



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DESARROLLO DE UN CONTROL
DIGITAL PARA SISTEMAS
HIDRONEUMÁTICOS UTILIZANDO
UN MICROCONTROLADOR**

Autor: Jean Carrillo

C.I.: V-13.450.751

Tutor: Ing. Zeida Molina

CI.: V-7.047.761

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (máster) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DESARROLLO DE UN CONTROL DIGITAL PARA SISTEMAS
HIDRONEUMÁTICOS UTILIZANDO UN MICROCONTROLADOR**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

INGENIERO ELECTRÓNICO

Autor: Jean Carrillo

C.I.: V-13.450.751

Tutor: Ing. Zeida Molina

CI.: V-7.047.761

San Diego, Noviembre de 2017



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero ZEIDA MOLINA portadora de la cédula de identidad N° 7.047.761, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano JEAN CARRILLO, portador de la cédula de identidad N° 13.450.751 titulado **DESARROLLO DE UN CONTROL DIGITAL PARA SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS UTILIZANDO UN MICROCONTROLADOR**, presentado como requisito parcial para optar al título de INGENIERO ELECTRÓNICO, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los treinta días del mes de octubre del año dos mil diecisiete.


Ing. Molina Zeida.
C.I.: 7.047.761





Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-TG-056-2017-2

Valencia, 07 de Julio de 2017.

Ciudadano:

Jean Carrillo

C.I. 13.450.751

Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 2-2017 de fecha 07/07/2017 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado "DESARROLLO DE UN CONTROL DIGITAL PARA SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS UTILIZANDO UN MICROCONTROLADOR" presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Se ratifica la designación de la Ing. Zaida Molina, C.I. 7.017.761 y la Ing. Alicia Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Ing. José Gregorio Díaz
Decano de la Facultad de Ingeniería



C. C. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grados (C.P.T.G.)

AGRADECIMIENTOS

El acto y resultado de agradecer se denomina agradecimiento. Quien agradece, expresa su gratitud: la valoración que se tiene hacia aquel que realiza un favor o que presta ayuda, un sentimiento que generalmente lleva a tratar de devolver, de alguna forma, la colaboración recibida.

Puede entenderse el agradecimiento como una especie de deuda que la persona siente que contrae con aquel que le presta colaboración. En ocasiones, dicha deuda puede “saldarse” con unas simples palabras en el momento, mientras que en otros casos el individuo considera que debe agradecer con un bien material.

Pensando en las líneas anteriores, debo agradecer a un montón de personas que de una u otra forma intervinieron en algún momento de mi vida y que como resultado me llevaron a éste momento de celebración.

*Gracias, muchas gracias, desde lo más profundo de mi ser
Espero tener la oportunidad de devolverles
el apoyo brindado.*

DEDICATORIA

Dedico éste trabajo de grado, a la perseverancia, a la incansable necesidad de aprender más, a las inagotables ganas de superación, a la no conformidad, al no perder el día, al trabajar y estudiar, a cada gota de sudor, a cada noche sin poder dormir, a cada día de madrugar, a cada hora de leer, tratar de entender, descifrar, a cada persona que dijo no podrás, a cada dificultad que se me atravesó, a cada momento que me hicieron sonreír.....

Te dedico éste trabajo a ti, que decidiste ser ingeniero y que no vacilaste, que no paraste.

Ignacio y André, mis hijos, hoy llegue hasta aquí, mañana seguiré más adelante, ¿hasta dónde llegaran ustedes?, porque claro está, los limites los ponemos nosotros mismos, hijos siempre adelante no se conformen, les dedico éste trabajo, los amo.

Elí gracias por hacerme feliz, te amo.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE IMÁGENES	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE GRAFICAS	xii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	4
I EL PROBLEMA	4
1.1 Planteamiento del Problema	4
1.2 Formulación del Problema	6
1.3 Objetivos de la Investigación	6
1.3.1 General	6
1.3.2 Específicos	6
1.4 Justificación del Problema	6
1.5 Alcance	8
1.6 Limitaciones	8
II MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes de la Investigación	9
2.2 Bases Teóricas	11
2.2.1 Hidroneumático	11
2.2.2 Interruptores de Control	12
2.2.3 Componentes del Control	16

	2.2.4 Interfase	19
	2.3 Definición de Términos Básicos	21
III	MARCO METODOLÓGICO	22
	3.1 Tipo de Investigación	22
	3.2 Diseño de la Investigación	23
	3.3 Nivel de la Investigación.....	23
	3.4 Población y Muestra.....	24
	3.5 Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
	3.6 Validez	27
	3.7 Confiabilidad.....	27
	3.8 Técnicas de análisis de datos.....	27
	3.9 Fases Metodológicas	28
IV	RESULTADOS	31
	4.1 Fase I. Evaluar la estructura y el funcionamiento.	31
	4.1.1 Análisis de las respuestas dadas a la entrevista	32
	4.1.2 Análisis de los datos mediante la observación directa.....	39
	4.2 Fase II Establecer los requerimientos de un control.	41
	4.2.1 Variables a controlar	42
	4.3 Fase III. Diseñar un control digital para sistemas hidroneumáticos ..	45
	4.3.1 Fuente de alimentación para el sistema de control	47
	4.3.2 Integrador y LCD.....	48
	4.3.3 Alarma auditiva	49
	4.3.4 Sensor de nivel.....	49
	4.3.5 Sensor de presión	51
	4.3.6 Protector de voltaje	52
	4.3.7 Protector sobre corriente	52
	4.3.8 Programa para el microcontrolador	53

