWITCH 29
2.1.2 INTERRUPTOR CON LUZ PILOTO 30
2.1.3 FUSIBLE DE PROTECCIÓN. 31
2.1.4 PUENTE DE DIODOS. 32
2.1.5 REGULADOR DE VOLTAJE LM7805 33
2.2 ETAPA DE CONTROL 33
2.2.1 PROGRAMACIÓN DEL PIC 36
Mikrobasic Pro for Pic 38
Proteus 39
2.3 ETAPA DE VISUALIZACIÓN. 42
2.4 ETAPA DEL MÓDULO DENTAL 43
2.4.1 MÓDULO DENTAL (BRAKE o CARRO) 43
2.4.1.1 Bandeja porta instrumentos. 43
2.4.1.2 Mangueras para piezas de mano y jeringa. 43
2.4.1.2.1 Tipos de mangueras para micromotores y turbinas. 44
2.4.1.2.1.1 Manguera 4VLM gris universal para turbinas y micromotores con retorno de aire no canalizado 44
2.4.1.2.1.2 Manguera 4VLM negra universal para turbinas y micromotores con retorno de aire canalizado 45
2.4.1.3 Manómetro de presión Análogo 45
2.4.1.4 Piezas de mano. 46
2.4.1.4.1 Composición de fresas. 46
2.4.1.4.2 Velocidad de giro. 46
2.4.1.4.2.1 Piezas de mano de alta velocidad 47

2.4.1.4.2.2 Piezas de baja velocidad 48
2.4.1.4.2.3 Jeringa Triple 50
2.5 INSTALACIÓN DEL MÓDULO DENTAL 51
CAPÍTULO 3 55
CONTROL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA 55
3.1 PULSANTES. 55
3.2 MANUAL DE ENCENDIDO 55
3.3 CHEQUEO DE PREOPERACIÓN 57
3.4 USO DE LAS PIEZAS DE MANO 58
3.5 GUÍA DE MANTENIMIENTO DEL OPERADOR DEL EQUIPO ODONTOLÓGICO 61
3.5.1 RUTINA DIARIA 61
3.5.2 RECOMENDACIONES PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO. 62
CONCLUSIONES 64
RECOMENDACIONES 65
BIBLIOGRAFÍA 66
ANEXOS 68
ANEXO 1. CÓDIGOS FUENTE 69
ANEXO 2. DATA SHEET 79
LM7805 80
PIC16F877A 80
QRD1114 84
ANEXO 3. FOTOS Y PARTES CONSTITUTIVAS DE LA UNIDAD 89
SOPORTES HOLDERS 90
JERINGA TRIPLE Y MICROMOTOR 90
PIEZAS DE MANO 90
MANÓMETRO 91
NEGATOSCOPIO - BOTELLÓN DE AGUA - INTERRUPTOR - TOMA ELÉCTRICA 91
ANEXO 4. RUTEO DE LA PLACA Y CIRCUITO IMPRESO 92
DISEÑO DEL CIRCUITO 93
ANEXO 5. DIAGRAMAS CIRCUITALES 95
DIAGRAMA CIRCUITAL DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN 96
DIAGRAMA CIRCUITAL DEL PULSANTE DE RESETEO INT. 96

DIAGRAMA CIRCUITAL DE LOS VOLTAJES DE ENTRADA 96
DIAGRAMA CIRCUITAL DE COMUNICACIÓN DEL LCD Y BUS DE PROGRAMACIÓN. 97
DIAGRAMA CIRCUITAL DE ACONDICIONAMIENTO DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD 97
DIAGRAMA CIRCUITAL DE LOS INDICADORES LUMINOSOS 97
DIAGRAMA CIRCUITAL DEL RELE 98
DIAGRAMA CIRCUITAL DEL MICROCONTROLADOR Y SU CONFIGURACIÓN. 98
DIAGRAMA CIRCUITAL 99
ANEXO 6. COSTOS 100

RESUMEN

En este proyecto se realizó el desarrollo de un sistema que permitirá automatizar un cuadrimodular Girox con el objetivo de usar dispositivos disponibles en el mercado, brindando una alternativa más económica y que compitan con dispositivos provenientes de otros países.

En el primer capítulo se realiza una descripción de tipos de sillones odontológicos, especificando sus características más relevantes así como las configuraciones disponibles para cada uno de los modelos, también se detalla una reseña del eje principal en el que se basa el proyecto, como es la automatización y se describe los distintos dispositivos que se usarán para el desarrollo.

El segundo capítulo se convierte en la columna vertebral del proyecto, se muestra el diseño de cada una de las etapas de la automatización, detallando cálculos, características y especificaciones que permitieron su ejecución, también se plantea los pasos que se dieron para realizar el programa en el microprocesador, el cual permitirá enlazar los distintos dispositivos que tomarán datos del exterior y los ingresarán al PIC para ahí ser almacenados y ejecutados.

El tercer capítulo presenta una herramienta didáctica muy importante, en el cual se exhibe todos los pasos necesarios para operar sin problemas el equipo así como los procesos para mantenerlo operativo, con indicaciones y recomendaciones diarias al momento de empezar y finalizar las labores con el equipo, y lo más importante presenta una guía de mantenimientos que debe realizar el operador de manera semanal, quincenal y trimestral.

PRESENTACIÓN

Las herramientas tecnológicas presentan un papel fundamental en todo campo de la vida diaria, todo a nuestro alrededor está rodeado de tecnología, y el área médica no es la excepción, dicho sector requiere de equipamiento cada vez más preciso y sofisticado que facilite el uso al operador y bride un mejor servicio a los pacientes.

El cuadrimodular Girox es un módulo que trabaja con cuatro piezas de mano, cada una con varias características como presiones altas y bajas de agua o aire y velocidades altas o bajas de micromotores, de esta manera el equipo estuvo diseñado inicialmente para trabajar en forma manual, es decir el operario manipulaba el equipo a su juicio creando un porcentaje de riesgo para él como para el paciente.

El actual proyecto pretende brindar una herramienta con el objetivo de reducir ese porcentaje de riesgo, permitiendo al operador manipular el equipo siguiendo un proceso automático que reducirá el peligro y mejorara la calidad de servicio, con una alternativa bastante económica y tecnología fácil de encontrar localmente.

En este trabajo se presenta una visión clara del diseño del equipo, la implementación del proyecto, con las conclusiones y recomendaciones respectivas.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN

Las unidades dentales por si solas son un equipo que a la vista se ve complejo, pero que por mas innovación que se le realice con el paso del tiempo, siempre posee el mismo principio de funcionamiento: agua, aire y electricidad; todo lo demás es pura tecnología para facilitar los diagnósticos, por lo que si conocemos los principios básicos, no será un impedimento a la hora que alguna unidad requiera algún tipo de mantenimiento.
En la actualidad existen un sin número de sillones odontológicos con innovaciones en su estructura y su tecnología, permitiendo el trabajo seguro de los especialistas en odontología, con mayor comodidad para él, como para sus pacientes.

1.2 TIPOS DE SILLONES ODONTOLÓGICOS

Dentro de los tipos de sillones odontológicos se describen dos modelos existentes en el mercado como son:

- Modelo ice´s neumático.
- Advanced I

1.2.1 MODELO ICE'S NEUMÁTICO [1]

En la figura 1 se presenta el modelo ice´s neumático, donde se puede observar cada uno de sus componentes.

---

[1] www.denpher.com

Figura 1 - Unidad odontológica ICE'S

1.2.1.1 Características

- Posee una unidad de comando con teclado de membrana que controla todo el movimiento del sillón dental, incluso se conecta/desconecta es decir se coloca en modo standby, una característica principal es que dentro de esta unidad se encuentra el check control y el display de cristal de líquido.
- Contiene fibra óptica para el manejo de piezas de mano, dos de altas rotaciones, una de baja rotación y una jeringa triple.
- Tiene un sensor de aproximación para el accionamiento del reflector.
- Está compuesto de los siguientes elementos: Fotopolimerizador, Cámara Intra-Oral, Monitor LCD 15", Cavitrón Piezo Eléctrico, Sistema de Asepsia de Puntas, Bomba de Alto Vacío Acoplada, Sistema de Esterilización de Agua, Fibra Óptica y salida midwest.
- Tiene un sistema de comando electrónico que posibilita un movimiento perfecto y un control general de todo el sistema, para una más rápida y mejor asistencia técnica.

1.2.1.2 Unidad Auxiliar [2]

Es el comando general del equipamiento, en donde se encuentra el teclado de membrana con el que se puede programar las posiciones de trabajo, en esta unidad está presente el check control y el display de cristal líquido.

Esta unidad posee un brazo articulado para facilitar el trabajo del asistente, tiene un Fotopolimerizador de Led de última generación como se observa en la figura 2, un suctor de saliva con sistema vénturi que se muestra en la figura 3, un suctor de sangre (sistema de vacío) y una jeringa triple.

Figura 2 - Fotopolimerizador de Led.

Figura 3 - Suctor de saliva.

Figura 4 - Pedal de comando.

---

[2] Manual técnico ICE´S

La unidad auxiliar tienen un pedal de comando, con todos los movimientos del equipo, inclusive accionamiento de alta y baja rotación como se muestra en la figura 4.

Posee una Salivadera, construida en cerámica y pedazo del complemento fabricado en mármol sintético del color del tapizado. Posee un mecanismo neumático y un sistema a gas con accionamiento mecánico para regulación de altura del asiento como se muestra en la figura 5, proporcionando máxima ergonomía y comodidad, cuidando así al profesional del cansancio y tensiones innecesarias. También se encuentra revestido de PVC laminado sin costuras con los colores del sillón.

Figura 5 - Módulo a gas con accionamiento mecánico.

1.2.1.3 Especificaciones técnicas

Voltaje nominal	110/127 or 220/230V
Frecuencia	50/60 Hz
Presión de Agua	2,5 a 6,0 bar
Presión de Aire	5,5 bar o 80 psi
Consumo de Potencia	380 VA
Consumo de Aire	120 l/min
Consumo de Agua	3,5 l/m

1.2.2 ADVANCED I [3]

El sillón odontológico Marc Belle Advanced I es un lanzamiento moderno, con un diseño innovador y formas redondeadas donde se incorporan conceptos importantes como ergonomía de trabajo, funcionalidad y confort, marcando un momento inédito en la historia de la evolución de los consultorios como se muestra en la figura 6.

Figura 6 - Unidad odontológica ADVANCED I.

1.2.2.1 Características.

- Respaldo anatómico de la cabeza, removible con doble articulación regulación de altura;
- Acolchado en poliuretano expandido, revestido con laminado sin costuras o enmiendas con colores suaves y armoniosos proporcionando fácil higienización del sillón dental;
- Movimientos rápidos, suaves y silenciosos, asiento y respaldo se mueven sincronizados ofreciendo mayor velocidad en la operación de trabajo;

---

[3] Manual Técnico Advanced I www.marcbelle.com.br

- Reflector con luz blanca fría, ausencias de rayos infrarrojo y ultravioleta, espejo polifacético, que permite la eliminación de sombras causadas por bloqueos a través de manos e instrumentos, cabezales con movimientos de 360º con tiradores ergonómicos y protector de acrílico, luminosidad de 17.000 y 20.000 lux;
- Brazo lateral derecho opcional con rotación de 90º para entrada y salida del paciente.

1.2.2.2 Equipo Auxiliar.

Se encuentra conformado por:

- Cuba en mármol sintético, en color blanco con giro 180 °, resistente a medicamentos y fácil asepsia. Conductores de agua comandado por electro válvula doble solenoides accionado por teclado de membrana.
- Jeringa triple, suctor de sangre y succionador de saliva con mando neumático automático con movimiento del soporte de puntas que ofrece mayor ergonomía y funcionalidad como se observa en la figura 7.

Figura 7 - Jeringa Triple, suctor de sangre y de saliva.

- Jeringa triple. Tres puntas con instrumentos de BORDEM con reglaje de Spray
- Fotopolimerizador acoplado en el equipo (opcional)
- Teclado de membrana con todo el movimiento del sillón dental, incluso conecta/desconecta (standby) del conjunto como muestra la figura 8.

Figura 8 - Módulo de accionamiento, teclado de membrana.

- Comando de pie con todos los movimientos del equipo, incluso la alta y baja rotación como se observa en la figura 9.

Figura 9 - Comando de Pie.

El comando de pie se encuentra estructurado de varias opciones de movimientos y mandos los cuales se describen en la tabla 1 tomando como referencia la figura 9

1	Movimiento de posición de la escupidera
2	Reverso del trendelemburg
3	Vuelta a 0
4	Movimiento de subida del espaldar
5	Movimiento de bajada del espaldar
6	Movimiento de posición de trabajo (programable)
7	Mando del Trendelemburg
8	Movimiento del reflector (2 intensidades)
9	Movimiento de subida del sillón
10	Movimiento de bajada del sillón
11	Alta y baja rotación

Tabla 1 – Descripción del comando de Pie.

1.2.2.3 Movimientos suaves.

Posee 3 motores alemanes con sistema de rosca sin fin, que elimina totalmente movimientos involuntarios y bruscos, siendo uno de los motores exclusivo para el movimiento de trendelemburg que se lo puede visualizar en la figura 10.
Por no utilizar aceite en el sistema, no hay posibilidades de vaciados.

Figura 10 - Movimientos del sillón.

1.2.2.4 Piezas opcionales

Las Piezas opcionales que se pueden configurar en el equipo Advanced I, para mejorar sus funcionalidades se pueden observar en la figura 11 y son las siguientes:

- Lámpara polimerizadora de led
- Ultrasonido (eléctrico)
- Chorro de bicarbonato
- Terminal de fibra óptica (unidad dental)
- Sistema de esterilización de agua
- Brazo con freno neumático para movimiento del equipo.

Figura 11 - Módulo Dental (Piezas Opcionales)

1.2.2.5 Especificaciones técnicas

Voltaje nominal	110/127 or 220/230V
Frecuencia	50/60 Hz
Presión de Agua	2,5 a 6,0 bar
Presión de Aire	5,5 bar o 80 psi
Consumo de Potencia	380 VA
Consumo de Aire	120 l/min
Consumo de Agua	3,5 l/m

1.3 TRIMODULARES Y CUADRIMODULARES

Dentro de la amplia línea de productos existentes en nuestro país, están los trimodulares y cuadrimodulares portátiles, destacándose los modelos Simphony y el Simphony de carrito (Girox), los cuales detallaremos a continuación.

1.3.1 SIMPHONY [4]

Este modelo se lo puede observar en la figura 12 donde se visualiza cada uno de sus componentes.

---

[4] www.giroxltda.com/simphony.htm

Figura 12 - Unidad odontológica SYMPHONY

1.3.1.1 Características

- Lámpara de 50w a 12 voltios.
- Luz halógena virtualmente libre de sombras.
- Tres movimientos para orientación y ajuste de posición.
- Apoya cabeza articulado para mayor comodidad del paciente.
- Base y espaldar se mueven con motores eléctricos de 110v para una operación silenciosa y confiable.
- Cómoda butaca para el especialista en odontología con pistón a gas para una graduación suave de altura.
- No hay mangueras por el suelo: las conducciones de escupidera y módulo pasan por dentro de la unidad hasta la caja de abastos logrando un efecto de orden y pulcritud en el consultorio.

1.3.1.2 Área Húmeda

El área húmeda de esta unidad está construida en aluminio lo que garantiza ausencia de óxido.

Su forma no tiene sólo un propósito estético; permite además una descarga en ángulo del agua residual, con el objetivo de que no exista una sección plana

dentro de la escupidera donde se depositen sólidos que produzcan obstrucciones.

La limpieza del tazón de porcelana opalina, es libre de porosidad y de aspecto siempre limpio, es fácil y no requiere desmontarlo, reduciendo el riesgo de rotura como se observa en la figura 13.

Sin embargo su desinstalación es sencilla y no requiere de herramientas especiales.

Figura 13 - Área húmeda

1.3.1.2 Módulo de Instrumentos.

Este módulo se encuentra construido y formado de:

- Construcción totalmente en aluminio, el módulo está montado sobre un sólido brazo que se articula con el brazo de la unidad por medio de un cojinete de rodillos; esto garantiza un desplazamiento suave, sin vibraciones y un nivel siempre estable.
- Dos conexiones para piezas de alta velocidad y una de baja velocidad, controlables independientemente, además de una jeringa triple que constituyen la dotación de instrumental de nuestro modulo.
- El Negatoscopio, convenientemente situado evita desplazamientos innecesarios de las placas de rayos x.
- Bandejas en acero inoxidable.
- Mangueras lisas para piezas de mano son opcionales, todas estas pociones se las puede observar en la figura 14.

Figura 14 - Módulo de Instrumentos.

1.3.2 MÓDULO SYMPHONY DE CARRO [5]

Este módulo se encuentra formado de las siguientes partes:

- Dos salidas de alta y una de baja.
- Jeringa Triple
- Negatoscopio.
- Carro móvil.

1.3.2.1 Dos salidas de alta y una de baja.

Utilizada para el manejo de turbina o cavitrón como se observa en la figura 15, permitiendo la salida de aire y agua por las salidas de alta, mientras que se utiliza la salida de baja para micromotor ya que permite el paso solo de aire, para el trabajo del odontólogo.

---

[5] www.giroxltda.com/simphony.htm

Figura 15 - Turbina o cavitrón.

1.3.2.2 Jeringa triple.

Utilizada por los odontólogos para limpieza con agua y se la puede visualizar en la figura 16, secado con aire, y la mezcla de las dos obteniendo el denominado spray, para trabajos odontológicos.

Figura 16 - Jeringa Triple.

1.3.2.3 Negatoscopio

Utilizado para la visualización de placas radiográficas tomadas a los pacientes y se puede observar en la figura 17.

Figura 17 - Negatoscopio.

1.3.2.4 Carro móvil.

El módulo viene incorporado en un carrito móvil como se observa en la figura 18, a una altura fija dentro del cual vienen piezas tales como:

- Manómetro: utilizado para la medición de la presión existente en el momento de realizar el trabajo, permitiendo poder visualizar y no correr el riesgo de explosiones en las mangueras del equipo.
- Toma corriente que en la figura 19 se la puede observar, adaptado al mueble para poder realizar las conexiones de diferentes dispositivos que el odontólogo necesite utilizar para la realización del trabajo, conjuntamente con el interruptor de accionamiento del negatoscopio.
- Adicional al módulo debe ser suministrado de aire con una presión de 80 psi que puede ser suministrado directamente de una toma directa de la clínica o de un compresor (suministrado por la clínica) como se puede observar en la Figura 20, teniendo las presiones que mantenerse constantes en el compresor mediante la calibración del presóstato a una presión de arranque del compresor de 80 psi y una presión de parada de 100 psi, para mantener el equipo trabajando adecuadamente.

Figura 18 – Carrito móvil vista lateral y frontal.

Figura19 - Ubicación del toma corriente en el carrito móvil.

Figura 20 - Compresor con una salida de presión de 80 psi.

- Para poder permitir el paso de aire hacia las piezas de mano, se utiliza un reóstato de disco, o pedal como se puede visualizar en la figura 21, que al presionar con el pie permitirá el paso del aire mediante la válvula de paso que contiene en su interior.

Figura 21 - Reóstato de disco

1.3.2.4.1 Especificaciones técnicas.

Voltage Nominal	110
Frecuencia	60 Hz
Presión de Agua	2,5 a 6,0 bar
Presión de Aire	5,5 bar o 80 psi
Consumo de Agua	120 l/min

1.4 LA AUTOMATIZACIÓN

La automatización es un sistema donde se trasfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por seres humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte Operativa
- Parte de Mando

Parte Operativa.- Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de

las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

Parte de Mando.- Es un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos. En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

Los primeros controladores y programadores fueron concebidos con los sistemas de producción industrial alrededor de los años 60, sustituyendo a los ya conocidos relés y contactores como elementos de control.
En esta parte se hablará de los controladores y programadores más utilizados como: El PIC y el Microcontrolador.

1.4.1 EL MICROCONTROLADOR.

Un microcontrolador es un circuito integrado, en cuyo interior posee la arquitectura de un computador, CPU, memorias RAM, EEPROM, y circuitos de entrada y salida.
Un microcontrolador es capaz de realizar la tarea de muchos circuitos lógicos como compuertas AND, OR, NOT, NAND, conversores A/D, D/A, temporizadores, decodificadores, etc., simplificando todo el diseño a una placa de reducido tamaño y pocos elementos.

1.4.2 EL MICROCONTROLADOR PIC.

Los **PIC**[6] son microcontroladores tipo RISC (Reduced Instruction Set Computer, en español Computador con Conjunto de Instrucciones Reducidas), fabricados por Microchip Technology Inc.

---

[6] http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC

El nombre completo es **PICmicro**, aunque generalmente se utiliza como **P**eripheral **I**nterface **C**ontroller (controlador de interfaz periférico).

Se debe tener en cuenta los siguientes datos del dispositivo:

- El voltaje de alimentación del PIC16F62X es desde 3V, hasta 5.5 V, como máximo y se puede verificar en la figura 22.
- Sus 2 puertos el A y B entregan un total de 200mA cada uno, es decir 25mA cada pin.
- En modo sumidero puede soportar cada uno de sus puertos 200mA. Es decir 25mA, cada pin.

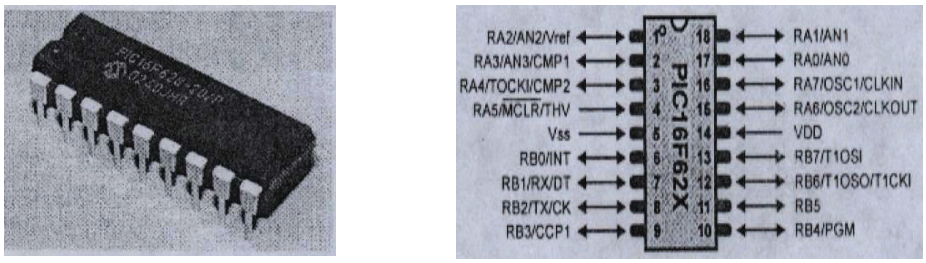


Figura 22 - Presentación más popular del PIC16F62X el PDIP y su diagrama de pines.

1.4.2.1 Características del microcontrolador [7]

Las características más representativas de los PIC´s son las siguientes:

1. La arquitectura del procesador sigue el modelo Harvard

En esta arquitectura, el CPU se conecta de forma independiente y con buses distintos con la memoria de instrucciones y con la de datos como se puede observar en la figura 23.

[7] http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/Microcontroladores/Caracteristicas_Relevantes.htm

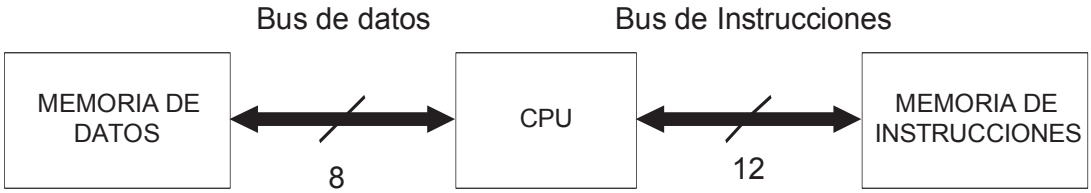


Figura 23 - Modelo Harvard.

La arquitectura Harvard permite al CPU acceder simultáneamente a las dos memorias. Además, propicia numerosas ventajas al funcionamiento del sistema como se irán describiendo.

2. Se aplica la técnica de segmentación (“pipe-line”) en la ejecución de las instrucciones.

La segmentación permite al procesador realizar al mismo tiempo la ejecución de una instrucción y la búsqueda del código de la siguiente. De esta forma se puede ejecutar cada instrucción en un ciclo (un ciclo de instrucción equivale a cuatro ciclos de reloj) como se puede visualizar en la figura 24.

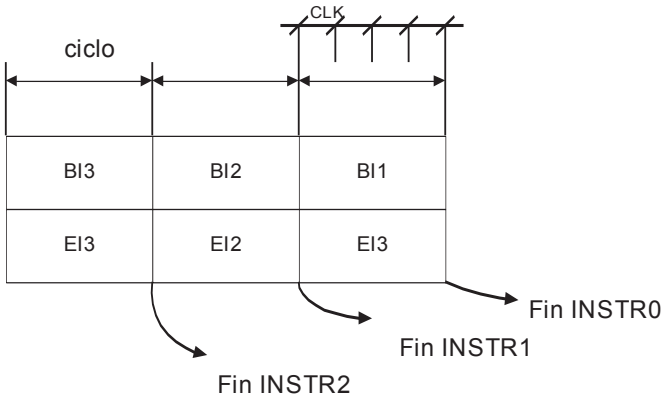


Figura 24 - Ciclo de instrucciones.

La segmentación permite al procesador ejecutar cada instrucción en un ciclo de instrucción equivalente a cuatro ciclos de reloj. En cada ciclo se realiza la búsqueda de una instrucción y la ejecución de la anterior.

Las instrucciones de salto ocupan dos ciclos al no conocer la dirección de la siguiente instrucción hasta que no se haya completado la de bifurcación.

3. El formato de todas las instrucciones tiene la misma longitud.

Todas las instrucciones de los microcontroladores de la gama baja tienen una longitud de 12 bits. Las de la gama media tienen 14 bits y más las de la gama alta. Esta característica es muy ventajosa en la optimización de la memoria de instrucciones y facilita enormemente la construcción de ensambladores y compiladores.

4. Procesador RISC (Computador de Juego de Instrucciones Reducido).

Los modelos de la gama baja disponen de un repertorio de 33 instrucciones, 35 los de la gama media y casi 60 los de la alta.

5. Todas las instrucciones son ortogonales.

Cualquier instrucción puede manejar cualquier elemento de la arquitectura como fuente o como destino.

6. Arquitectura basada en un banco de registros.

Esto significa que todos los objetos del sistema (puertos de E/S, temporizadores, posiciones de memoria, etc.) están implementados físicamente como registros.

7. Diversidad de modelos de microcontroladores con prestaciones y recursos diferentes.

La gran variedad de modelos de microcontroladores PIC permite que el usuario pueda seleccionar el más conveniente para su proyecto.

8. Herramientas de soporte potentes y económicas.

La empresa Microchip y otras que utilizan los PIC ponen a disposición de los usuarios numerosas herramientas para desarrollar hardware y software. Son muy abundantes los programadores, los simuladores software, los emuladores

en tiempo real, ensambladores, Compiladores C, Intérpretes y Compiladores BASIC, etc.

1.4.2.2 Las tres gamas del PIC. [8]

Existen diferentes aplicaciones que requieren pocos o numerosos y más potentes recursos, debido a esto hay dos tendencias para resolver de manera más adecuada los distintos requerimientos.

1. Microcontroladores de arquitectura cerrada

Cada modelo se construye con un determinado CPU, cierta capacidad de memoria de datos, cierto tipo y capacidad de memoria de instrucciones, un número de E/S y un conjunto de recursos auxiliares muy concreto. El modelo no admite variaciones ni ampliaciones.

La aplicación a la que se destina debe encontrar en su estructura todo lo que precisa y, en caso contrario, hay que desecharlo.

2. Microcontroladores de arquitectura abierta.

Estos microcontroladores se caracterizan porque, además de disponer de una estructura interna determinada, pueden emplear sus líneas de E/S para sacar al exterior los buses de datos, direcciones y control, con lo que se posibilita la ampliación de la memoria y las E/S con circuitos integrados externos.
Con las tres gamas de PIC como se observa en la figura 25, se dispone de gran diversidad de modelos y encapsulados, pudiendo seleccionar el que mejor se acople a las necesidades de acuerdo con el tipo y capacidad de las memorias, el número de líneas de E/S y las funciones auxiliares precisas. Sin embargo, todas las versiones están construidas alrededor de una arquitectura común, un repertorio mínimo de instrucciones y un conjunto de opciones muy

---

[8] http://www.info-ab.uclm.es/labelec/Solar/Microcontroladores/Las_tres_gamas.htm

apreciadas, como el bajo consumo y el amplio margen del voltaje de alimentación. En la figura 1-3 se muestra la distribución de los modelos de PIC en las tres gamas.

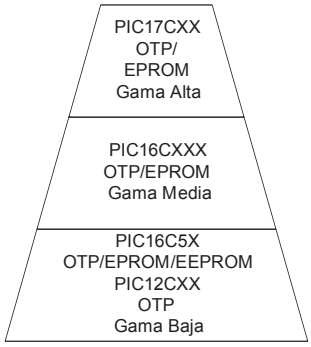


Figura 25 - Las tres gamas del PIC.

1.4.2.2.1 Gama Baja.

La gama baja de los PIC se tiene nueve modelos relevantes.

La memoria de programa puede contener 512, 1 k. y 2 k palabras de 12 bits, y ser de tipo ROM, EPROM. También hay modelos con memoria OTP, que sólo puede ser grabada una vez por el usuario. La memoria de datos puede tener una capacidad comprendida entre 25 y 73 bytes. Sólo disponen de un temporizador (TMR0), un repertorio de 33 instrucciones y un número de patitas para soportar las E/S comprendido entre 12 y 20. El voltaje de alimentación admite un valor muy flexible comprendido entre 2 y 6,25 V, lo cual posibilita el funcionamiento mediante pilas corrientes teniendo en cuenta su bajo consumo (menos de 2 mA a 5 V y 4 MHz).

Al igual que todos los miembros de la familia PIC16/17, los componentes de la gama baja tienen las siguientes características.

1. Sistema POR (POWER ON RESET).

Todos los PIC tienen la facultad de generar una autoreinicialización o autoreset al conectarles la alimentación.

2. Perro guardián, (Watchdog).

Existe un temporizador que produce un reset automáticamente si no es recargado antes que pase un tiempo prefijado. Así se evita que el sistema quede "colgado" dado en esa situación el programa no recarga dicho temporizador y se genera un reset.

3. Código de protección.

Cuando se procede a realizar la grabación del programa, puede protegerse para evitar su lectura. También disponen, los PIC de posiciones reservadas para registrar números de serie, códigos de identificación, prueba, etc.

4. Líneas de E/S de alta corriente.

Las líneas de E/S de los PIC pueden proporcionar o absorber una corriente de salida comprendida entre 20 y 25 mA, capaz de excitar directamente ciertos periféricos.

5. Modo de reposo (bajo consumo o SLEEP).

Ejecutando una instrucción (SLEEP), el CPU y el oscilador principal se detienen y se reduce notablemente el consumo.

En los componentes de la gama baja es conviene nombrar dos restricciones importantes.

- La pila o "stack" sólo dispone de dos niveles lo que supone no poder encadenar más de dos subrutinas.
- Los microcontroladores de la gama baja no admiten interrupciones.

1.4.2.2.2 Gama Media.

En esta gama sus componentes añaden nuevas prestaciones a las que poseían los de la gama baja, haciéndoles más adecuados en las aplicaciones complejas. Admiten interrupciones, poseen comparadores de magnitudes analógicas, convertidores A/D, puertos serie y diversos temporizadores.

Algunos modelos disponen de una memoria de instrucciones del tipo OTP ("One Time Programmable"), que sólo la puede grabar una vez el usuario y que resulta mucho más económica en la implementación de prototipos y pequeñas series.

Hay modelos de esta gama que disponen de una memoria de instrucciones tipo EEPROM, que, al ser borrables eléctricamente, son mucho más fáciles de reprogramar que las EPROM, que tienen que ser sometidas a rayos ultravioleta durante un tiempo determinado para realizar dicha operación.

El temporizador TMR1 que hay en esta gama tiene un circuito oscilador que puede trabajar asíncronamente y que puede incrementarse aunque el microcontrolador se halle en el modo de reposo ("sleep"), posibilitando la implementación de un reloj en tiempo real.

Las líneas de E/S del puerto B presentan una carga "pull-up" activada por software.

1.4.2.2.3 Gama Alta.

En la actualidad, esta gama está formada por tres modelos.

Los dispositivos PIC17C4X responden a microcontroladores de arquitectura abierta pudiéndose expansionar en el exterior al poder sacar los buses de datos, direcciones y control. Así se pueden configurar sistemas similares a los que utilizan los microprocesadores convencionales, siendo capaces de ampliar la configuración interna del PIC añadiendo nuevos dispositivos de memoria y

de E/S externas. Esta facultad obliga a estos componentes a tener un elevado número de patitas comprendido entre 40 y 44. Admiten interrupciones, poseen puerto serie, varios temporizadores y mayores capacidades de memoria, que alcanza los 8 kb palabras en la memoria de instrucciones y 454 bytes en la memoria de datos.

1.4.3 PERIFÉRICOS INTELIGENTES MÓDULO LCD. [9]

Los módulos LCD de la figura 26 están compuestos básicamente por una pantalla de cristal líquido y un circuito microcontrolador especializado el cual posee los circuitos y memorias de control necesarias para desplegar el conjunto de caracteres **ASCII.** Un conjunto básico de caracteres japoneses, griegos y algunos símbolos matemáticos por medio de un circuito denominado generador de caracteres. La lógica de control se encarga de mantener la información en la pantalla hasta que ella sea sobre escrita o borrada en la memoria RAM de datos.

La pantalla de cristal líquido está conformada por una o dos líneas de 8, 16, 20, 24 o 40 caracteres de 5x7 pixeles c/u.

El microcontrolador y la pantalla de cristal líquido están colocados sobre un circuito impreso (PCB) y se interconectan con el mundo exterior (µC, µP o PP del PC) a través de un conector de 14 pines, el cual puede obtenerse en dos presentaciones: una línea y dos líneas teniendo la siguiente distribución:

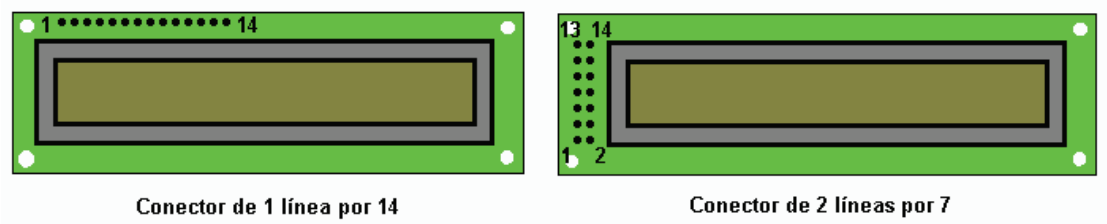


Figura 26 - Módulo LCD.

[9] http://www.oocities.org/micros_uan/cap55.html

La descripción de pines de los módulos LCD se puede observar en la tabla 2.

Pin número	Símbolo	Función
1	Vss	Tierra o Masa
2	Vdd	Alimentación + 5 VDC
3	Vo	Voltaje de ajuste de contraste
4	RS	Selección de Dato / Comando
5	R/W	Lectura / Escritura
6	E	Habilitador
7	DB0	1a línea de datos (LSB)
8	DB1	2a línea de datos
9	DB2	3a línea de datos
10	DB3	4a línea de datos
11	DB4	5a línea de datos
12	DB5	6a línea de datos
13	DB6	7a línea de datos
14	DB7	8a línea de datos (MSB)

Tabla 2 – Descripción de pines del módulo LCD.

CAPÍTULO 2

CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE

El módulo realizado cuenta con cinco etapas

2.1 Etapa correspondiente a la fuente de alimentación

2.2 Etapa de control

2.3 Etapa de visualización

2.4 Etapa del módulo dental

2.5 Instalación

2.1 DISEÑO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación debe tener una salida de 5 VCD regulada, la misma que se encarga de energizar la etapa de control y se la puede observar en la figura 27.

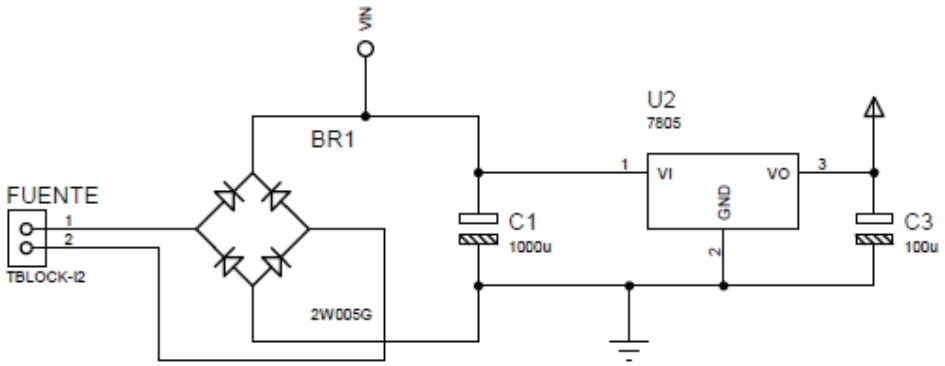


Figura 27- Fuente de alimentación

CALCULOS DE LA FUENTE.

$$V_{OUT} = 5V$$

$$I_O = 1A$$

$$V_{INDCMAX} = 35V$$

$$V_{INDCMIN} = 7V$$

$$P_D(W) = 15W$$

$$R_L = \frac{V_{DC}}{I_{DC}} = \frac{5V}{20mA} = 250ohmios$$

$$C = \frac{1}{0.05 * 4\sqrt{3} * 60Hz * 250ohms} = 192.45uF$$

$$V_m = V_{DC}\left[1 + \frac{1}{4fCR_L}\right] = 16.299V$$

$$V_s = \frac{Vm}{\sqrt{2}} = 11.52v$$

$$\theta = sen^{-1}\frac{4fCR_L - 1}{4fCR_L + 1} = 57{,}203°$$

$$I_{Dmax} = Vm\left[\frac{sen\theta}{R_L} + 2\pi fCcos\theta\right] = 0{,}695A$$

Regulador: para la salida de 5v utilizamos el regulador LM7805

Capacitor cerámico 0.33 μF input

Capacitor cerámico 0.1 μF output

TRANSFORMADOR

110V/11,52V
110V/12V

DIODOS

Vmax=Vpi
Vmax>16,299
$I_{Dmax} > 0{,}695A$

CONDENSADOR

192,45uF
V>16,299v

Los dispositivos utilizados para el diseño de la fuente son:

2.1.1 Micro switch
2.1.2 Interruptor
2.1.3 Fusible
2.1.4 Puente de diodos
2.1.5 Regulador de voltaje LM7805

2.1.1 MICRO SWITCH [10]

Un micro interruptor es un dispositivo eléctrico como se observa en la figura 28, que está en condiciones de ser accionados por muy poca fuerza física. Son muy comunes debido a su bajo costo y la extrema durabilidad, por lo general, superior a 1 millón de ciclos y hasta 10 millones de ciclos en modelos diseñados para servicio pesado. Internamente está compuesto de una tira de metal rígido que debe ser doblada para activar el interruptor. Esto produce un sonido muy distintivo clic. Cuando la presión se quita, la tira de metal regresa de vuelta a su estado original.