4.3.9 Prueba del circuito final dentro del entorno de simulación ...	56
4.3.10 Electrodo.....	57
4.3.11 Incorporación de los elementos de seguridad.....	57
4.4 Fase IV Estudio de factibilidad económica, técnica y operativa.....	58
4.4.1 Factibilidad económica.....	58
4.4.1.1 Costos de producción	58
4.4.2 Factibilidad técnica.....	63
4.4.3 Factibilidad operativa	64
4.5 Fase V Construir el prototipo del control digital diseñado.	64
4.5.1 Elaboración de placa de circuito.....	65
4.5.1 Diseñar la estructura que contendrá el sistema de control.....	66
4.5.5 Desarrollo del manual de usuario.	67
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	75
ANEXOS.....	75
ANEXO A.....	76
Anexo A 1: Guion de entrevista.....	77
Anexo A 2: Lista de cotejo.....	78
Anexo A 3: Evaluación de los especialistas y experto.....	79
Anexo A 4: Evaluación de las consideraciones generales	80
Anexo A 5: Fe de Validez de especialistas y experto	81
ANEXO B.....	82
Anexo B 1: Normativa 159:1997	83
Anexo B 2: PROVIDENCIA-070-2015.....	84
ANEXO C.....	85
Anexo C 1: Características del regulador L7805	86

Anexo C 2: Características del PIC 16F877A.....	87
Anexo C 3: Características de la LCD	88
Anexo C 4: Características del Buzzer.....	89
Anexo C 5: Características del transistor 2N3904	90
Anexo C 6: Características del optoaislador NTE3220	91
Anexo C 7: Características del interruptor de presión MPL 600	92
Anexo C 8: Características del zener 1N4733A	93
ANEXO D.....	94
Anexo D 1: Programa del microcontrolador	95

ÍNDICE DE IMÁGENES

CONTENIDO

IMANGEN	pp.
1. Sistema hidroneumático	12
2. Flotante mecánico	13
3. Electrodo.....	14
4. Parte interna de un contactor.....	15
5. Relé de estado sólido.....	16
6. PIC.	17
7. Código ejecutable del PIC.....	18
8. Arquitectura de un PIC	19
9. Display LCD	20
10. Descripción de pines de un display LCD.....	20
11. Normativa 159:1997.....	43
12. Sistema de control.....	46
13. Fuente de Alimentación Control.....	47
14. Conexión PIC y LCD.....	48
15. Alarma Auditiva.....	49
16. Sensor de Nivel	50
17. Presostato	51
18. Protector de voltaje	52
19. Protector de sobre corriente.	53
20. Entorno Flowcode	54
21. Prueba final circuito.....	56
22. Tablero de control analógico.....	61
23. Placa base con disposición de componentes.	65
24. Visión espejo para fabricar placa base.....	66
25. Electrodo.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO

TABLA		pp.
1.	Resumen final	40
2.	Costos variables	59
3.	Costos fijos.....	60
4.	Costo variable al mayor	60
5.	Costo total	61
6.	Costo tablero	62
7.	Información de seguridad.....	68
8.	Simbología	69
9.	Especificaciones técnicas.....	69
10.	Descripción del control digital.....	70
11.	Instrucciones del control digital.....	71

ÍNDICE DE GRAFICAS

CONTENIDO

GRAFICAS		pp.
1.	Porcentaje de pregunta 1	32
2.	Porcentaje de pregunta 2	33
3.	Porcentaje de pregunta 3	33
4.	Porcentaje de pregunta 4	34
5.	Porcentaje de pregunta 5	35
6.	Porcentaje de pregunta 6	35
7.	Porcentaje de pregunta 7	36
8.	Porcentaje de pregunta 8	37
9.	Porcentaje de pregunta 9	38
10.	Porcentaje de pregunta 10	38



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

DESARROLLO DE UN CONTROL DIGITAL PARA SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS UTILIZANDO UN MICROCONTROLADOR