Los microinterruptores se utilizan comúnmente en las puertas, para manipular válvulas de los sistemas rociadores contra incendios y en otros sistemas de tuberías de agua, o en donde es necesario saber si una válvula se ha abierto o cerrado.

La característica principal de los microinterruptores, es que un movimiento relativamente pequeño en el actuador o botón produce un gran movimiento en relación a los contactos eléctricos, que se produce a alta velocidad (independientemente de la velocidad de accionamiento) como se observa en la figura 29. La mayoría de los diseños con éxito también exhiben histéresis, en el sentido de que una pequeña inversión del actuador es insuficiente para revertir los contactos; debe haber un importante movimiento en la dirección opuesta.

[10] http://es.made-in-china.com/co_clinelectrical/product_Micro-Switches-Limit-Switches-AZ-7124-_hognssghg.html

Estas dos características contribuyen a lograr una limpia y fiable interrupción de conmutación de circuitos.

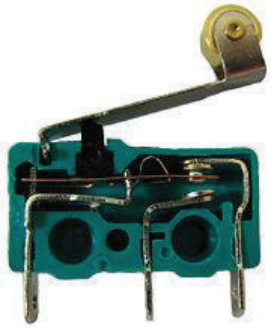


Figura 28 – Micro interruptor (estructura interna)

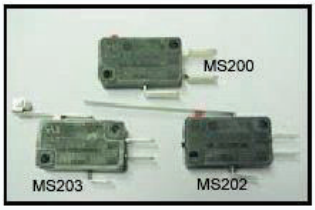


Figura 29 - Tipos de microswitch.

2.1.2 INTERRUPTOR CON LUZ PILOTO [11]

Es un aparato de maniobra como se observa en la figura 30 para la conexión, desconexión o cambio de circuitos eléctricos en forma voluntaria o automática; en las cuales todas las piezas que sirven para la unión o la interrupción están fijamente montadas sobre una base común que se la puede visualizar en la figura 31, además de poseer una luz que sirve de indicador de funcionamiento.

[11] https://es.scribd.com/doc/39715371/Control-Industrial

Figura 30 - Interruptores con luz piloto.

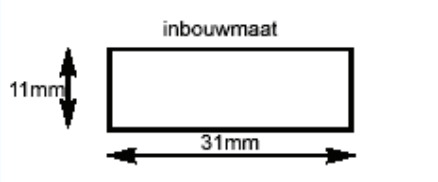


Figura 31 - Dimensiones del interruptor con luz piloto

Los interruptores que trabajan hasta los rangos de 10A/250V son MS100A, MS100D, MS102, MS102A.

2.1.3 FUSIBLE DE PROTECCIÓN. [12]

Se denomina fusible a un dispositivo, constituido por un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda, por *Efecto Joule*, cuando la intensidad de corriente es superada, por un cortocircuito o un exceso de carga, con un determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el riesgo de incendio o destrucción de otros elementos.

El fusible de protección está dimensionado de acuerdo a la IDmax que es de 0.695A por lo que el valor es de 1A.

---

[12] http://es.wikipedia.org/wiki/Fusible

2.1.4 PUENTE DE DIODOS. [13]

Es un Rectificador de onda completa como se muestra en la figura 32, y es un circuito empleado para convertir una señal de corriente alterna de entrada (Vi) en corriente continua de salida (Vo) pulsante. A diferencia del rectificador de media onda, en este caso, la parte negativa de la señal se convierte en positiva o bien la parte positiva de la señal se convertirá en negativa, según se necesite una señal positiva o negativa de corriente continua.

Existen dos alternativas, bien empleando dos diodos o empleando cuatro (puente de Graetz).

En este caso se emplean cuatro diodos con la disposición de la figura 32. Al igual que antes, sólo son posibles dos estados de conducción, o bien los diodos 1 y 3 están en directa y conducen (tensión positiva) o por el contrario son los diodos 2 y 4 los que se encuentran en directa y conducen (tensión negativa).

Ahora la tensión máxima de salida es la del secundario del transformador, la misma que han de soportar los diodos en inversa, al igual que en el rectificador con dos diodos. Esta es la configuración usualmente empleada para la obtención de corriente continua como en la figura 33.

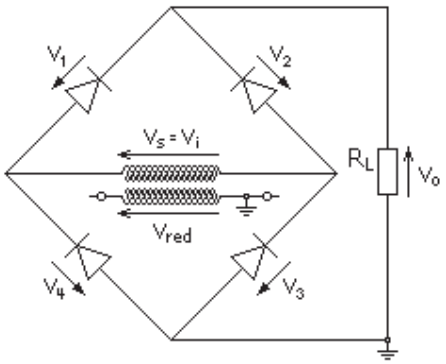


Figura 32 - Configuración de un rectificador de onda completa

[13] http://es.wikipedia.org/wiki/Rectificador_de_onda_completa

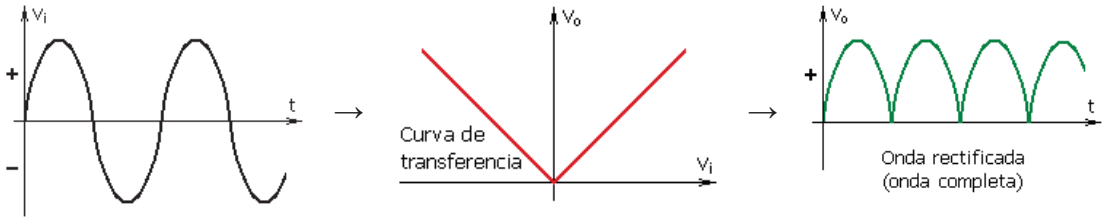


Figura 33 - Obtención de onda rectificada

Con los cálculos realizados se obtuvo que la corriente que maneja el sistema es de aproximadamente 300 mA. Por lo que se utiliza un puente rectificador de 1A.

2.1.5 REGULADOR DE VOLTAJE LM7805

Dentro de los reguladores de voltaje con salida fija, se encuentran los pertenecientes a la familia LM78xx, donde "xx" es el voltaje de la salida. Estos son 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18 y 24V, entregando una corriente máxima de 1 Amper y soporta consumos pico de hasta 2.2 Amperes. Poseen protección contra sobrecargas térmicas y contra cortocircuitos, que desconectan el regulador en caso de que su temperatura de juntura supere los 125°C. Los LM78xx son reguladores de salida positiva, por lo que se selecciona el regulador de voltaje LM7805, el mismo que fijará el voltaje máximo de 5 VCD, en su salida, el cual servirá para polarizar el sistema.

2.2 ETAPA DE CONTROL [14]

En esta etapa se seleccionó el microcontrolador PIC16F877A tomando en cuenta las siguientes características:

En cuanto al procesador de arquitectura RISC (Computador con Conjunto de Instrucciones Reducidas) avanzada que permite:

---

[14] Vicente, M. A., Fernández, C., & Robles, M. N. (2008). Metodología desarrollada para prácticas de programación de microcontroladores PIC. *VIII TAEE, July*, 2-4.

- Juego de sólo 35 instrucciones con 14 bits de longitud. Todas ellas se ejecutan en un ciclo de instrucción, menos las de salto que tardan dos.
- Hasta 8000 palabras de 14 bits de memoria de programa tipo FLASH.
- Hasta 368 Bytes de memoria de datos RAM.
- Hasta 256 Bytes de memoria de datos EEPROM.
- Pines de salida compatibles con los microcontroladores PIC16CXXX y PIC16FXXX.

Dentro de los recursos analógicos tiene:

- Conversor Analógico/Digital de 10 bits.
- Reset de Brown-Out (BOR).
- Módulo de comparador analógico.

Posee recursos especiales como:

- Código de protección programable.
- Modo SLEEP de bajo consumo.
- Perro Guardián (WDT).
- Programación serie en circuito con dos pines.
- Sólo necesita 5V para programarlo en este modo.

Dentro de los recursos periféricos tiene:

- Timer0: Temporizador-contador de 8 bits con prescaler de 8 bits.
- Timer1: Temporizador-contador de 16 bits con prescaler, puede incrementarse en modo sleep de forma externa por un cristal/clock.
- Timer2: Temporizador-contador de 8 bits con registro de periodo, prescaler y postescaler.
- Dos módulos de Captura, Comparación, PWM.
- Puerto Serie Síncrono (SSP) con SPI (Modo maestro) e I2C (Master/Slave).
- USART/SCI (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) con 9 bits.

- Puerta Paralela Esclava (PSP) con control externo RD, WR y CS (sólo en encapsulados con 40 pines).

En tecnología CMOS se destaca:

- Voltaje de alimentación comprendido entre 2,0V y 5,5V.
- Bajo consumo.

Tomando en cuenta estas características se empleó el PIC16F877A como se muestra en la figura 34, como unidad central (incluido el reset).

Para montar el proyecto es muy importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones ya que si no se las sigue podríamos correr el riesgo de dañar el PIC:

1. Se debe tomar en cuenta que el PIC tiene tecnología CMOS, esto quiere decir que consume muy poca corriente pero que a la vez es susceptible a daños por estática.

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

3. No sobrepase los niveles de corriente, tanto de entrada como de salida, recuerde que el PIC puede entregar por cada uno de sus pines una corriente máxima de 25 mA.

4. Se debería en algunos casos conectar un capacitor de 0,1 uF. en paralelo al PIC, este evita mal funcionamientos que podrían ocurrirle, en especial cuando utilizamos teclados matriciales y tenemos adicionalmente un buzzer activo.

5. Cuando se necesite precisión en el trabajo del PIC (comunicación serial, tonos DTMF) se recomienda utilizar un cristal oscilador externo de 4 MHZ en adelante, ya que el oscilador interno RC que posee no tiene muy buena precisión.

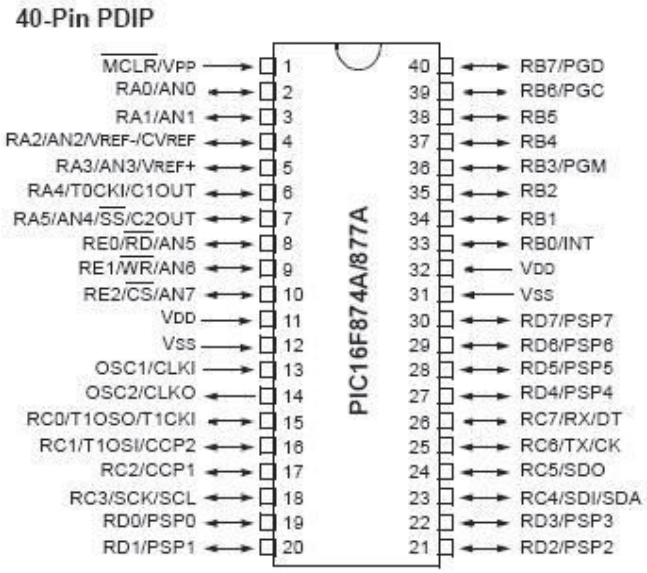


Figura 34 - Estructura del PIC16F877A

El funcionamiento y otras especificaciones técnicas más detalladas se las puede observar en el anexo 2

2.2.1 PROGRAMACIÓN DEL PIC.

El correcto funcionamiento del cuadrimodular girox está basado en la secuencia que se visualiza en el diagrama de flujo que se muestra en la figura 35, que indica las etapas que sigue el programa y son:

- Definición de variables.
- Configuración de puertos
- Procesamiento de datos

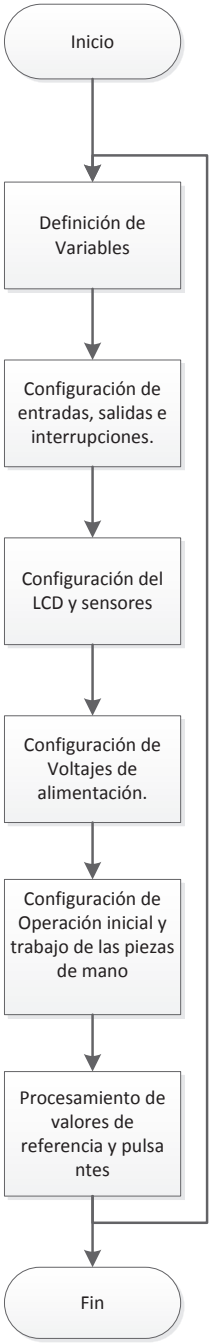


Figura 35 – Diagrama de Flujo de programación del PIC.

Con el empleo del diagrama de flujo se desarrollará el programa que será cargado en el microprocesador PIC16F877A que se observa en el anexo 1, y para la elaboración se usó los siguientes compiladores Mikrobasic Pro for Pic y el Proteus.

Mikrobasic Pro for Pic[15]

Mikrobasic es un compilador básico con todas las características que permitirán la elaboración de un proyecto con microcontroladores Pic adecuado para todos. El lenguaje básico de programación es la mejor opción para el desarrollo debido a la sencilla sintaxis y código claro. El IDE (Integrated Development Environment - Entorno integrado de desarrollo) – tiene una estructura cómoda con un archivo de ayuda integral, y un gran soporte técnico Posee más de 500 funciones y ejemplos de bibliotecas y listas para usar que ayudarán en el desarrollo.

Posee una opción llamada Gerente de la Bibliotecas cuyo objetivo único es el de utilizar fácilmente cualquier biblioteca disponible en el proyecto. La tecnología especial de OneClick permite acelerar el desarrollo. No hay necesidad de incluir decenas de directivas. Simplemente escogiendo las casillas de las bibliotecas que se necesitan, inmediatamente estarán disponibles al instante en el código como se observa en la figura 36.

Una de las características más importantes de este compilador es que soporta 572 tipos de microcontroladores Pic. Permitiendo la opción de que Microcontroladores Pic recién desarrollados sean agregados a una nueva versión del software compilador que se actualizará regularmente.

---

[15] http://www.mikroe.com/mikrobasic/

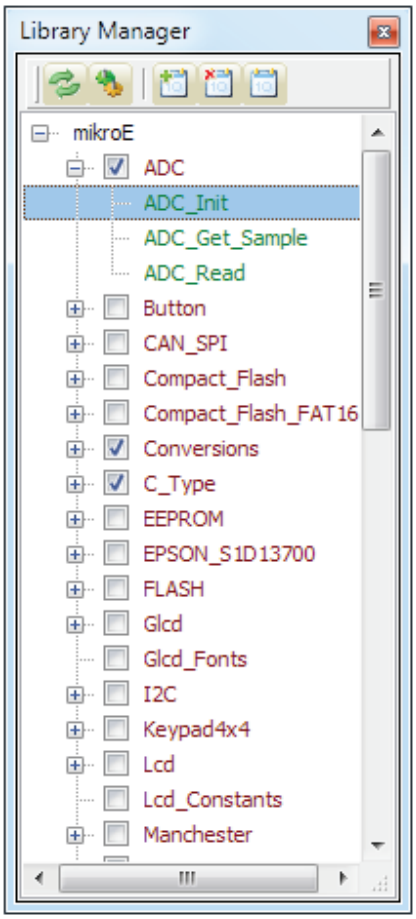


Figura 36 – Gerente de bibliotecas del Mikrobasic Pro

- **Proteus** [16]

Es un compilador de programas de diseño y simulación electrónica, que fue desarrollado por Labcenter Electronics y está estructurado de dos programas principales Ares e Isis, que contienen el módulo VSM

Isis. - El programa Isis, Intelligent Schematic Input System (Sistema de Enrutado de Esquemas Inteligente) permite diseñar el plano eléctrico del circuito que se desea realizar con componentes muy variados, desde resistencias, hasta una gran variedad de microprocesadores o microcontroladores, incluyendo fuentes de alimentación, generadores de señales y muchos otros componentes con diferentes opciones. Los diseños

[16] http://es.wikipedia.org/wiki/Proteus_(electr%C3%B3nica)

realizados en Isis pueden ser simulados en tiempo real, mediante el módulo VSM que interactúa directamente con Isis. Para la elaboración del proyecto se usaron varios componentes los cuales pueden ser observados en el esquema lógico que se encuentra en el anexo 5.

Módulo VSM.- Es el Virtual System Modeling (Sistema Virtual de Modelado), y es una extensión integrada de Isis, cuyo objetivo es el de permitir una simulación en tiempo real, con el propósito de detectar fallas más rápidamente también permite introducir el programa que controlará el microcontrolador con cada una de sus salidas, y al mismo tiempo, simulando las tareas que queramos que se lleve a cabo con el programa.
En este módulo se pueden simular circuitos con microcontroladores conectados a distintos dispositivos, como motores, lcd´s, teclados en matriz, etc. Y las familias de PIC's PIC10, PIC12, PIC16, PIC18, PIC24 y dsPIC33. Isis es el corazón del entorno integrado proteus, debido a que combina un entorno de diseño de una potencia excepcional con una enorme capacidad de controlar la apariencia final de los dibujos.

Ares.- Advanced Routing and Editing Software (Software de Edición y Ruteo Avanzado); es una herramienta de enrutado, ubicación y edición de componentes, se utiliza para la fabricación de placas de circuito impreso, permitiendo editar generalmente, las capas superficial (Top Copper), y de soldadura (Bottom Copper), las placas de enrutamiento del proyecto se pueden observar en el anexo 4.
Existen dos maneras de ejecutar el ares de forma manual y automática.
La forma manual se ejecuta ares directamente, y se va ubicando cada componente en el circuito, tomando en cuenta al DRC (Design Rules Checker, verificador de reglas de diseño), y se puede trazar las pistas directamente.
En la forma automática el propio programa puede trazar las pistas, si se guarda previamente el circuito en isis, y haciendo clic en el ícono de ares.

En la figura 37 podemos observar una vez que se ha realizado el ruteo en el compilador la manera más adecuada de realizar el impreso en la placa y la ubicación los dispositivos o elementos usados en el proyecto.

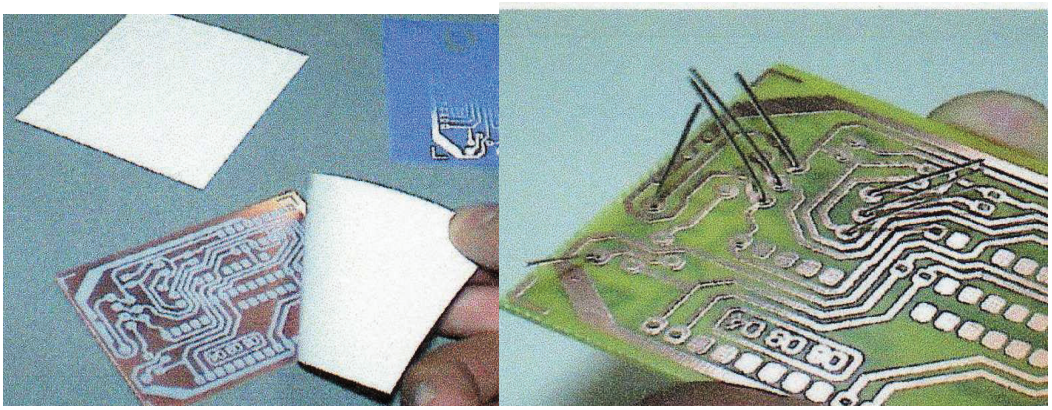


Figura 37 – impreso y ubicación de dispositivos en la placa

En la figura 38 podemos observar el lcd en el módulo dental y la placa terminada con los elementos y los sensores de proximidad usados para la detección de las piezas de mano del módulo dental, la información detallada de los sensores se observa en el anexo 2.

Figura 38 – LCD y placa con elementos.