Autor: Jean Carrillo

Tutor: Ing. Zeida Molina

Fecha: Junio, 2017

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general el desarrollo de un control digital para sistemas hidroneumáticos utilizando un microcontrolador, con el fin de ser implementado en las viviendas. Para ello se realizó una investigación enmarcada bajo la modalidad de proyecto factible, apoyado en una investigación de campo descriptiva, con el fin de buscar una solución más económica y funcional que las disponibles actualmente, implementándose una vez se compruebe su confiabilidad. Se utilizó como instrumento de recolección de datos un guion de entrevista, que permitió conocer el funcionamiento, las fallas y los aspectos de interés que reportaron los usuarios, y una lista de cotejo para determinar las condiciones de operación y los componentes de los sistemas hidroneumáticos a los que tuvo acceso el investigador. Además, se utilizó la revisión documental como técnica para la recopilación de información del funcionamiento en general de los controles analógicos para sistemas hidroneumáticos existentes, así como la lógica de control en los mismos. La investigación se llevó a cabo mediante cinco fases metodológicas que están relacionadas directamente con los objetivos específicos y que dieron como resultado la construcción de un prototipo, que reunió todas las características necesarias para satisfacer las necesidades expresadas por los propietarios, además, de las correspondientes a las técnicas y conocimientos de control que la ingeniería se encarga de estudiar.

Descriptor: Sistemas hidroneumáticos, microcontrolador, herramientas de programación el lenguaje C.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado, es una investigación que tiene como propósito mejorar la operación de los sistemas hidroneumáticos, especialmente los de uso residencial, llevándolos a otro nivel tecnológico, a través de la digitalización del sistema de control, con el fin de alcanzar altos niveles de confiabilidad y eficiencia, que a su vez dé como resultado un equipo compacto, fácil de operar e instalar. Además, tendrá un costo final bajo, al alcance de los usuarios, que estén interesados en contar con un sistema de control digital que: proteja su inversión, los recursos naturales como el agua, o simplemente mejorar la comodidad a los habitantes.

Los sistemas hidroneumáticos, están sustentados en un principio básico llamado compresión. Se trata de inyectar agua de forma constante en un recipiente sellado, que además contiene su propio volumen interno en aire, al entrar agua en el recipiente, comprime el aire existente en el contenedor lo que se deriva en almacenamiento de energía elástica. Una vez alcanzada la presión deseada en el sistema, el agua deja de ingresar al recipiente, para luego salir impulsada debido a la misma energía almacenada en forma de aire comprimido, cuando se requiera.

Estos sistemas, se controlaban solo con dos componentes, relé y presostatos, lo que permitía tener cierto control de encendido y apagado, el sistema está basado en la presión que se calibraba mecánicamente en el presostato y se visualizaba directamente en un manómetro. Posteriormente se agregaron sensores de nivel, para poder controlar el llenado de tanques, o simplemente para determinar el nivel de la fuente de agua que alimenta al sistema, y más adelante entraron en escena, los contactores, guardas motores, térmicos e indicadores luminosos que mejoraron el control, de los sistemas hidroneumáticos.

Estos avances, fueron bien recibidos en las grandes industrias, ya que representan una inversión necesaria para garantizar la productividad.

Por otra parte, estos mismos avances incrementaron los costos de adquisición de los sistemas hidroneumáticos, alejándolos cada vez más, del poder adquisitivo de los usuarios residenciales promedio, que de igual forma, requieren un sistema que garantice un buen funcionamiento. Por esta razón, los usuarios recurren a métodos de control menos protegidos, que a la final se traducen en poca confiabilidad e ineficiencia en el control de los recursos como el agua y la electricidad. Por esta razón, se plantea, en este trabajo de grado, una solución al elevado costo de los sistemas hidroneumáticos, dando uso a la digitalización, a través de un microcontrolador, que ofrece confiabilidad y eficiencia en un sistema compacto, económico y fácil de usar, que por otro lado, ofrece una interfase adecuada capaz, de dar mucha más información de lo que es capaz de dar un simple indicador visual, al implementar una pantalla de indicación visual por cristal líquido.

Cumpliendo con las normativas establecidas por la Universidad José Antonio Páez para la presentación del trabajo de grado así como para orientar en la investigación y dar estructura a éste trabajo, se desarrollan cuatro capítulos, los cuales son descritos a continuación:

Capítulo I. El Problema. El trabajo inicia con la descripción y formulación del problema, seguidamente de la presentación de los objetivos que guiaran la investigación, luego se procede a dar la justificación, alcance y las limitaciones de la misma.

Capítulo II. Marco teórico. Se introducen los antecedentes e investigaciones que tratan el mismo tema o se relacionan con la presente investigación. Se explican las bases teóricas que son necesarias para la elaboración de esta investigación y por último se definen los términos básicos.

Capítulo III. Marco metodológico. Se describe todo lo referente al tipo, nivel y diseño en el que enmarco la investigación para cumplir los objetivos del trabajo, las fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos, conjuntamente con la

población y muestra. También se detallan las fases metodológicas diseñadas para cumplir con los objetivos específicos del trabajo.

Capítulo IV. Resultados. Se presentan los resultados obtenidos al desarrollar cada una de las fases que se plantearon en el trabajo de grado, así como, el diseño final del prototipo propuesto.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones que se consideran pertinentes para abordar la implementación del proyecto y usarlos como herramientas para futuros proyectos, los anexos que sirven de soporte y, de manera discriminada y ordenada las referencias consultadas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.

La automatización, en las últimas décadas, ha logrado grandes efectos positivos sobre los sistemas que controlan tareas específicas, manteniendo la producción en marcha o simplemente brindando comodidad a los habitantes de las viviendas, así como la posibilidad de controlar el despilfarro de energía, como la electricidad, o recursos naturales como el agua. Sin embargo, el sistema para el control de los hidroneumáticos de la vivienda, es un sistema que en su mayoría no está adaptado al entorno donde opera debido en gran medida a que está compuesto por elementos electromecánicos.

Para éste caso en particular, los componentes electromecánicos, en su mayoría, están expuestos a agentes externos como la humedad, el aire no tratado, partículas suspendidas, vibraciones, altas temperaturas, y otros menos comunes como la radiación solar e insectos invasores, dependiendo del medio donde son utilizados.

Los componentes electromecánicos más comúnmente usados en la automatización tradicional de los sistemas hidroneumáticos en las viviendas, son los relé, contactores, presostatos y guardamotor, los cuales presentan fallas, como la acumulación de carbón o sulfato en los contactos y oxidación en sus partes metálicas, lo que suele atascarlos dejando, de forma parcial o total, de cumplir con su función de activadores o protectores del sistema. Algunos ambientes más hostiles de lo habitual, como, por ejemplo, en los que se suele utilizar hipoclorito, un agente oxidante utilizado con regularidad para desinfectar el agua, tienden a ser más dañinos para estos componentes.

Usando la electrónica éste problema puede ser eliminado, al sustituir elementos electromecánicos como contactores por relé de estado sólido, que no cuentan con partes móviles, ni contactos del tipo mecánico, y que además estarán aislados del entorno, se eliminaría el problema de piezas móviles y contactos mecánicos oxidados o afectados, por no estar diseñados para soportar agentes externos agresivos.

El nivel de conocimiento de los propietarios de las viviendas, es otra dificultad presente, lo que genera acortamiento de la vida útil de los componentes o daños por mala manipulación.

Cabe destacar además, que los gastos por los metros de construcción adicionales en los que se incurren, solo para ubicar un voluminoso tablero que contengan los componentes, causa una carga monetaria adicional que en muchos casos se intenta evadir, usando métodos de operación ineficientes y perjudiciales como el bombeo continuo para impulsar agua, buscando de ésta manera mantener el flujo del líquido a una presión razonable en las instalaciones.

Por otra parte, el uso de componentes electrónicos en un circuito, permite manejar voltajes o potencias medianas con arreglos de circuito que trabajaran con voltajes bajos en el control, evitando generar pérdidas por la gran disipación de calor, lo que se traduce en ahorro de energía eléctrica y, por último, será posible adicionar sensores encapsulados que podrán medir más variables aumentando la capacidad de diagnóstico. Así mismo, con esta propuesta, se podrán visualizar las variables de interés fácilmente a través de un pantalla, por propietarios que no requerirán de conocimientos aplicados, para poder operarlas o incluso instalarlas, brindando la posibilidad de que el público en general adquiera un equipo compacto, lo instale y, disfrute de los beneficios del mismo sin mayores complicaciones a un costo muy por debajo de lo que costaría un tablero de control básico para hidroneumáticos.

En el país, de acuerdo a investigaciones realizadas, no se cuenta con un dispositivo de control para sistemas hidroneumáticos similar al que se desea desarrollar. Los cambios que se han tratado de implementar, han resultado costosos como es el caso del uso de los controladores lógicos programables o PLC (por sus

siglas en inglés *Programmable Logic Controller*), que si bien ofrecen un excelente control de las variables implicadas en el proceso, no resultan amigable con los propietarios de las viviendas y requiere de personas y herramientas especializadas para su instalación y puesta en marcha. El sistema digital que se propone desarrollar, busca como característica principal, ser un equipo especializado pero simple y sencillo.

1.2 Formulación del Problema

Tomando en consideración las limitaciones del control analógico para sistemas hidroneumáticos tradicional existente en las viviendas se considera la siguiente interrogante ¿Es posible desarrollar un control digital para sistemas hidroneumáticos utilizando un microcontrolador?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 General

- ✓ Desarrollar un control digital para sistemas hidroneumáticos utilizando un microcontrolador.

1.3.2 Específicos

- ✓ Evaluar la estructura y el funcionamiento de los sistemas de control analógicos para sistemas hidroneumáticos existentes en las viviendas.
- ✓ Establecer los requerimientos de un control digital para sistemas hidroneumáticos utilizando un microcontrolador.
- ✓ Diseñar un control digital para sistemas hidroneumáticos utilizando un microcontrolador.
- ✓ Estudio de la factibilidad económica, técnica y operativa del diseño.
- ✓ Construir el prototipo del control digital diseñado.