2.3 ETAPA DE VISUALIZACIÓN.

El LCD tiene un aspecto físico como el mostrado en la figura 39, Está constituido por un circuito impreso en el que están integrados los controladores del display y los pines para la conexión del display. Sobre el circuito impreso se encuentra el LCD en sí, rodeado por una estructura metálica que lo protege.

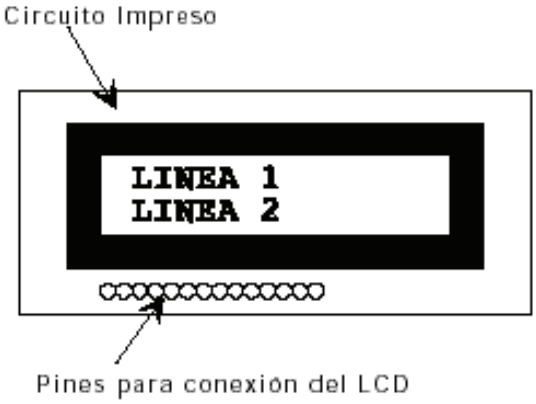


Figura 39 - Aspecto físico del LCD.

En total se pueden visualizar 2 líneas de 16 caracteres cada una, es decir, 2x16=32 caracteres, como se muestra en la Figura 40.

Figura 40 - Capacidad de visualización de caracteres del display.

A pesar de que el display sólo puede visualizar 16 caracteres por línea, puede almacenar en total 40 por línea. Es el usuario el que especifica qué 16 caracteres son los que se van a visualizar.

2.4 ETAPA DEL MÓDULO DENTAL

El módulo dental, lo que permite es la facilidad del odontólogo a la hora de dar atención a los pacientes, concentra y pone al alcance de la mano todo lo necesario para la aplicación de los diversos tratamientos.

2.4.1 MÓDULO DENTAL (BRAKE o CARRO)

El brake o carro contiene varios componentes para facilitar y agilizar el trabajo de un especialista odontológico como son:

- Bandeja porta instrumentos
- Mangueras para piezas de mano y jeringa
- Manómetros e indicadores de presión (análogos)
- Llaves de paso o interruptores
- Piezas de mano
  - → Piezas de alta velocidad
  - → Piezas de baja velocidad
  - → Jeringa triple
- Unidad ultrasónica
- Otros

2.4.1.1 Bandeja porta instrumentos.

Utilizada básicamente para la colocación de los instrumentos a utilizar por parte del odontólogo y su asistente.

Primordialmente está construida a base de aluminio o acero inoxidable, esto con el fin de poder ser esterilizada.

2.4.1.2 Mangueras para piezas de mano y jeringa.

Las mangueras tienen la función de interconectar las piezas de mano con las válvulas, permitiendo transportar agua y aire, estas deben ser colocadas según se muestra en la figura 41.

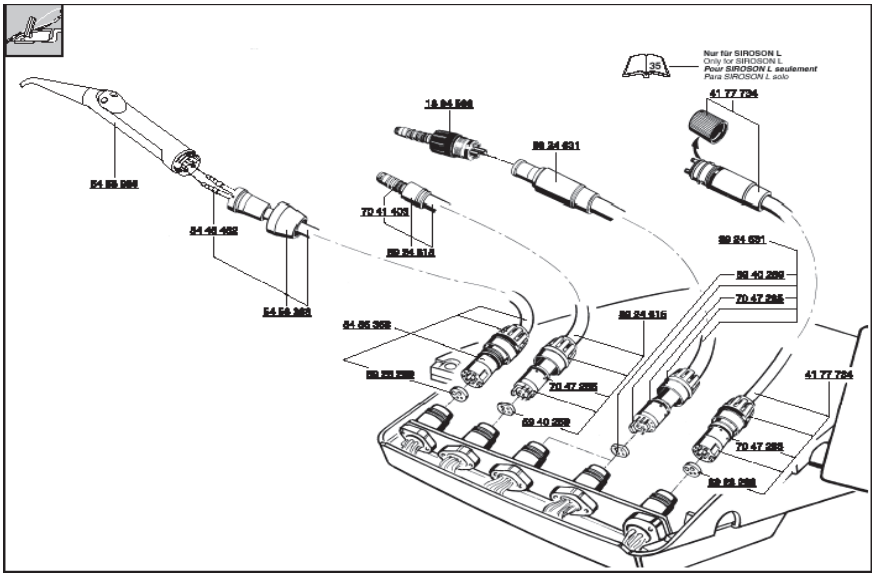


Figura 41 – Ubicación de las piezas de mano y jeringa triple

2.4.1.2.1 Tipos de mangueras para micromotores y turbinas.

Dentro de los tipos de mangueras para los micromotores encontramos dos modelos diferentes que son los siguientes:

- Manguera 4VLM gris universal para turbinas y micromotores con retorno de aire no canalizado.
- Manguera 4VLM negra universal para turbinas y micromotores con retorno de aire canalizado.

2.4.1.2.1.1 Manguera 4VLM gris universal para turbinas y micromotores con retorno de aire no canalizado.

Descripción: Manguera 4VLM con retorno de aire canalizado de Diámetro 10 de color gris para turbinas, micromotores de aire y micromotores eléctricos MC3, con o sin luz. Manguera con enlace de 4 orificios, con toma eléctrica, con retorno de aire no canalizado de 1,7 metros de silicona como se muestra en la figura 42

Figura 42 – Manguera

2.4.1.2.1.2 Manguera 4VLM negra universal para turbinas y micromotores con retorno de aire canalizado

Descripción:

Manguera 4VLM con retorno de aire canalizado de Diámetro 11 de color negro para turbinas, micromotores de aire y micromotores eléctricos MC3, con o sin luz. Manguera con conexión fija, con retorno de aire canalizado de 1,7 metros de silicona.

2.4.1.3 Manómetro de presión Análogo

Un manómetro es un tubo; casi siempre doblado en forma de U, que contienen un líquido de peso específico conocido, cuya superficie se desplaza proporcionalmente a los cambios de presión, y se lo puede observar en la figura 43.

Figura 43 – Manómetro analógico

2.4.1.4 Piezas de mano. [17]

Se clasifican según:

- Composición de fresas.
- Velocidad de giro.

2.4.1.4.1 Composición de fresas.

Las fresas están compuestas de los siguientes materiales:

- Acero carbono
- Carburo Tungsteno
- Diamantes

Se puede observar en la figura 44 la composición interna de las fresas.

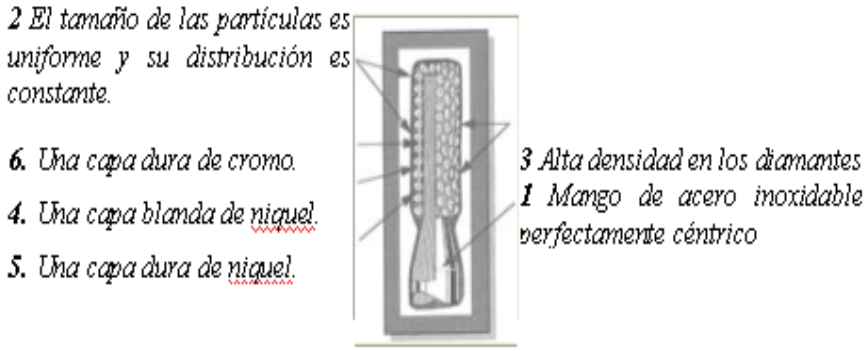


Figura 44 – Composición de fresas

2.4.1.4.2 Velocidad de giro.

Existen piezas de mano como se muestra en la figura 45, que permiten trabajar al especialista odontológico con diferentes velocidades y son las siguientes:

- Piezas de Alta Velocidad
- Piezas de Baja Velocidad
- Jeringa Triple

---

[17] (2011, 08). Pieza De Alta Velocidad Fibra Óptica. *BuenasTareas.com*. Recuperado 08, 2011, de http://www.buenastareas.com/ensayos/Pieza-De-Alta-Velocidad-Fibra-Optica/2618015.html

Figura 45 - Piezas de Mano.

2.4.1.4.2.1 Piezas de mano de alta velocidad

- Sistema para desgaste de dientes, hueso y eliminación de material dental del paciente.
- Es accionado por un control de pie.
- Movida por presión aire.
- Rotación va de los 300.000 a 400.000 r.p.m.
- Funciona con presión aprox. de 30 a 40 psi.

Para su correcta operación necesita de:

- AGUA: Para estar enfriando el área de tratamiento en la pieza dental, al girar a una velocidad tan alta se produce roce entre la broca (fresa) y el diente por lo cual se usa agua, en forma de spray o nebulizador, además sirve de agente refrigerante y así no afectar el diente ni nervio del paciente.

- AIRE: se encarga de poner en rotación a la turbina, a una alta velocidad y así transmitir esta rotación la broca la cual va a ser usada en la perforación del diente.

Características de las piezas de mano de alta velocidad son las siguientes:

- Velocidad no menor de 300.000 rpm

- Sistema de spray
- Totalmente metálica
- Peso Ligero: Reduce fatiga del operador y mejora la maniobrabilidad.
- Compacta: Provee fácil acceso dentro de la cavidad bucal.
- Seguridad de Esterilización: Puede ser esterilizada a 121° C.
- Preferiblemente Silenciosa: Con la incorporación de anillos de suspensión en el rotor como se muestra en la figura 46.

Componentes de la pieza de alta velocidad:

- Turbina
- Tapa de cabeza
- Conductores de agua y aire
- Sellos de hule
- Mango o cuerpo
- Cabeza de turbina
- Reguladora de spray y aire

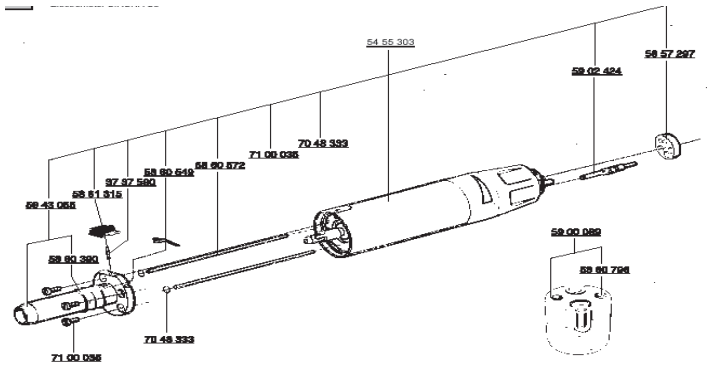


Figura 46 – Pieza de mano de alta velocidad.

2.4.1.4.2.2 Piezas de baja velocidad

- Se usa especialmente para pulido o acciones que necesiten una manipulación lenta y con un torque alto es un sistema de fuerza y no de velocidad por lo cual es más sencillo de manipular.

- No sobrepasan los 50.000 rpm y se puede visualizar en la figura 47.

Características:

- Alto poder de torque
- Cabezas cambiables
- Dos sentidos de giro
- Cabezas de contrangulo
- Acople al sistema(eléctrico neumático o mecánico

Se pueden encontrar de tres tipos:

- **Mecánico:** consta de un motor eléctrico y un sistema de brazos y poleas que transmiten su movimiento de rotación a la pieza de mano.
- **Micromotor:** este es un sistema sumamente pequeño de bajo voltaje, el cual transmite su movimiento de rotación por medio de piñones sujetos a un eje.
- **Neumáticos:** es accionado por aire y transmite sus movimientos por medio de acoplamientos de un eje y un juego de piñones se diferencia de la pieza de alta en que tiene dos sentidos de rotación.

Componentes de la pieza de baja velocidad:

- Turbina
- Tapa de cabeza
- Conductores de aire
- Sellos de hule
- Mango o cuerpo
- Cabeza de turbina
- Reguladora de aire
- Control de pie
- Switch para cambio de giro

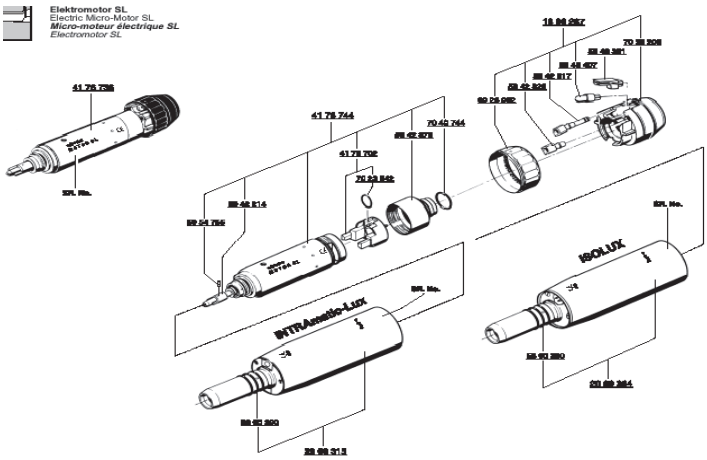


Figura 47 – Pieza de mano de baja velocidad.

2.4.1.4.2.3 Jeringa Triple

Es la encargada de suministrar agua, aire y aerosol para limpieza de cavidades bucales, se la puede observar en la figura 48.

Las funciones de esta son tres principales:

- Aire para secado de cavidades
- Agua para lavado y arrastre de residuos
- Aerosol o spray para lavado y arrastre más eficaz de residuos.

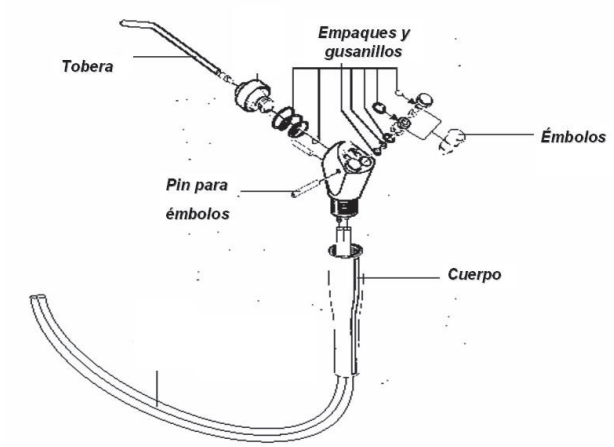


Figura 48 - Jeringa Triple.

Características.

- Botones o émbolos con código de colores (azul: agua y aire: amarillo) o indicadores de función

- Tobera cambiable
- Fácil manipulación cabeza pequeña
- Material resistente a limpieza y esterilización
- De fácil mantenimiento

Partes Principales

- Émbolos
- Bloque regulador de Aire y Agua
- Tobera o punta
- Cuerpo o mango

2.5 INSTALACIÓN DEL MÓDULO DENTAL

1) Se fija la bandeja porta instrumentos a la base,
2) Se ubica los puntos de suministro agua, aire, como se muestra en la figura 49.

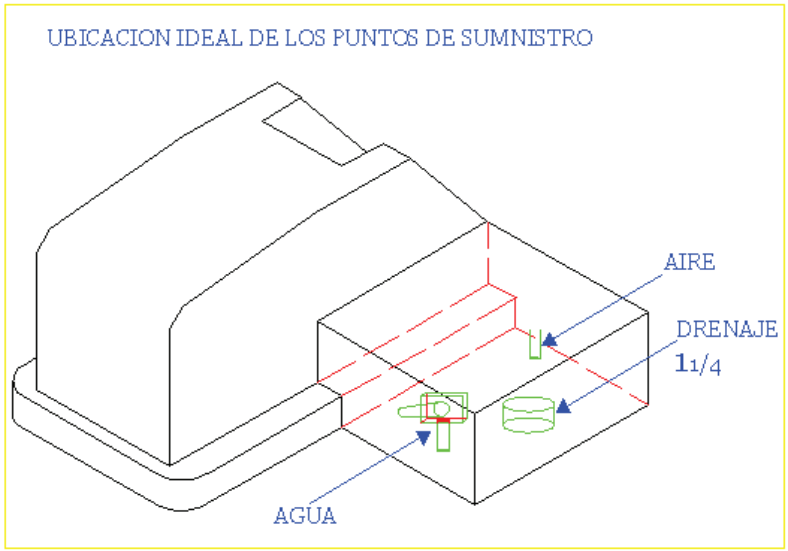


Figura 49 - Ubicación de los puntos de suministro de agua, aire.

3) Se localiza en la tarjeta electrónica la parte de control, como se puede observar en la figura 50.

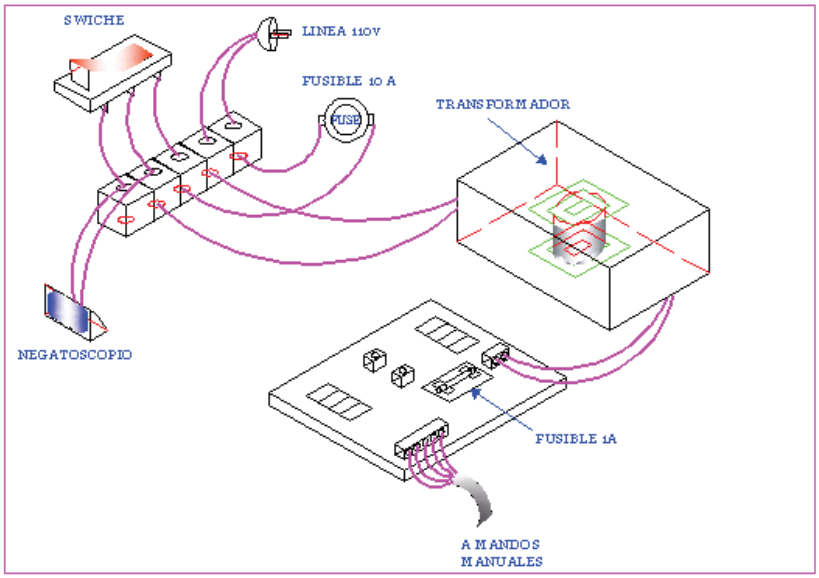


Figura 50 - Ubicación de dispositivos en la tarjeta electrónica.

4) Se introduce las mangueras y cables en la caja de control

   Nota: No permita que las mangueras y cables se enrosquen; al meterlas paralelas se facilitará su paso.

5) Se pasa la manguera por el agujero del cobertor superior. En este punto se separan los cables eléctricos que vienen del módulo y las mangueras de aire y agua.

   Nota: Se debe tomar en cuenta que el color gris es para aire y el azul es para agua.

6) Se conecta los dos cables del negatoscopio a sus correspondientes puntos señalados.

7) Se conecta la manguera gris de 1/16 a la entrada del distribuidor de aire, las salidas conecte con manguera gris de 1/16 a cada una de las válvulas.

Válvula de aire y agua

El aire llega hasta la válvula del pedal con 80 libras/pulgada², y sigue, después del accionamiento, para el distribuidor de aire que, por su vez, lo deriva para las válvulas direccionales, que cuando accionadas liberan el aire para las válvulas neumáticas, como se muestra en la figura 51.

Figura 51 - Válvula de aire y agua

8) Las regulaciones de las válvulas se colocan a un costado del módulo, permitiendo que la regulación este libre para maniobrar.

9) Luego de colocadas las válvulas neumáticas se conecta la Jeringa Triple y las otras piezas de mano.

   Nota: Verificar en la jeringa triple, la distribución de las mangueras de agua y aire.

10) Se coloca en la botella de agua el Bocal botella pet, que va a comunicarse por medio de una T de distribución a los distintos dispositivos que utilizan agua como se visualiza en la figura 52.

Figura 52 - Válvula de aire y agua

11) Se instala las mangueras de entrada de aire del compresor que se muestra en la figura 53, el cual debe tener una salida mínima de 80 psi.

Figura 53 – Manguera conectado al compresor.

CAPÍTULO 3

CONTROL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

3.1 PULSANTES.

Los pulsantes que trabajarán en el dispositivo cumplen con varias funciones, las que se describen en la tabla 4.

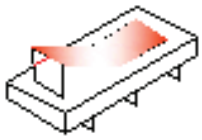
SWICHE 	Presionando este interruptor se controla el encendido y apagado
RESET	Presionando este pulsante se reinicia el proceso
NEGATOSCOPIO	Presionando este pulsante se controla el encendido y apagado del negatoscopio.
OK	Presionando este pulsante se acepta el pre-operación.

Tabla 4 – Descripción de Pulsantes.

3.2 MANUAL DE ENCENDIDO

1) Presionar el switch de encendido que se observa en la figura 54.

Figura 54 - Switch de encendido.

2) Aparece en la pantalla del LCD un barrido de derecha a izquierda como se muestra en la figura 55.

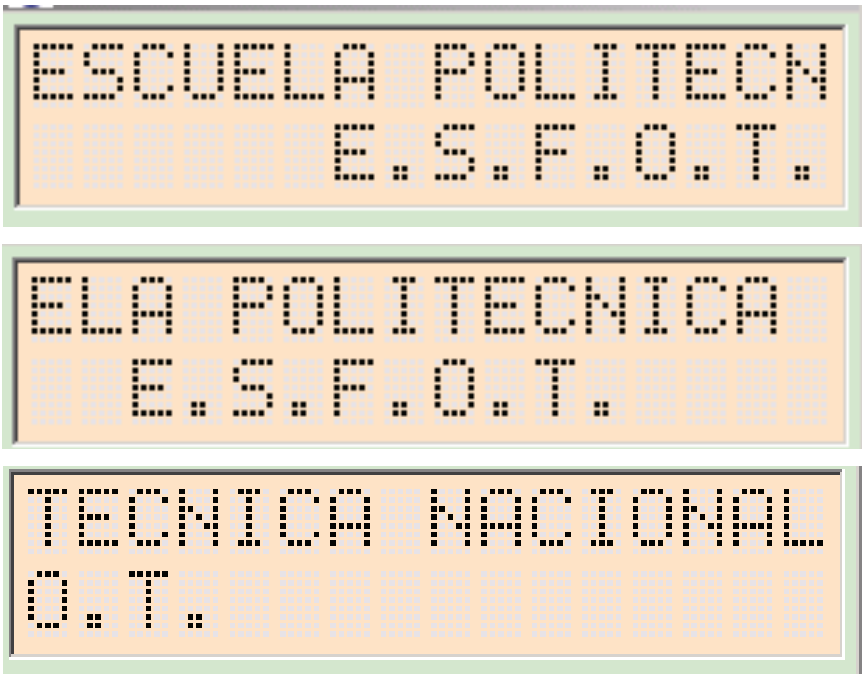


Figura 55 – Barrido de derecha a izquierda, ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

3) Luego de un tiempo de 3 segundos aparece en la pantalla del LCD un barrido de derecha a izquierda como se observa en la figura 56.

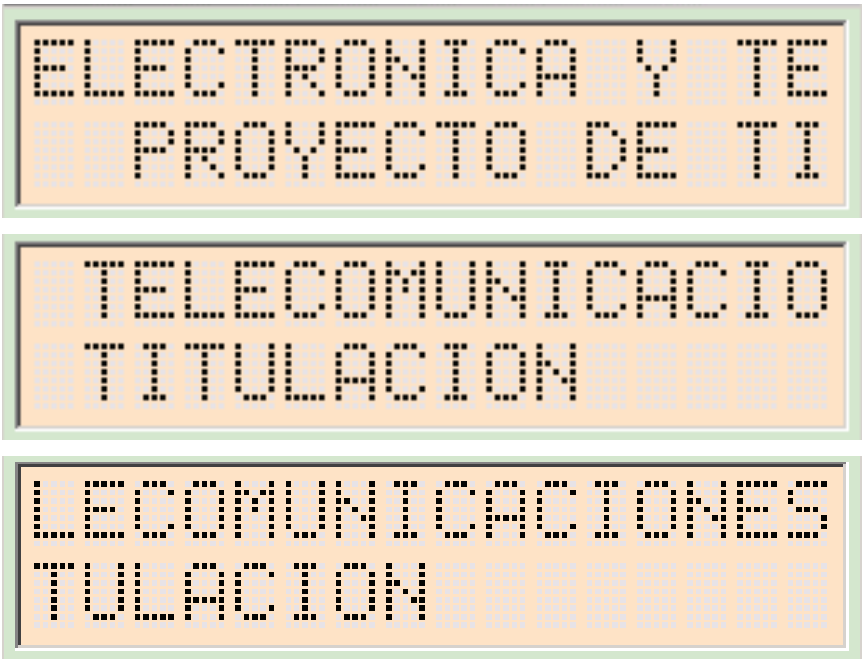


Figura 56 – Barrido de derecha a izquierda, PROYECTO DE TITULACION.

4) Luego de un tiempo de 4 segundos aparece en la pantalla del LCD un barrido de derecha a izquierda con los nombres autores del proyecto como se observa en la figura 57.

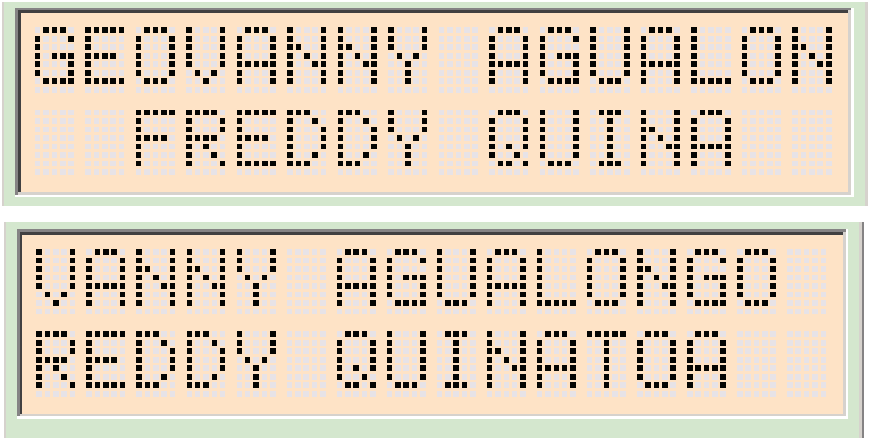


Figura 57 – Barrido de derecha a izquierda, autores del proyecto

5) Después de un tiempo de 3 segundos aparece en la pantalla del LCD dos valores, que son los valores de voltaje de polarización del PIC16F877 y del voltaje de alimentación de la red, que se puede visualizar en la figura 58.

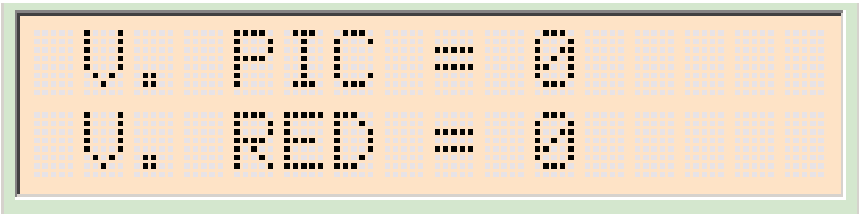


Figura 58 - Valores de voltaje.

3.3 CHEQUEO DE PREOPERACIÓN

1) Después de 3 segundos aparece en la pantalla el siguiente mensaje, que se puede visualizar en la figura 59.

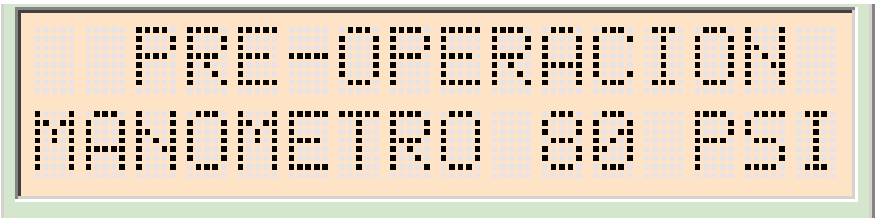


Figura 59 - Función del pre-operacional.

El cual solo desaparecerá al presionar el pulsante OK que se muestra en la figura 60, después de revisar que el manómetro marque 80 psi.

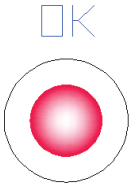


Figura 60 - Pulsante OK.

2) Luego de presionado el pulsante OK una vez aparece el mensaje que se visualiza en la figura 61.

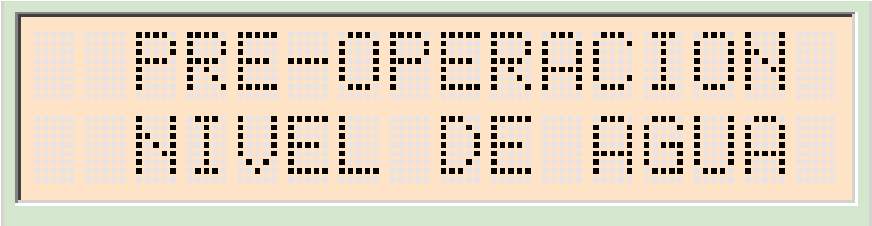


Figura 61 – Pantalla para revisión del nivel de agua

El cual solo desaparecerá al presionar el pulsante OK, después de revisar que el nivel de agua no sea bajo.

3.4 USO DE LAS PIEZAS DE MANO

La pantalla del LCD quedara en un estado fijo con el mensaje que se puede observar en la figura 62.

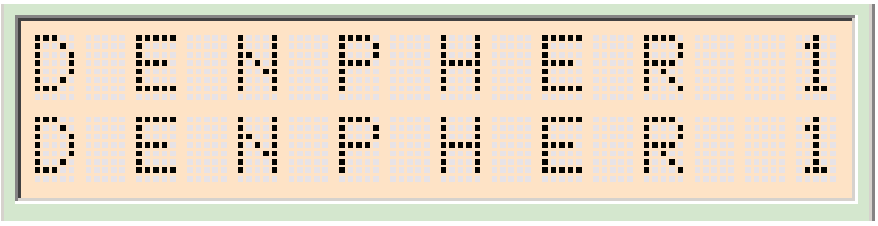


Figura 62 - Modo standby.

1) Al retirar la pieza de mano uno del Holder aparecerá en la pantalla del LCD el mensaje que se visualiza en la figura 63.

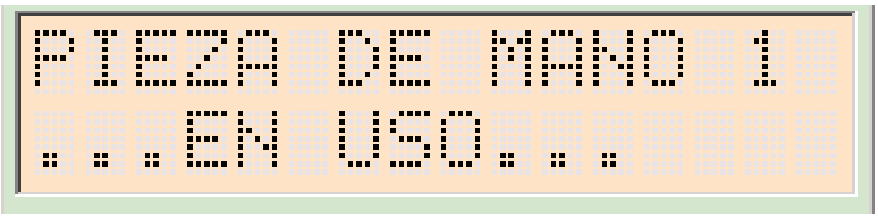


Figura 63 - Utilización de la Pieza de mano 1

2) Al retirar la pieza de mano dos del Holder aparecerá en la pantalla del LCD el aviso que se muestra en la figura 64.

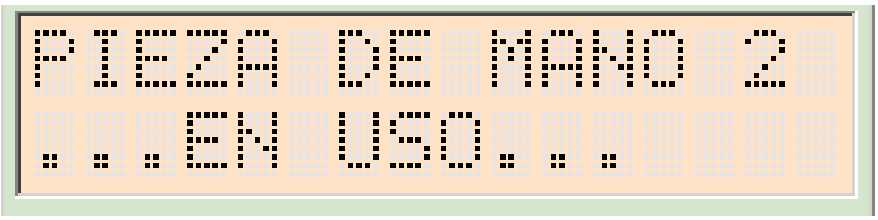


Figura 64 - Utilización de la Pieza de mano 2.

3) Al retirar la pieza de mano tres del Holder aparecerá en la pantalla del LCD el comunicado que se observa en la figura 65.

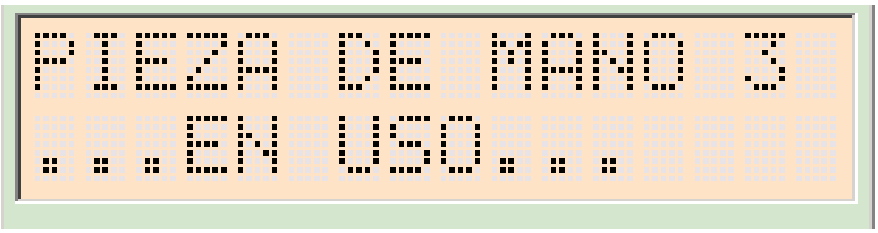


Fig. 65 - Utilización de la Pieza de mano 3

4) Al retirar la jeringa triple del Holder aparecerá en la pantalla del LCD el mensaje que se muestra en la figura 66.

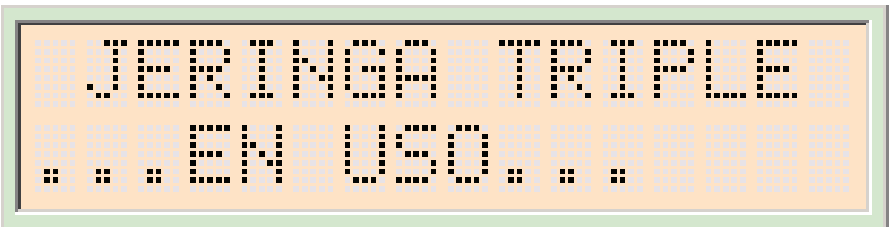


Figura 66 - Utilización de la Jeringa Triple.

5) Al presionar el pulsante del negatoscopio que se observa en la figura 67.

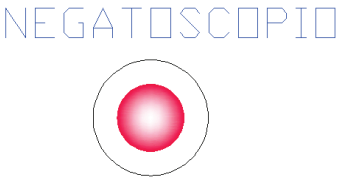


Figura 67 - Pulsante NEGATOSCOPIO.

Aparecerá en la pantalla del LCD el siguiente comunicado de operación, como se muestra en la figura 68.

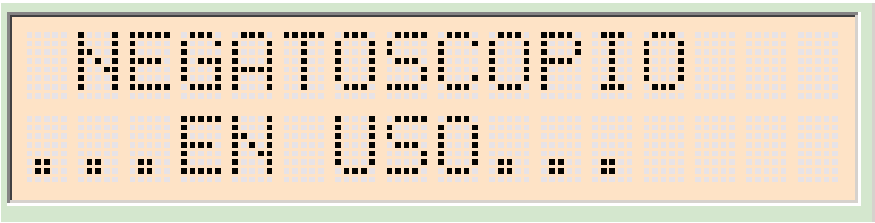


Figura 68 - Uso del Negatoscopio.

6) Al presionar el pulsante reset que se muestra en la figura 69.

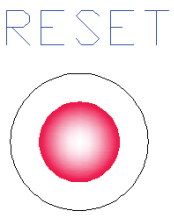


Figura 69 - Pulsante RESET.

Se reiniciará todo y regresará a la pantalla inicial de encendido.

3.5 GUÍA DE MANTENIMIENTO DEL OPERADOR DEL EQUIPO ODONTOLÓGICO

3.5.1 RUTINA DIARIA

ANTES DE COMENZAR LAS LABORES:

1) Abrir las válvulas de aire, agua así como el encendido de la alimentación eléctrica.

2) Cerrar drenaje del compresor: Una vez activado el sistema eléctrico, el operador cierra la válvula de drenaje del agua acumulada en el tanque.

   Es importante para evitar el escape de aire y para que el compresor haga su primer ciclo de parada, poner en funcionamiento el compresor y la unidad odontológica.

3) Comprobar que el compresor haga su primer ciclo de parada: El operador debe verificar que una vez en funcionamiento el compresor debe parar automáticamente.

4) Lubricar la pieza de mano con aceite en spray. Esto a través del conducto grueso (de aire), para lubricar turbina y recámara.

5) Verificar el funcionamiento de la jeringa triple.

6) Verificar el funcionamiento de la lámpara del negatoscopio: verificar que encienda correctamente.

AL FINALIZAR LAS LABORES

1) Drenar el compresor.
2) Limpiar el amalgamador
3) Limpiar el cavitrón con algodón y alcohol.
4) Limpieza exterior del módulo y de las instalaciones al finalizar las labores.
5) Al terminar las labores cortar el fluido eléctrico totalmente, así como cerrar válvulas de agua o aire.

3.5.2 RECOMENDACIONES PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

Dos veces por semana se debe realizar las acciones que se indican a continuación:

1) Lubricar la jeringa triple, colocando dos gotas de aceite líquido (generalmente aceite Titán) en cada botonera. Luego accionarla.

2) Limpieza de la lámpara del negatoscopio con algodón húmedo y seco para la pantalla.

3) Lubricar el micromotor cada 3 días con aceite líquido (aceite titán o el recomendado por el fabricante), colocando 5 gotas de este en el conducto grueso.

4) Lubricar la pieza de mano con aceite líquido (Titán o el recomendado por el fabricante) colocando 5 gotas de aceite titán en el conducto grueso (de aire).

5) Limpieza del exterior de la pieza de mano de baja velocidad con algodón impregnado con alcohol.

6) Limpiar la punta del cavitrón con una cuerda de guitarra #2.

7) Realizar la rutina anterior (diaria)

Se recomienda semanalmente realizar las siguientes acciones:

1) Lubricar partes móviles de la lámpara dental.

2) Limpiar la superficie externa del compresor.

3) Realizar las rutinas anteriores.

Es recomendable realizar quincenalmente las siguientes acciones:

1) Lavar la pieza de mano con alcohol, removiendo la fresa y activando la pieza de mano mientras se encuentra sumergida en alcohol durante 2 minutos. Luego realizar el engrase con la jeringa engrasadora. No olvidar realizar las lubricaciones con aceite en spray y líquido descritas en las rutinas diarias y de dos veces por semana.

2) Realizar todas las demás rutinas anteriores.

Se debe trimestralmente realizar lo siguiente:

1) Revisar la fecha de cambio de aceite del compresor.

2) Realizar las rutinas correspondientes.

CONCLUSIONES

- El uso del microprocesador PIC tiene ventajas competitivas en el medio, y su uso es muy práctico al momento de programar en el mikroBasic Pro for Pic, dando facilidades en el desarrollo ya que existe amplia información referente y sobretodo los costos del microprocesador son bastante accesibles.

- En el diseño del Hardware que será manejado por el microcontrolador, es necesario considerar primordialmente, la corriente máxima que puede soportar, caso contrario la consecuencia sería la destrucción del microcontrolador.

- La realización del presente proyecto arroja resultados positivos en lo referente a la viabilidad en la implementación de un sistema digitalizando el uso de cada instrumento.

- Cabe recalcar que todos los dispositivos que se usaron en el diseño y la construcción están disponibles en el mercado al igual que la información referente permitiendo viabilizar el proyecto.

- El presente proyecto muestra bases sólidas para un desarrollo en una implementación posterior en otros cuadrimodulares del mismo fabricante u otros con similares características.

- El presente trabajo pretende contribuir al mejoramiento del servicio odontológico, aplicando conceptos tecnológicos que no tienen otra finalidad más, que la de facilitar las actividades realizadas por los Doctores especialistas en Odontología.

RECOMENDACIONES

- Siempre es recomendable verificar el nivel de voltaje que proporciona la fuente de alimentación antes de someter al PIC a funcionamiento.