1.4 Justificación del Problema

Los recursos del planeta tierra cada vez son más escasos, las mejoras que logren controlar las posibles fallas humanas y de los equipos, permitirán aportar beneficios a nuestro planeta, ahora que tanto lo requiere. El agua forma parte de cada hogar y, es

utilizado para preparar alimentos, para el aseo personal de sus habitantes y para mantenimiento de sus áreas, siendo un elemento muy común en estos ambientes y sin embargo, en muchas oportunidades no se le da el verdadero valor ni se controla de forma adecuada.

La digitalización del control de los sistemas hidroneumáticos que pueden ser utilizados en las viviendas aportaría una significativa disminución del consumo del agua, así como de electricidad que en muchos casos es desperdiciada por fallas o por descuido de los propietarios en el funcionamiento de los hidroneumáticos. La posibilidad de reemplazar los componentes del control que están constituidos en su mayoría por partes móviles, gracias al desarrollo de un circuito electrónico, disminuirá los costos por mantenimiento preventivo así como el correctivo.

Por lo tanto, y debido al uso de controles analógicos no se ha logrado desarrollar una interfase adecuada, solo están presentes algunos indicadores luminosos que deben contar con un rotulado (leyenda) para poder entender lo que indican, trayendo otro cumulo de problema que van desde falta de legibilidad en los rotulados causado por el desgaste de los mismos, hasta fallas que no se reconocen a tiempo, por bombillas indicadoras quemadas que al no encender dejan de cumplir con su objetivo que es el de indicar el estado del funcionamiento en el sistema. Estos pasaran a ser un problema del pasado al adicionar en el sistema de control digital una pantalla de indicación visual por cristal líquido también conocida como LCD (por sus siglas en inglés *Liquid Cristal Display*) que transmitirá mayor información al propietario sin ambigüedad y de la forma más directa posible.

Actualmente se requiere de mano de obra calificada, que suele ser costosa para poder hacer la instalación de los controles de un sistema hidroneumático, el desarrollo de éste sistema de control digital compacto y simplificado, permitirá que cualquier operador o particular con un mínimo de conocimientos, podrá hacer la instalación del mismo tan solo con unas pocas herramientas de uso cotidiano en la vivienda.

1.5 Alcance

Se realizará un prototipo electrónico digital que permita sustituir los controles analógicos tradicionales para ser implementados en las viviendas, basado en el desarrollo de un control digital utilizando un microcontrolador.

1.6 Limitaciones

La limitación que se presenta en el desarrollo del control digital para sistemas hidroneumáticos, es la disponibilidad de todos los componentes electrónicos necesarios para el desarrollo de todo el sistema, así como el elevado costo de los mismos en el país.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Una vez definida la problemática de la investigación y establecido el objetivo general y los específicos, es conveniente determinar los aspectos teóricos que sirven de base al estudio, explorando diversas investigaciones previas que imagen como antecedentes.

2.1 Antecedentes de la Investigación

Los antecedentes que se muestran a continuación, son investigaciones anteriores a problemas planteados, que de una u otra forma se relacionan con la investigación.

Prada, (2017), en su trabajo de grado titulado **Propuesta de diseño de un banco de pruebas para el diagnóstico de fallas en inyectores a gasolina**, llevado a cabo en la Universidad José Antonio Páez, expone el proceso de diseño y construcción de un banco de pruebas de inyectores automatizado utilizando un microcontrolador PIC(*Peripheral Interface Controller*), el cual da versatilidad a su diseño, permitiendo activar y controlar el funcionamiento de los inyectores en tiempo real, sometidos a condiciones similares a las que se encuentran en el vehículo.

En éste trabajo de grado se usó la metodología de investigación descriptiva. Como resultado se encontró que el mantenimiento en un banco electrónico de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina es la mejor opción para el rendimiento del motor. Prada presenta una problemática muy similar a la investigación que se desarrolla, los agentes en el medio ambiente, afectan los componentes electromagnéticos que ocasionan fallas por suciedad en los contactos y hasta en daños a los equipos que generan pérdidas en inversiones de dinero.

González (2015), en su trabajo titulado, **Desarrollo del prototipo de un brazo electromecánico antropomórfico capaz de emular los movimientos del brazo humano**, llevado a cabo en la Universidad José Antonio Páez, se propuso crear una herramienta que ayude a los trabajadores de aquellas empresas donde se manipulan objetos o sustancias que pueden ser peligrosas para su salud e integridad física. Se construyó un brazo electromecánico capaz de manipular objetos con un peso de hasta 10Kg, que consta de movimientos en el hombro, codo, muñeca y dedos de la mano, los cuales funcionan de forma independiente, accionados por motores DC, que son gobernados por microcontroladores PIC, todo esto logrado mediante un método de observación experimental donde se aislaban las variables para su estudio. El módulo de control consta de un par de PIC16F887 alimentados por 5V quienes se encargan de recibir las señales de los potenciómetros, realizar las respectivas conversiones analógicas a digital de cada señal, uno de los PIC16F887 controla siete motores y el otro controla dos motores, éste es el modulo más importante del sistema ya que es el cerebro del robot, los Microcontroladores fueron programados en lenguaje C.

Para éste trabajo se aplicó la modalidad de método de observación experimental, lo que tiene relación en ambos trabajo de grado ya que para el diseño del sistema de control se utiliza la observación con el fin de determinar las variables dentro del proceso que se quería controlar, la herramienta principal de éste proyecto fue el PIC 16F887, el desarrollo que se plantea en el sistema de control digital tiene como parte fundamental la implementación de un PIC 16F877A que tendrá la misma intención, ser el cerebro de todo el sistema de control, en ambos trabajos de grados se requiere la programación que el PIC utilizara para poder cumplir con su función.

Salazar (2007), en su trabajo titulado, **Diseño de un prototipo de sistema para la medición de parámetros relacionados con la calidad del agua**, llevado a cabo en la Universidad Simón Bolívar, éste trabajo de grado, habla de la necesidad de mantener el agua dentro de ciertos parámetros que puedan ser considerados apto para un fin específico, es decir garantizar la calidad. Para esta investigación se usó la metodología de investigación descriptiva. Para ello se construyó un sistema para el

monitoreo y el análisis de la calidad del cuerpo de agua, se escogió como base un microcontrolador PIC para el control y manejo de los datos, además, de sincronizar las mediciones con un reloj de tiempo real, indispensable para su validez, así mismo se desarrolló una interfaz en LabView para el análisis de los datos adquiridos y la visualización de los datos adquiridos en tiempo real.

El trabajo de grado antes mencionado guarda relación con la investigación que se lleva a cabo, en el uso de un microcontrolador como elemento principal para diseñar el sistema de control, la medición de variables es fundamental en ambas investigaciones, se requiere de una interfaz que poseen enfoque diferentes pero que buscan dar información en tiempo real de las variables que se quieren medir, el desarrollo de un código fuente es importante ya que de él hará uso el microcontrolador para llevar a fin su objetivo.

2.2 Bases Teóricas

Con el avance de la tecnología y la búsqueda de confort, ahorros y seguridad, se han desarrollados sistemas de automatización para controlar los servicios en las viviendas.

Puesto que en este ámbito se desea llevar a cabo la presente investigación, las siguientes secciones resumen los fundamentos teóricos revisados por el autor para el desarrollo de la misma.

2.2.1 Hidroneumático

Los equipos hidroneumáticos según la página web fluido iea, son creados especialmente para los sistemas de abastecimiento y distribución de agua, estos se emplean en las viviendas, formando parte de las instalaciones hidráulicas, el objetivo que se quiere alcanzar con estos sistemas, es evitar la construcción de tanques elevados, que tienden a generar costos adicionales en la construcción, debido al peso y lo que implica mantener en alto un gran volumen de agua. Los sistemas hidroneumáticos se basan en el principio de elasticidad y compresibilidad del aire, cuando el aire es sometido a cierta presión, actúa como una fuerza elástica, de esta manera, si inyectamos agua en un tanque de almacenamiento hermético, que contenga

su propio volumen interno en aire, el agua inyectada empezará de forma progresiva y limitada, a comprimir el aire que se encuentra en su interior, lo que actuara como una fuerza almacenada, que cuando se requiera impulsara luego al agua fuera del contenedor (Ver imagen 1).



Imagen 1. Sistema hidroneumático

Fuente: <https://construex.wordpress.com>

Éste sistema logra que la red hidráulica obtenga una presión estable mejorando las funciones de los filtros, regaderas y lavadoras, y ayudan a evitar que se acumule sarro en las tuberías. El funcionamiento de éste sistema, depende de un control que en la actualidad se hace mediante el uso de un tablero eléctrico, compuesto de interruptores electromecánicos, encargados de mantener las presiones dentro de los parámetros deseados

2.2.2 Interruptores de Control

En la actualidad la lógica de control en la actualidad para los sistemas hidroneumáticos está basada en interruptores mecánicos y electromecánicos, así como de compuertas accionadas de forma hidráulicas. Dentro de los interruptores mecánicos más frecuentemente usados, se encuentra el flotante mecánico, según la página web Wikipedia no es más que una compuerta de cierre o apertura, que permite el paso, o lo restringe, a través de una palanca que es accionada por el efecto de

flotabilidad, inducido por una boya en uno de los extremos de la palanca (Ver imagen 2).



Imagen 2. Flotante mecánico

Fuente: <https://spanish.alibaba.com>

Éste elemento por estar en contacto directo con el agua, tiende a ser afectado por los minerales presentes en el agua, que terminan por desgastar las partes móviles del mecanismo, lo que conlleva a atascamientos de la compuerta, que se traduce en desbordamiento del tanque al quedar atascadas en posición de abierto, y en otros casos, en tanques vacíos por atascarse en la posición de cerrado permanentemente, lo que impide la entrada de agua al tanque.