- Es recomendable utilizar el regulador de voltaje 7805 que nos entrega exactamente 5v, o por último se puede utilizar un circuito con diodo zener de 5.1v

- Es importante en el momento del dimensionamiento de los dispositivos electrónicos, tomar muy en cuenta las especificaciones dadas por el fabricante.

- Se debe tomar muy en cuenta que la presión existente a la salida del compresor se encuentre a un máximo de 80 psi, para evitar que las mangueras exploten.

- La regulación de las válvulas neumáticas dupla para cada una de las piezas de mano debe estar calibrado.

- Antes de iniciar cualquier trabajo se debe tomar en cuenta la lubricación de las piezas de mano para evitar obstrucción de las mismas y por ende mal funcionamiento o daño de las válvulas que conforman el equipo.

- Si el botellón de agua se encuentra vacio, es recomendable cerrar la llave de paso de aire del compresor hacia el equipo, drenar el aire existente en el equipo odontológico, y proceder al llenado de agua.

- En el botellón es recomendable colocar agua destilada, para evitar que impurezas puedan taponar las tuberías.

BIBLIOGRAFÍA

- José Adolfo González V., McGraw Hill, Introducción a los microcontroladores.

- Tavernier, Microcontroladores PIC, Editorial Paraninfo

- Angulo y otros, Microcontroladores PIC (La solución en un solo chip). Editorial Paraninfo.

- Angulo y otros. Microcontroladores PIC, Diseño de aplicaciones. McGraw Hill.

- Tekcien Ltda. Cursos sobre Microcontroladores PIC, Niveles Básico y Avanzado.

- Embedded Control Handbook, Microchip PIC 16/17 microcontroller data Book.

- User's Guide, Microchip MPASM assembler.

- User's Guide, Microchip MPLAB IDE

- J. Ma. Angulo Usategui, E. Martín Cuenca y J. Angulo Martínez. Microcontroladores PIC, Editorial Parafino, 1997.

- J. Ma. Angulo Usategui, E. Martín Cuenca y J. Angulo Martínez, Aplicaciones de los microcontroladores PIC de Microchip, Editorial McGraw Hill, 1998.

- Data Book, Microchip Technology Inc. Microchip PIC Microcontrollers. Microchip, The embedded control solutions company, 1997

- TLGO. CARLOS REYES, Aprenda rápidamente a programar Microcontroladores PIC.

- Advanced I, Manual Técnico. Marcbelle.

- Girox, Manual del técnico y del usuario, Línea Sonata

- Universidad de Castilla-La Mancha, Laboratorio de Electrónica.

- http://www.denpher.com

- http://www.giroxltda.com/simphony.htm

- http://www.marcbelle.com.br

- http://www.sensors.com.

- Becerra, H. A. G., Gallego, H. O., & Bermúdez, C. A. C. (2007). Los microcontroladores pic16f877 y su aplicación en prácticas de laboratorio.*Scientia et Technica*, *5*(37).

- Vicente, M. A., Fernández, C., & Robles, M. N. (2008). Metodología desarrollada para prácticas de programación de microcontroladores PIC. *VIII TAEE, July*, 2-4.

- (2011, 08). Pieza De Alta Velocidad Fibra Óptica. BuenasTareas.com. Recuperado 08, 2011, de http://www.buenastareas.com/ensayos/Pieza-De-Alta-Velocidad-Fibra-Optica/2618015.html

- Nistal, F. J. C. (2008). Automatismos eléctricos, neumáticos e hidráulicos. Editorial Paraninfo.

ANEXOS

ANEXO 1. CÓDIGOS FUENTE

ID DEL PROGRAMA DEL MICROPROCESADOR

```
program Programa2
```

DECLARACIÓN DE VARIABLES

```
symbol l1= portc.4
symbol l2= portc.5
symbol l3= portc.6
symbol l4= portc.7
SYMBOL RELE = PORTC.0
symbol pulsador = portb.0
```

DECLARACIÓN DE VARIABLES DEL LCD

```
' Lcd module connections
dim LCD_RS as sbit at Rd2_bit
   LCD_EN as sbit at Rd3_bit
   LCD_D4 as sbit at Rd4_bit
   LCD_D5 as sbit at Rd5_bit
   LCD_D6 as sbit at Rd6_bit
   LCD_D7 as sbit at Rd7_bit

   LCD_RS_Direction as sbit at TRISd2_bit
   LCD_EN_Direction as sbit at TRISd3_bit
   LCD_D4_Direction as sbit at TRISd4_bit
   LCD_D5_Direction as sbit at TRISd5_bit
   LCD_D6_Direction as sbit at TRISd6_bit
   LCD_D7_Direction as sbit at TRISd7_bit
' End Lcd module connections
DIM I AS BYTE
DIM PRIMERA AS BYTE
DIM SEGUNDA AS BYTE
DIM TERCERA AS BYTE
```

```
DIM ESTADO AS BYTE
DIM CAMBIO AS BYTE
dim txt1 as string[16]
dim txt2 as string[16]
dim txt3 as string[16]
dim txt4 as string[16]
dim dato as word
dim dato1 as word
dim dato2 as word
dim dato3 as word
dim dato4 as word
dim p1 as byte
dim p2 as byte
dim p3 as byte
dim p4 as byte
dim vcc as word
dim vred as word
dim v1 as float
dim v2 as float
dim salir as byte
```

SUBRUTINA DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD

```
sub procedure sensor
    dato1 = ADC_Read(2)          'Lectura analoga del canal 2 pin 4
    dato2 = ADC_Read(3)          'Lectura analoga del canal 3 pin 5
    dato3 = ADC_Read(4)          'Lectura analoga del canal 4 pin 7
    dato4 = ADC_Read(5)          'Lectura analoga del canal 5 pin 8

    if dato1>300 then p1=0 else p1=1 end if
    if dato2>300 then p2=0 else p2=1 end if
    if dato3>300 then p3=0 else p3=1 end if
    if dato4>300 then p4=0 else p4=1 end if
end sub
```

main:

CONFIGURACIÓN DE PUERTOS

```
PORTC = 0                    ' set PORTC to 0
 TRISC = 0                   ' designate PORTC pins as output
 PWM2_Init(5000)
 PWM2_Start()
 PWM2_Set_Duty(127)
 trisb=255
 trisa=255
  adcon1=0
 trise.0=1
```

INICIALIZACIÓN DEL LCD

```
 Lcd_Init()
 Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)
 Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF)
 Lcd_Out(1,1,txt1)
 salir=0
 Lcd_Out(1,1,"ESCUELA POLITECNICA NACIONAL")          ' Write text in
first row
 Lcd_Out(2,1,"       E.S.F.O.T          ")            ' Write text in first row
 Delay_ms(500)
 for i=0 to 10                ' Move text to the right 4 times
    Lcd_Cmd(_LCD_SHIFT_left)
    delay_ms(500)
 next i
 Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)
 delay_ms(1000)
 Lcd_Out(1,1,"ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES")          ' Write
text in first row
```

```
 Lcd_Out(2,1,"  PROYECTO DE TITULACION    ")              ' Write text in first
row
 Delay_ms(1000)
 for i=0 to 13                    ' Move text to the right 4 times
    Lcd_Cmd(_LCD_SHIFT_left)
    delay_ms(500)
 next i
 delay_ms(1000)
Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)
Lcd_Out(1,1,"GEOVANNY AGUALONGO")            ' Write text in first row
Lcd_Out(2,1,"FREDDY QUINATOA   ")              ' Write text in first row
delay_ms(3000)
Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)
```

CONFIGURACIÓN DE VOLTAJES ENTRADAS ANALÓGICAS

```
while salir<6
     inc(salir)
     vcc = ADC_Read(1)
     vred = ADC_Read(0)
     v1=vred
     v1=v1*50/1023 + 0.6
     v2=vcc
     v2=v2*5000/1023
     FLOATTOSTR(v1   ,txt1)
     FLOATTOSTR(v2   ,txt2)
     Lcd_Out(1,1,"V. PIC = ")
     Lcd_Out(2,1,"V. RED = ")
     Lcd_Out(1,12,txt1)
     Lcd_Out(2,12,txt2)
     delay_ms(500)
wend
salir=0
Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)
```

CONFIGURACIÓN DE ETAPA PRE-OPERACIÓN

```
Lcd_Out(1,1,"  PRE-OPERACION ")
Lcd_Out(2,1,"MANOMETRO 80 PSI")
intcon2.7=0
trisb.0=1
while salir=0
    if pulsador=0 then salir=1 end if
wend
salir=0
Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)
delay_ms(1000)
Lcd_Out(1,1,"  PRE-OPERACION ")
Lcd_Out(2,1,"  NIVEL DE AGUA ")
while salir=0
    if pulsador=0 then salir=1 end if
wend
Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)
TRISC=0
l1=1 l2 =1 l3=1 l4=1
delay_ms(1000)
```

ESTADO STAND BY

```
Lcd_Out(1,1,"D E N P H E R 1 ")
Lcd_Out(2,1,"D E N P H E R 1 ")
salir=0
delay_ms(1000)
```

CONFIGURACIÓN DE PIEZAS DE MANO Y NEGATOSCOPIO

```
PRIMERA=0
SEGUNDA=0
TERCERA=0
```

```
TRISC=0
PORTC=0
CAMBIO=0
ESTADO=0
 while true
    'WORDTOSTR(ESTADO,TXT1)
    'LCD_OUT(1,16,TXT1)
    if ESTADO.0=0 then l1=0 else l1=1 end if
    if ESTADO.1=0 then l2=0 else l2=1 end if
    if ESTADO.2=0 then l3=0 else l3=1 end if
    if ESTADO.3=0 then l4=0 else l4=1 end if
     sensor

     IF PULSADOR=0 THEN
       IF CAMBIO=0 THEN CAMBIO=1 RELE=1 ELSE CAMBIO=0 RELE=0 END
IF
       DELAY_MS(300)
     END IF
    IF RELE=1 THEN
       Lcd_Out(1,1,"   NEGATOSCOPIO     ")
       Lcd_Out(2,1,"   ...EN USO...     ")
    END IF
  if RELE=0 then
   IF (ESTADO=7) OR (ESTADO=11) OR (ESTADO=13) OR (ESTADO=14) OR
(ESTADO=15) THEN
      PRIMERA=0
      SEGUNDA=0
      if p1=1 then ESTADO.0=1 else ESTADO.0=0 end if
      if p2=1 then ESTADO.1=1 else ESTADO.1=0 end if
      if p3=1 then ESTADO.2=1 else ESTADO.2=0 end if
      if p4=1 then ESTADO.3=1 else ESTADO.3=0 end if
      Lcd_Out(1,1,"REGRESE UNA PIEZA DE  ")
      Lcd_Out(2,1,"MANO A SU POSICION    ")
   END IF
```

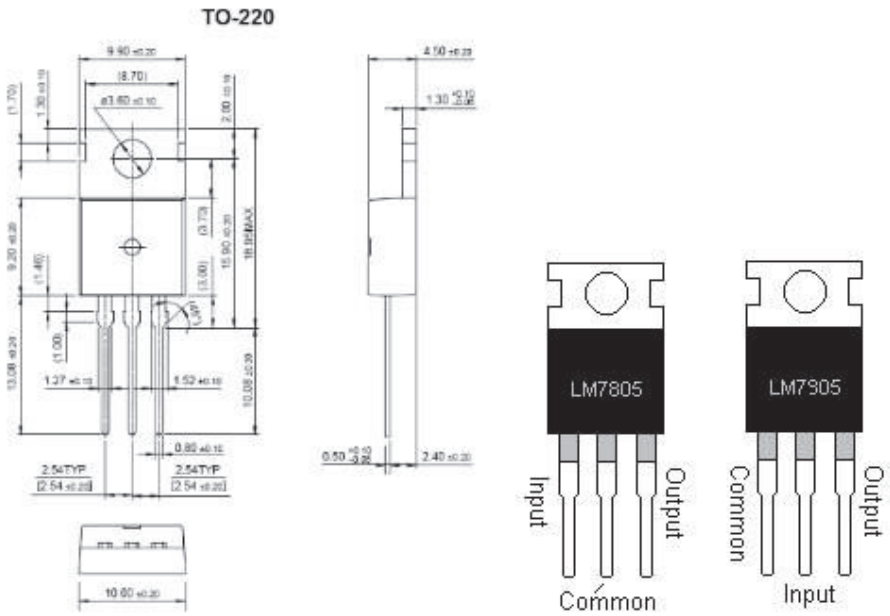
```
  IF (ESTADO=3) OR (ESTADO=5) OR (ESTADO=6) OR (ESTADO=9) OR
(ESTADO=10) OR (ESTADO=12) THEN
    PRIMERA=0
    IF SEGUNDA=0 THEN
      SEGUNDA=1
      Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)
    END IF
    if p1=1 then ESTADO.0=1 else ESTADO.0=0 end if
    if p2=1 then ESTADO.1=1 else ESTADO.1=0 end if
    if p3=1 then ESTADO.2=1 else ESTADO.2=0 end if
    if p4=1 then ESTADO.3=1 else ESTADO.3=0 end if
    if ESTADO=3 then
      Lcd_Out(1,1,"PIEZA DE MANO 1   ")
      Lcd_Out(2,1,"PIEZA DE MANO 2   ")
    end if
    if ESTADO=5 then
      Lcd_Out(1,1,"PIEZA DE MANO 1   ")
      Lcd_Out(2,1,"PIEZA DE MANO 3   ")
    end if
    if ESTADO=6 then
      Lcd_Out(1,1,"PIEZA DE MANO 2   ")
      Lcd_Out(2,1,"PIEZA DE MANO 3   ")
    end if
    if ESTADO=9 then
      Lcd_Out(1,1,"PIEZA DE MANO 1   ")
      Lcd_Out(2,1," JERINGA TRIPLE   ")
    end if
    if ESTADO=10 then
      Lcd_Out(1,1,"PIEZA DE MANO 2   ")
      Lcd_Out(2,1," JERINGA TRIPLE   ")
    end if
    if ESTADO=12 then
      Lcd_Out(1,1,"PIEZA DE MANO 3   ")
      Lcd_Out(2,1," JERINGA TRIPLE   ")
```

```
      end if
    END IF

    IF (ESTADO=0) OR (ESTADO=1) OR (ESTADO=2) OR (ESTADO=4) OR
(ESTADO=8) THEN
      IF PRIMERA=0 THEN
        PRIMERA=1
        Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)
        ESTADO=0
      END IF
      SEGUNDA=0
     if p1=1 then
       IF ESTADO.0=0 THEN
        Lcd_Out(1,1,"PIEZA DE MANO 1")
        Lcd_Out(2,1,"...EN USO...   ")
        ESTADO.0=1
       END IF
     ELSE
       ESTADO.0=0
     end if
     if p2=1 then
       IF ESTADO.1=0 THEN
        Lcd_Out(1,1,"PIEZA DE MANO 2")
        Lcd_Out(2,1,"...EN USO...   ")
        ESTADO.1=1
       END IF
     ELSE
       ESTADO.1=0
     end if
     if p3=1 then
       IF ESTADO.2=0 THEN
        Lcd_Out(1,1,"PIEZA DE MANO 3")
        Lcd_Out(2,1,"...EN USO...   ")
        ESTADO.2=1
```

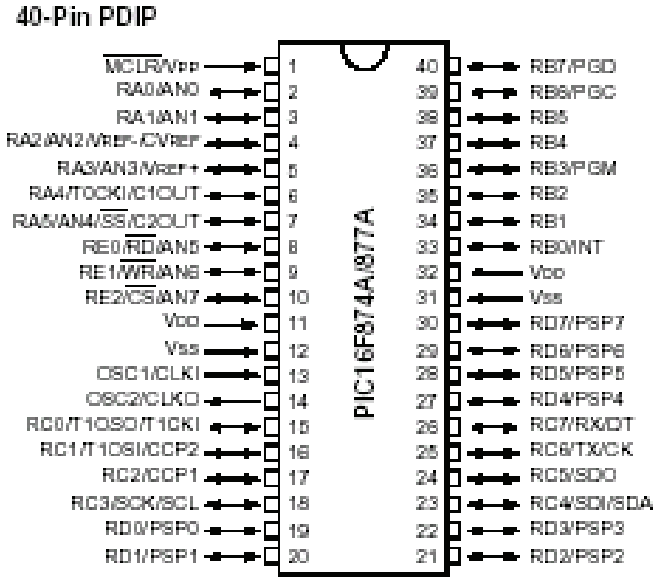
```
      END IF
    ELSE
      ESTADO.2=0
    end if
    if p4=1 then
      IF ESTADO.3=0 THEN
       Lcd_Out(1,1," JERINGA TRIPLE")
       Lcd_Out(2,1,"...EN USO...   ")
       ESTADO.3=1
      END IF
    ELSE
      ESTADO.3=0
    end if
    IF ESTADO=0 THEN
      Lcd_Out(1,1,"D E N P H E R 1 ")
      Lcd_Out(2,1,"D E N P H E R 1 ")
      ESTADO=0
    END IF
  END IF
 end if
wend

end.
```

ANEXO 2. DATA SHEET

LM7805

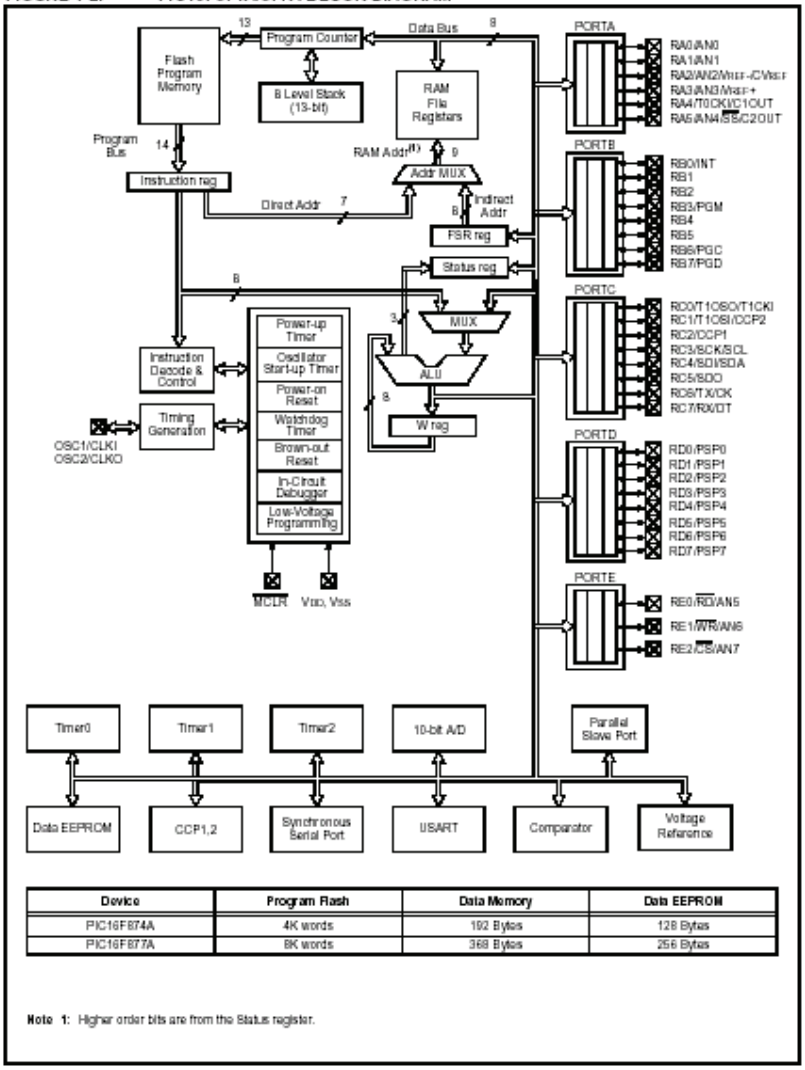


PIC16F877A



Key Features	PIC16F873A	PIC16F874A	PIC16F876A	PIC16F877A
Operating Frequency	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
Flash Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	256
Interrupts	14	15	14	15
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Analog Comparators	2	2	2	2
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN

FIGURE 1-2: PIC16F874A/877A BLOCK DIAGRAM



Device	Program Flash	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F874A	4K words	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F877A	8K words	368 Bytes	256 Bytes

Note 1: Higher order bits are from the Status register.

TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
							PORTC is a bidirectional I/O port.
RC0/T1OSO/T1CKI	15	16	32	34		ST	
RC0					I/O		Digital I/O.
T1OSO					O		Timer1 oscillator output.
T1CKI					I		Timer1 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2	16	18	35	35		ST	
RC1					I/O		Digital I/O.
T1OSI					I		Timer1 oscillator input.
CCP2					I/O		Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RC2/CCP1	17	19	36	36		ST	
RC2					I/O		Digital I/O.
CCP1					I/O		Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output.
RC3/SCK/SCL	18	20	37	37		ST	
RC3					I/O		Digital I/O.
SCK					I/O		Synchronous serial clock input/output for SPI mode.
SCL					I/O		Synchronous serial clock input/output for I^2C mode.
RC4/SDI/SDA	23	25	42	42		ST	
RC4					I/O		Digital I/O.
SDI					I		SPI data in.
SDA					I/O		I^2C data I/O.
RC5/SDO	24	26	43	43		ST	
RC5					I/O		Digital I/O.
SDO					O		SPI data out.
RC6/TX/CK	25	27	44	44		ST	
RC6					I/O		Digital I/O.
TX					O		USART asynchronous transmit.
CK					I/O		USART1 synchronous clock.
RC7/RX/DT	26	29	1	1		ST	
RC7					I/O		Digital I/O.
RX					I		USART asynchronous receive.
DT					I/O		USART synchronous data.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
— = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

FIGURE 2-1: PIC16F876A/877A PROGRAM MEMORY MAP AND STACK

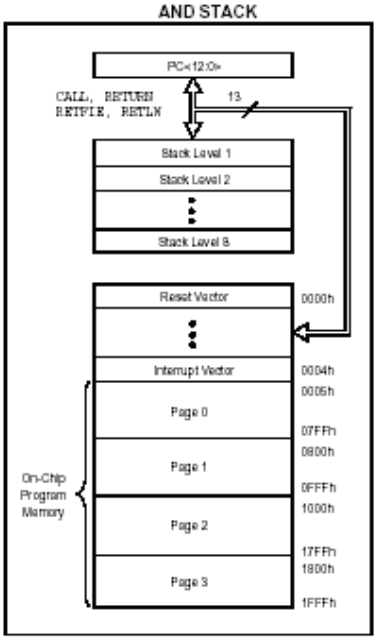


FIGURE 2-3: PIC16F876A/877A REGISTER FILE MAP

File Address	Bank 0	File Address	Bank 1	File Address	Bank 2	File Address	Bank 3
00h	Indirect addr.(*)	80h	Indirect addr.(*)	100h	Indirect addr.(*)	180h	Indirect addr.(*)
01h	TMR0	81h	OPTION_REG	101h	TMR0	181h	OPTION_REG
02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h	PCL
03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h	STATUS
04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h	FSR
05h	PORTA	85h	TRISA	105h		185h	
06h	PORTB	86h	TRISB	106h	PORTB	186h	TRISB
07h	PORTC	87h	TRISC	107h		187h	
08h	PORTD(1)	88h	TRISD(1)	108h		188h	
09h	PORTE(1)	89h	TRISE(1)	109h		189h	
0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah	PCLATH
0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh	INTCON
0Ch	PIR1	8Ch	PIE1	10Ch	EEDATA	18Ch	EECON1
0Dh	PIR2	8Dh	PIE2	10Dh	EEADR	18Dh	EECON2
0Eh	TMR1L	8Eh	PCON	10Eh	EEDATH	18Eh	Reserved(2)
0Fh	TMR1H	8Fh		10Fh	EEADRH	18Fh	Reserved(2)
10h	T1CON	90h		110h	General Purpose Register 16 Bytes	190h	General Purpose Register 16 Bytes
11h	TMR2	91h	SSPCON2	111h		191h	
12h	T2CON	92h	PR2	112h		192h	
13h	SSPBUF	93h	SSPADD	113h		193h	
14h	SSPCON	94h	SSPSTAT	114h		194h	
15h	CCPR1L	95h		115h		195h	
16h	CCPR1H	96h		116h		196h	
17h	CCP1CON	97h		117h		197h	
18h	RCSTA	98h	TXSTA	118h		198h	
19h	TXREG	99h	SPBRG	119h		199h	
1Ah	RCREG	9Ah		11Ah		19Ah	
1Bh	CCPR2L	9Bh		11Bh		19Bh	
1Ch	CCPR2H	9Ch	CMCON	11Ch		19Ch	
1Dh	CCP2CON	9Dh	CVRCON	11Dh		19Dh	
1Eh	ADRESH	9Eh	ADRESL	11Eh		19Eh	
1Fh	ADCON0	9Fh	ADCON1	11Fh		19Fh	
20h	General Purpose Register 96 Bytes	A0h	General Purpose Register 80 Bytes	120h	General Purpose Register 80 Bytes	1A0h	General Purpose Register 80 Bytes
		EFh		16Fh		1EFh	
		F0h	accesses 70h-7Fh	170h	accesses 70h-7Fh	1F0h	accesses 70h - 7Fh
7Fh		FFh		17Fh		1FFh	

■ Unimplemented data memory locations, read as '0'.
* Not a physical register.

Note 1: These registers are not implemented on the PIC16F876A.
2: These registers are reserved; maintain these registers clear.

QRD1114

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR®

June 2013

QRD1113 / QRD1114
Reflective Object Sensor

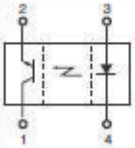
Features

- Phototransistor Output
- No-Contact Surface Sensing
- Unfocused for Sensing Diffused Surfaces
- Compact Package
- Daylight Filter on sensor

Description

The QRD1113 and QRD1114 reflective sensors consist of an infrared emitting diode and an NPN silicon phototransistor mounted side by side in a black plastic housing. The on-axis radiation of the emitter and the on-axis response of the detector are both perpendicular to the face of the QRD1113 and QRD1114. The phototransistor responds to radiation emitted from the diode only when a reflective object or surface is in the field of view of the detector.

Schematic



PIN 1. Collector PIN 3. Anode
PIN 2. Emitter PIN 4. Cathode

Ordering Information

Part Number	Operating Temperature	Package	Top Mark	Packing Method
QRD1113	-40 to +85°C	Custom 4L	QRD1113	Bulk
QRD1114		Custom 4L	QRD1114	Bulk

Absolute Maximum Ratings

Stresses exceeding the absolute maximum ratings may damage the device. The device may not function or be operable above the recommended operating conditions and stressing the parts to these levels is not recommended. In addition, extended exposure to stresses above the recommended operating conditions may affect device reliability. The absolute maximum ratings are stress ratings only. Values are at T_A = 25°C unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Min.	Unit
T_{OPR}	Operating Temperature	-40 to +85	°C
T_{STG}	Storage Temperature	-40 to + 100	
T_{SOL-I}	Lead Temperature (Solder Iron)(1,2,3)	240 for 5 s	
T_{SOL-F}	Lead Temperature (Solder Flow)(1,2)	260 for 10 s	
EMMITER			
I_F	Continuous Forward Current	50	mA
V_R	Reverse Voltage	5	V
P_D	Power Dissipation	100	mW
SEMSOR			
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	30	V
V_{ECO}	Emitter-Collector Voltage		V
P_D	Power Dissipation(4)	100	mW

Notes:

1. RMA flux is recommended.
2. Methanol or isopropyl alcohols are recommended as cleaning agents.
3. Soldering iron tip 1/16 inch (1.6 mm) minimum from housing.
4. Derate power dissipation linearly 1.33 mW/°C.

Electrical / Optical Characteristics

Values are at T_A = 25°C unless specified otherwise.

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
INPUT (Emitter)						
V_F	Forward Voltage	I_F = 20 mA			1.7	V
I_R	Reverse Leakage Current	V_R = 5 V			100	µA
λ_{PE}	Peak Emission Wavelength	I_F = 20 mA		940		nm
OUTPUT (Sensor)						
BV_{CEO}	Collector-Emitter Breakdown	I_C = 1 mA	30			V
BV_{ECO}	Emitter-Collector Breakdown	I_E = 0.1 mA	5			V
I_D	Dark Current	V_{CE} = 10 V, I_F = 0 mA			100	nA
COUPLED						
$I_{C(ON)}$	QRD1113 Collector Current	I_F = 20 mA, V_{CE} = 5 V, D = 0.050 inch(5, 7)	0.300			mA
$I_{C(ON)}$	QRD1114 Collector Current		1			mA
$V_{CE(SAT)}$	Collector Emitter Saturation Voltage	I_F = 40 mA, I_C = 100 µA, D = 0.050 inch(5, 7)			0.4	V
I_{CX}	Cross Talk	I_F = 20 mA, V_{CE} =5 V, E_E = 0(6)		0.2	10.0	µA
t_r	Rise Time	V_{CE} = 5 V, R_L = 100 Ω, $I_{C(ON)}$ = 5 mA		10		µs
t_f	Fall time			50		µs

Notes:

5. D is the distance from the sensor face to the reflective surface.
6. Crosstalk (I_{CK}) is the collector current measured with the indicated current on the input diode and with no reflective surface.
7. Measured using Eastman Kodak natural white test card with 90% diffused reflecting as a reflecting surface.

Typical Performance Characteristics

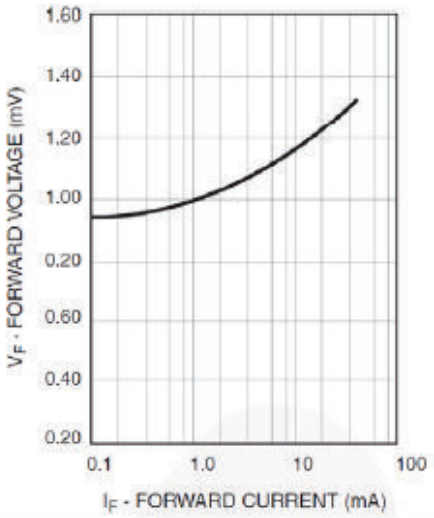


Figure 1. Forward Voltage vs. Forward Current

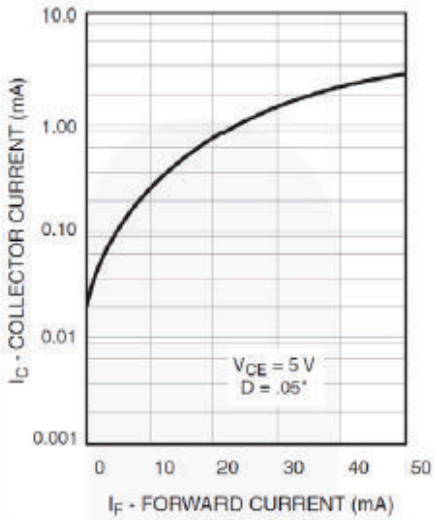


Figure 2. Normalized Collector Current vs. Forward Current

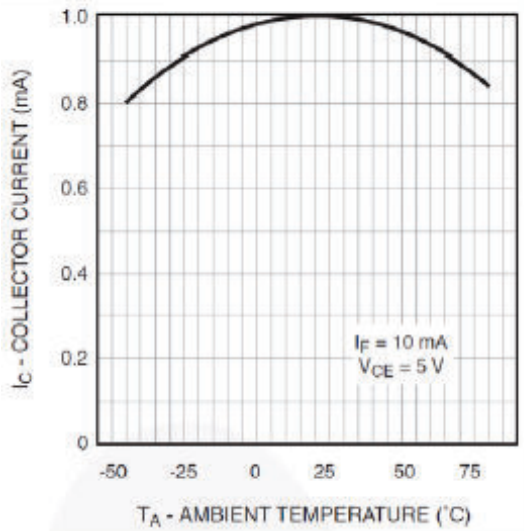


Figure 3. Normalized Collector Current vs. Temperature

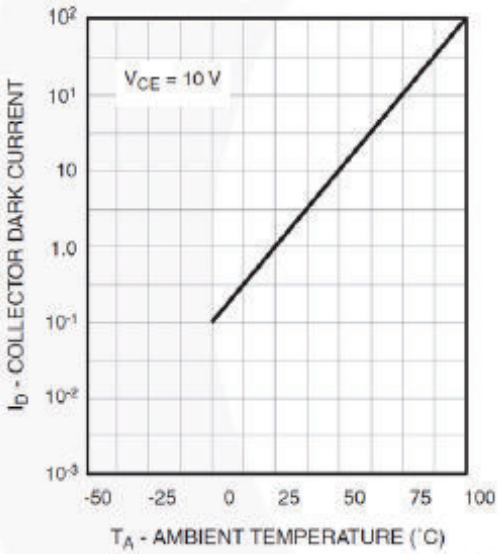


Figure 4. Normalized Collector Dark Current vs. Temperature

Typical Performance Characteristics (continued)

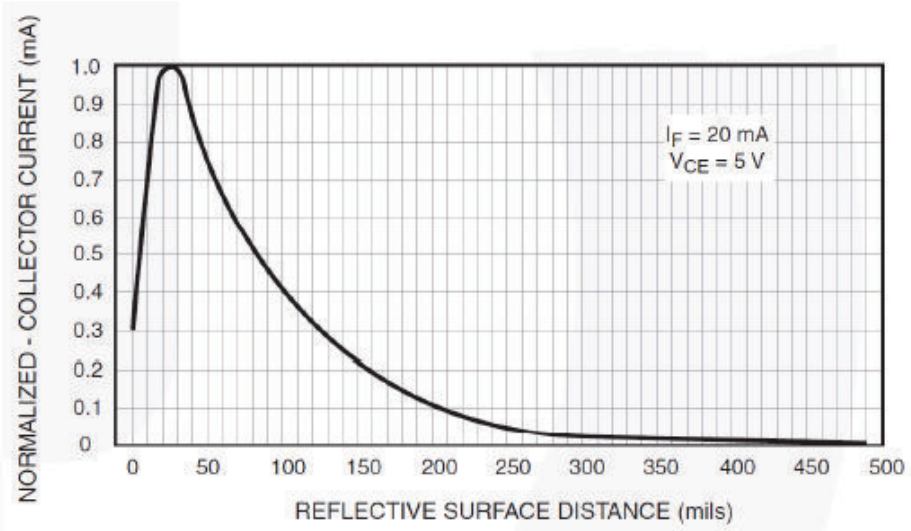
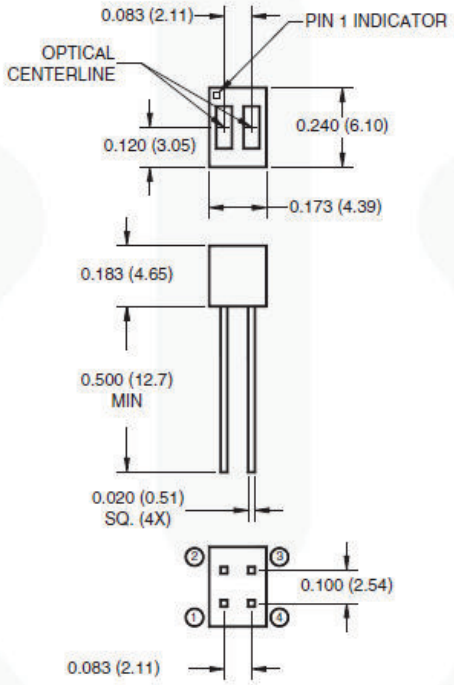


Figure 5. Normalized Collector Current vs. Distance

Physical Dimensions

Custom 4L



Notes:

1. Dimensions for all drawings are in inches (millimeters).
2. Tolerance of ± .010 (.25) on all non-nominal dimensions unless otherwise specified.
3. Pins 2 and 4 typically .050" shorter than pins 1 and 3.
4. Dimensions controlled at housing surface.

Figure 6. REFLECTIVE RECTANGULAR SENSOR PCB MOUNT (ACTIVE)

Package drawings are provided as a service to customers considering Fairchild components. Drawings may change in any manner without notice. Please note the revision and/or date on the drawing and contact a Fairchild Semiconductor representative to verify or obtain the most recent revision. Package specifications do not expand the terms of Fairchild's worldwide terms and conditions, specifically the warranty therein, which covers Fairchild products.

Always visit Fairchild Semiconductor's online packaging area for the most recent package drawings:
http://www.fairchildsemi.com/packaging/.
For current tape and reel specifications, visit Fairchild Semiconductor's online packaging area:
http://www.fairchildsemi.com/packing_dwg/PKG-ARU311A-LOCZ.pdf.