La confiabilidad del flotante mecánico, dependerá directamente de la calidad del agua que se le suministre al sistema. Existen varios métodos para determinar el nivel de agua en un tanque de almacenamiento, unos más costosos que otros. Pensando en un sistema digital compacto y económico, se implementara para éste proyecto, la detección de nivel de agua en el tanque a través de electrodos; según la página web .Wikipedia el funcionamiento de la medición de nivel por medio de electrodos, se basa en el fenómeno de conductividad que posee el agua para el

consumo humano, el cual consiste en hacer pasar un bajo nivel de voltaje a través de un electrodo que se denomina común, para que sea transmitido a otros electrodos llamados receptores, que se encuentren en contacto por medio del agua con el electrodo común. Por lo que si se ubican electrodos receptores a distintas alturas podemos tener distintos puntos para censar el nivel del tanque para el agua, la señal usada será enviada de forma periódica, ya que si se mantiene un voltaje de forma continua se generara el fenómeno de electrolisis, que no es deseado en éste proceso. (Ver imagen 3).



Imagen 3. Electrodo

Fuente: <http://brototermic.com>

El interruptor electromecánico más comúnmente usado para el control de sistemas hidroneumáticos, según la página web Wikipedia el contactor, la función de éste interruptor es la de energizar o desenergizar el motor de la bomba que suministra el agua al sistema, cerrando el circuito a través de sus contactos si la señal de control es activada. Está compuesto por elementos mecánicos y una solenoide que arrastra los contactos eléctricos desde la posición de normalmente abierto a normalmente cerrado, al desenergizarse dicha solenoide un resorte dentro del mecanismo lleva al interruptor nuevamente a la posición de normalmente abierto. La activación y desactivación del contactor está determinada por la señal que es enviada desde el control primario, cabe destacar que los contactos que posee el contactor están diseñados en dos diferentes combinaciones que son las de normalmente cerrado a normalmente abierto. (Ver imagen 4).

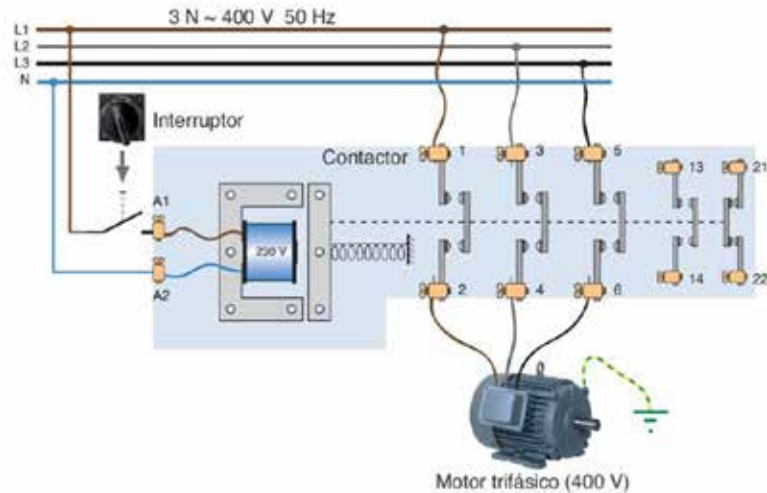


Imagen 4. Parte interna de un contactor

Fuente: <https://automatismoindustrial.com>

Los contactores, son componentes que están expuestos al medio que les rodea en los cuartos donde son ubicados los sistemas hidroneumáticos, en estos ambientes tiende a haber un alto nivel de humedad, los contactores en éste medio se corroen y tienden a fallar al atascarse, lo que genera fallas, que pueden terminar con la vida útil del motor de la bomba entre otras fallas.

Los componentes compactos, que permitan ser aislados de forma económica y que no contengan piezas móviles que se desgasten o corroan, son los adecuados para hacer un control digital compacto y simple; en éste sentido los relé de estado sólido, cumplen con estas características, además se quiere, que sean fácil de intercambiar, la ventaja de esta característica radica en que se puede colocar el relé de estado sólido que se requiera para cada caso en particular, dependiendo de las especificaciones eléctricas que posea el motor de la bomba que se desee utilizar. Un relé de estado sólido, según la página web foros de electrónica, es un dispositivo que utiliza un interruptor de estado sólido (por ejemplo un transistor o un tiristor), en lugar de contactos mecánicos (como los de los relés normales), para conmutar cargas de

potencia a partir de señales de control de bajo nivel. Estas últimas pueden provenir, por ejemplo, de circuitos digitales y estar dirigidas a motores, lámparas, solenoides, calefactores, etc. El aislamiento entre la circuitería de control y la etapa de potencia lo proporciona generalmente un opto acoplador. La conmutación propiamente dicha puede ser realizada por transistores bipolares, MOSFETS de potencia, triacs, SCR, etc.

Un relé de estado sólido ofrece varias ventajas notables respecto a los tradicionales relés y contactores electromecánicos, son más rápidos, silenciosos, livianos y confiables, no se desgastan, son inmunes a los choques y a las vibraciones, pueden conmutar altas corrientes y altos voltajes sin producir arcos ni ionizar el aire circundante, generan muy poca interferencia, proporcionan varios kilovoltios de aislamiento entre la entrada y la salida, etc. (Ver imagen 5).