ANEXO 3. FOTOS Y PARTES CONSTITUTIVAS DE LA UNIDAD

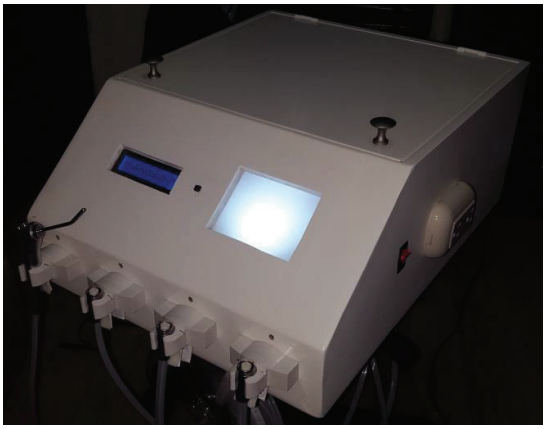
SOPORTES HOLDERS

JERINGA TRIPLE Y MICROMOTOR

PIEZAS DE MANO

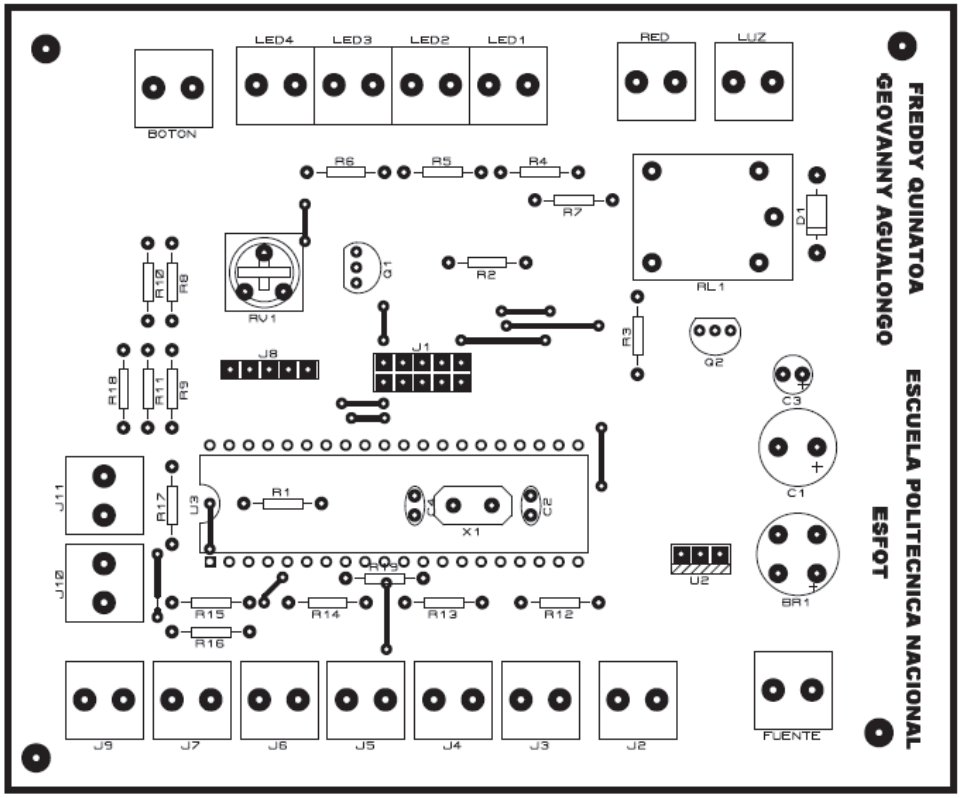
MANÓMETRO

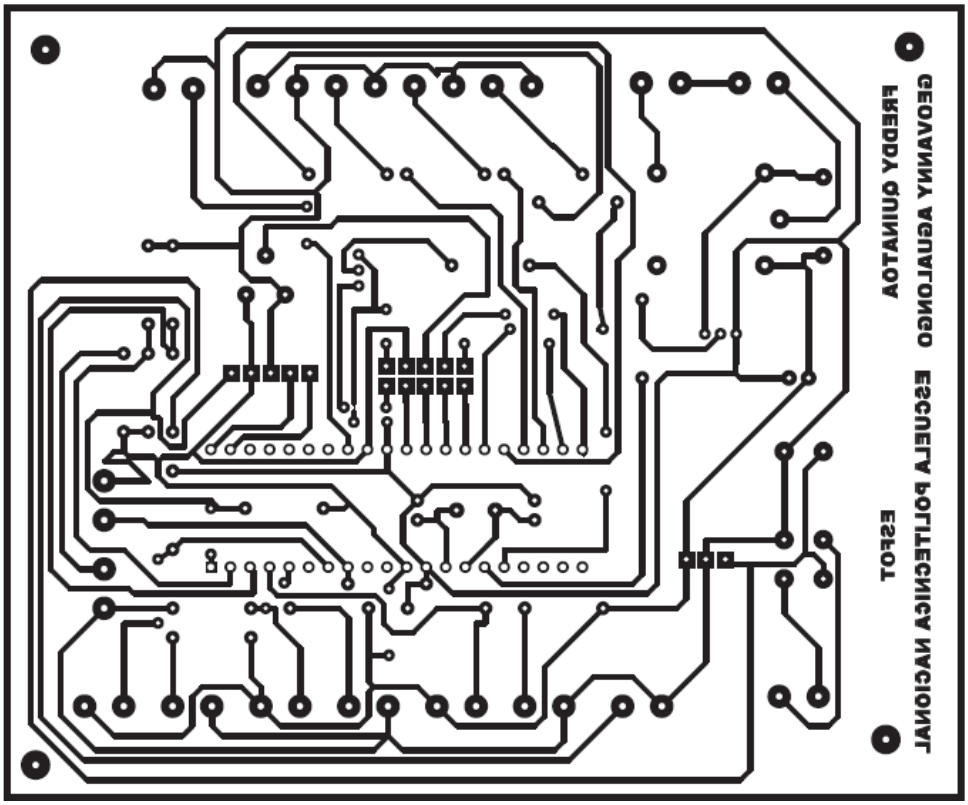
NEGATOSCOPIO - BOTELLÓN DE AGUA - INTERRUPTOR – TOMA ELÉCTRICA.

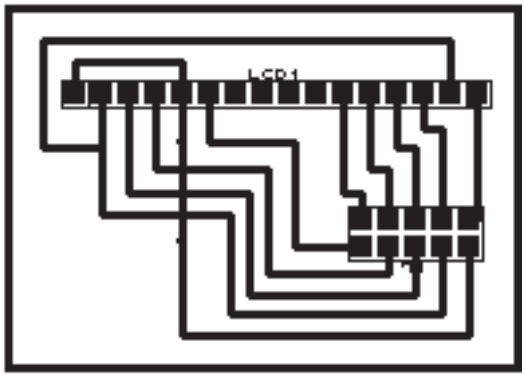


ANEXO 4. RUTEO DE LA PLACA Y CIRCUITO IMPRESO

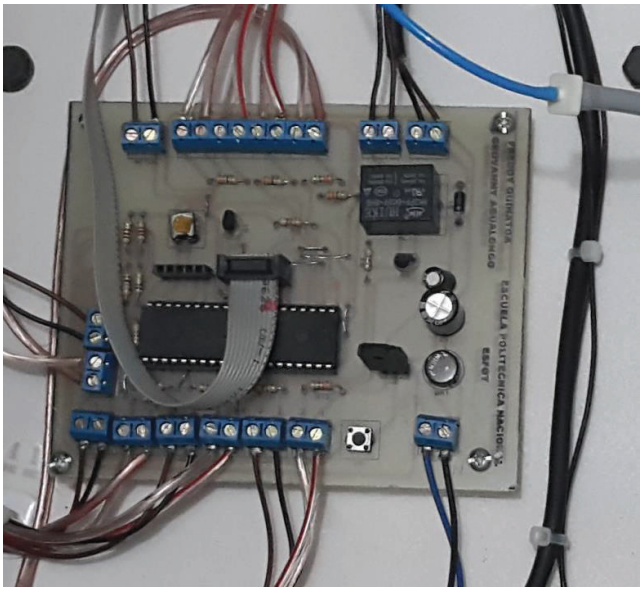
DISEÑO DEL CIRCUITO







CIRCUITO IMPRESO



ANEXO 5. DIAGRAMAS CIRCUITALES

DIAGRAMA CIRCUITAL DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

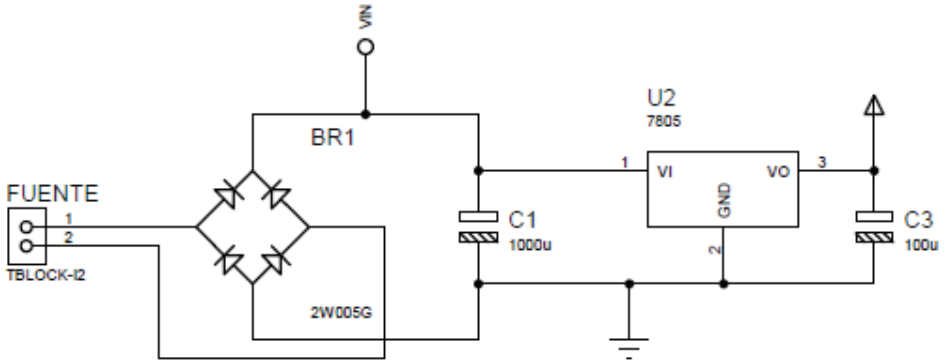


DIAGRAMA CIRCUITAL DEL PULSANTE DE RESETEO INT.

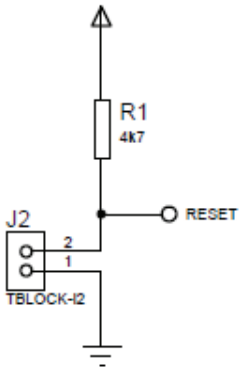


DIAGRAMA CIRCUITAL DE LOS VOLTAJES DE ENTRADA

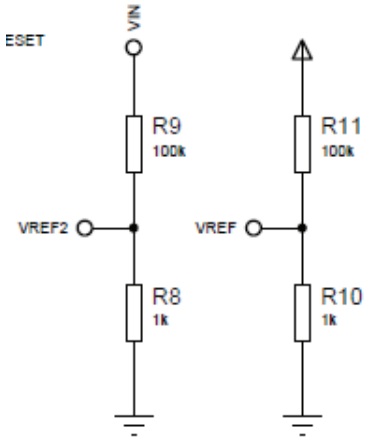


DIAGRAMA CIRCUITAL DE COMUNICACIÓN DEL LCD Y BUS DE PROGRAMACIÓN.

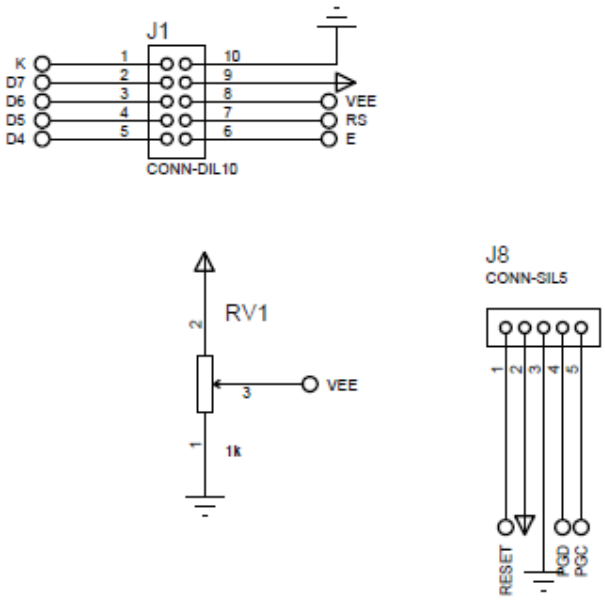


DIAGRAMA CIRCUITAL DE ACONDICIONAMIENTO DE LOS SENSORES DE PROXIMIDAD

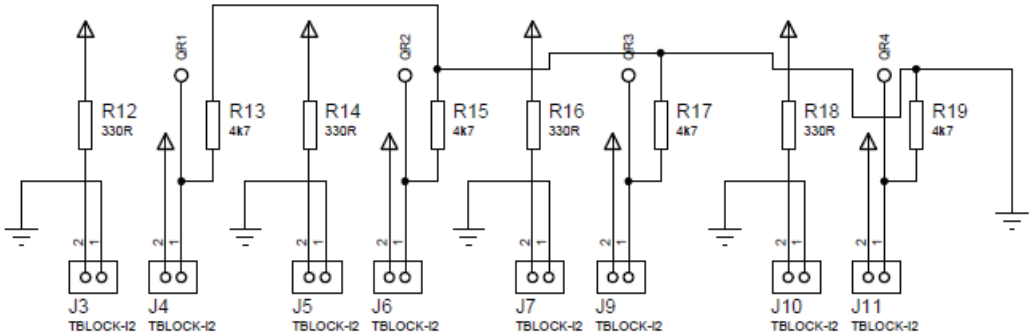


DIAGRAMA CIRCUITAL DE LOS INDICADORES LUMINOSOS

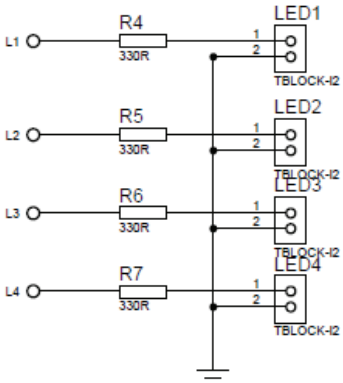


DIAGRAMA CIRCUITAL DEL RELE

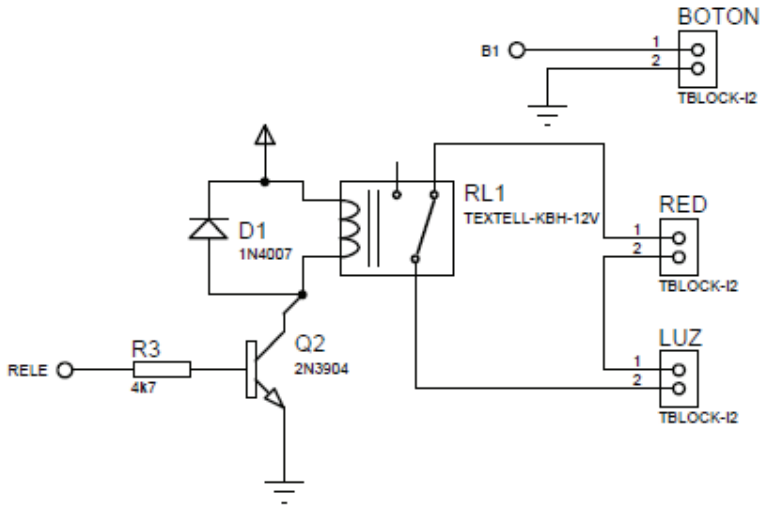


DIAGRAMA CIRCUITAL DEL MICROCONTROLADOR Y SU CONFIGURACIÓN.

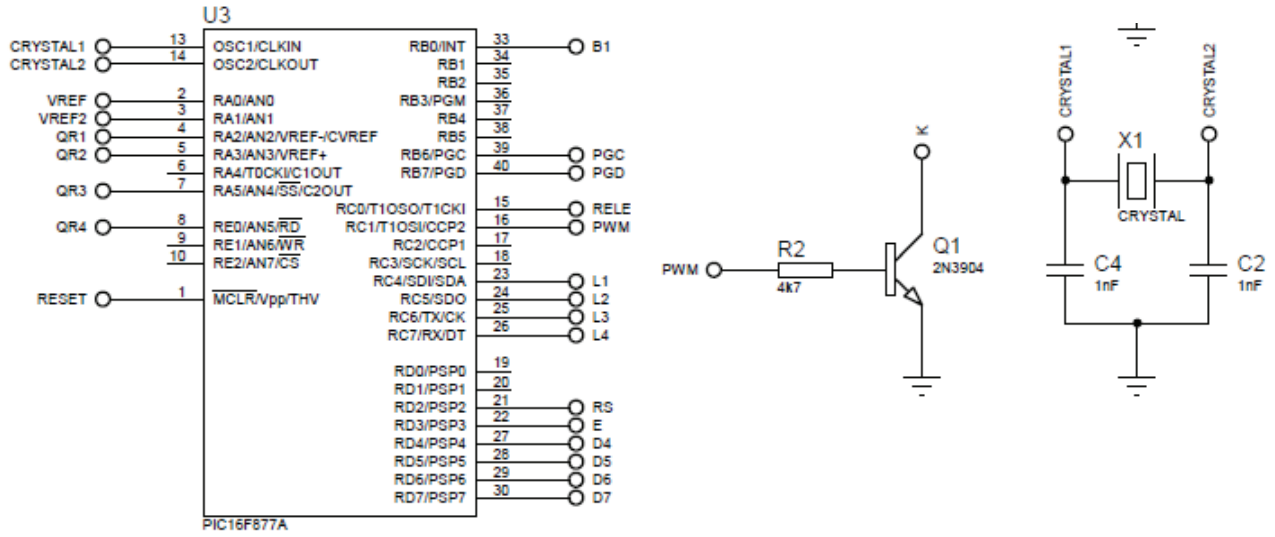
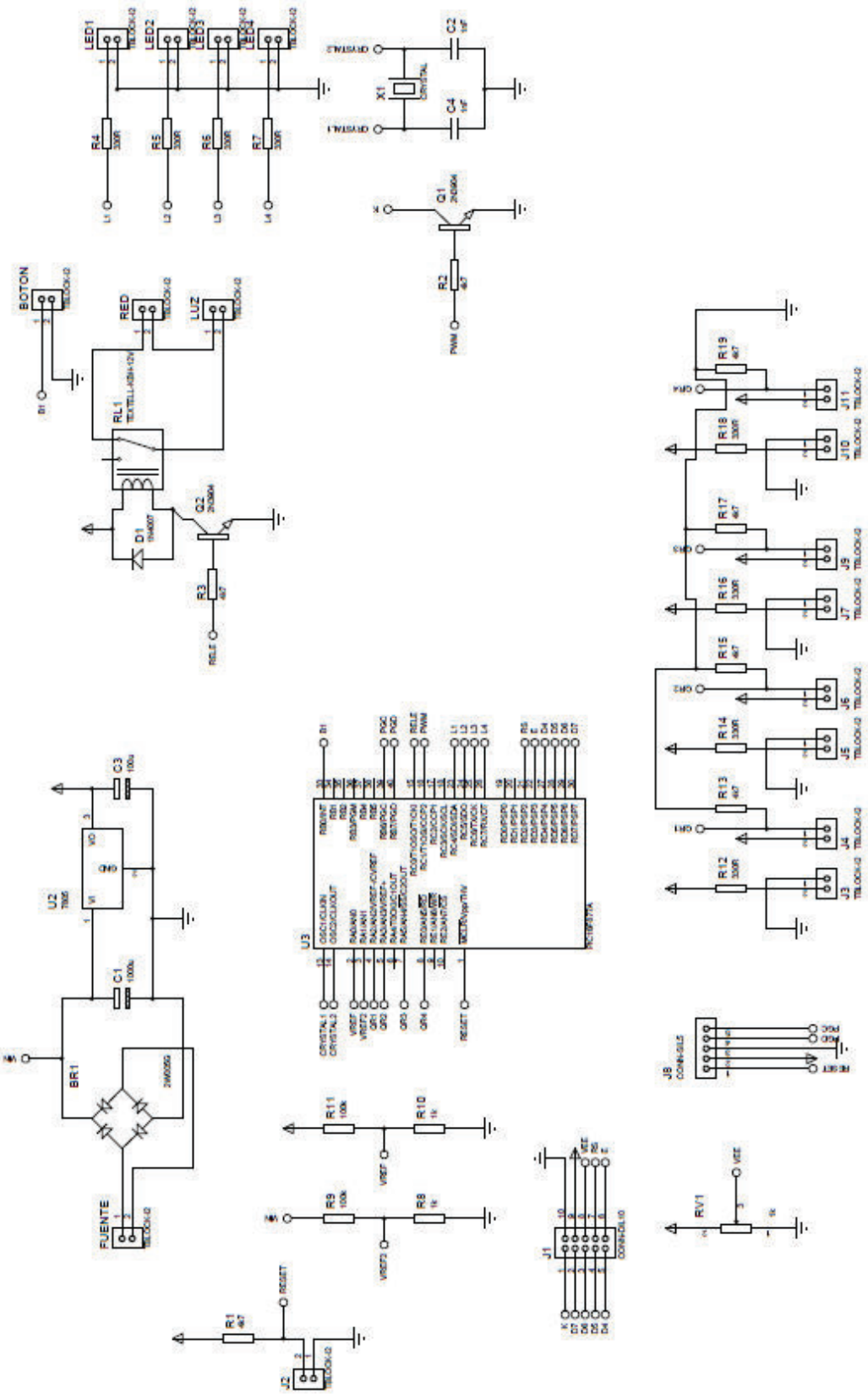


DIAGRAMA CIRCUITAL



ANEXO 6. COSTOS

COSTOS DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
PIC 16F877A	7,15	1	7,15
CRISTAL 4MHZ	0,6	1	0,6
CONDENSADORES	0,08	6	0,48
MICROSWITCH	0,3	1	0,3
LCD	18	1	18
DIODOS	0,05	6	0,3
TRANSISTOR	0,05	4	0,2
REGULADOR 5V	0,36	1	0,36
TRANSFORMADOR	8	1	8
PORTAFUSIBLES	0,25	1	0,25
RELE	1,25	1	1,25
RESISTENCIAS	0,015	22	0,33
QRD1114	0,7	4	2,8
CONECTOR	1,2	16	19,2
CABLE 1m	0,7	1	0,7
HOLDERS	22	4	88
JERINGA TRIPLE	52	1	52
SET PIEZAS DE MANO	245	1	245
OTROS: MANGUERAS - ACCESORIOS	25	1	25
		TOTAL	469,92