Imagen 5. Relé de estado sólido

Fuente: <http://www.forosdeelectronica.com>

2.2.3 Componentes del Control

La lógica de control para los sistemas hidroneumáticos, se basa en el cambio de estado en cadena de una serie de interruptores mecánicos y electromecánicos, que permiten mantener la presión del agua y niveles de llenado de tanque, dentro de los parámetros establecidos de forma mecánica. En un sistema de control para hidroneumático digital, se requiere más que una simple lógica de interruptores.

Para superar las limitaciones antes plateadas se requiere dar un paso en dirección a la electrónica digital, por lo que la utilización de un microcontrolador, forma parte indispensable que permitirá lograr el objetivo de ésta investigación. El

microcontrolador PIC (por sus siglas en inglés *Peripheral Interface Controller*) fue desarrollado por Microchip, el cual inicio con su primer antecesor en 1975 diseñado por la compañía General Instruments, éste chip denominado PIC1650 fue creado para propósitos completamente diferentes al uso que se le da en la actualidad. Diez años más tarde, al añadir una memoria EEPROM, éste circuito se convirtió en un verdadero microcontrolador PIC; Todos los microcontroladores PIC utilizan una arquitectura Harvard, lo que quiere decir que su memoria de programa está conectada a la CPU por más de ocho líneas. Hay microcontroladores de 12, 14 y 16 bits, dependiendo de la anchura del bus (Ver imagen 6).



Imagen 6. PIC.

Fuente: <http://www.microchip.com>

Por eso, dependiendo del tamaño del código de programa existen la primera, la segunda y la tercera categoría de microcontroladores, es decir microcontroladores de 12, 14 o 16 bits. Puesto que disponen del núcleo similar de 8 bits, todos utilizan el mismo juego de instrucciones y la “conformación” básica de hardware conectado a más o menos unidades periféricas.

El juego de instrucciones para los microcontroladores 16F8XX incluye 35 instrucciones en total, un número tan reducido de instrucciones yace en la arquitectura RISC (por sus siglas en inglés *Reduced Instruction Set Computer*). Esto quiere decir que las instrucciones son bien optimizadas desde el aspecto de la velocidad operativa, la sencillez de la arquitectura y la compacidad del código. Todas las instrucciones se ejecutan en un ciclo, las únicas excepciones pueden ser las

instrucciones de ramificación condicional o las instrucciones que cambian el contenido del contador de programa. En ambos casos, dos ciclos de reloj son necesarios para la ejecución de la instrucción, mientras que el segundo ciclo se ejecuta como un NOP (por sus siglas en inglés *No Operation*). Las instrucciones de un ciclo consisten en cuatro ciclos de reloj. Si se utiliza un oscilador de 4 MHz, el

de programa de 14 bits de anchura, el conjunto de instrucciones tiene 35 instrucciones diferentes que serán tomadas para ser ejecutadas por el hardware (Ver imagen 8).

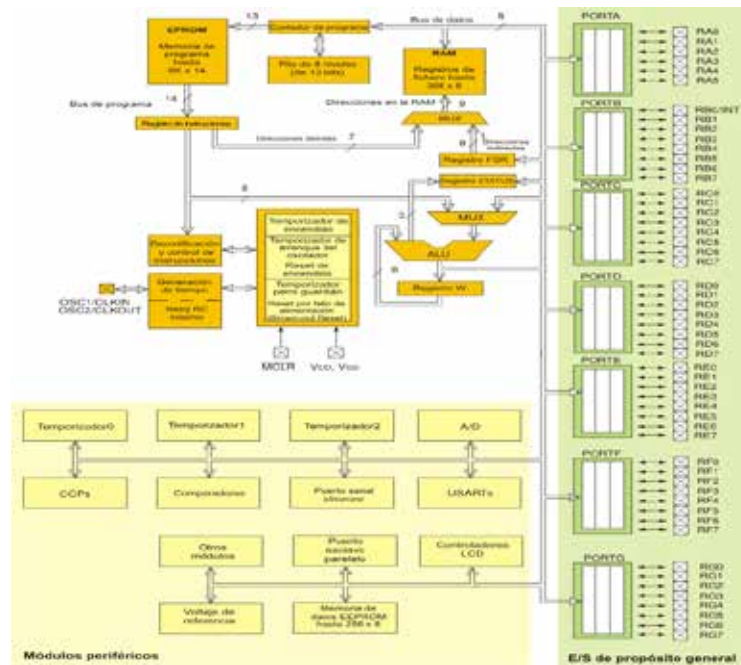


Imagen8. Arquitectura de un PIC

Fuente: <http://www.microchip.com>

2.2.4 Interfase

Para poder llegar a ofrecer una interfase amigable, de fácil interpretación en cuanto al estado en tiempo real del sistema y que además ofrezca más información de lo que se puede obtener actualmente, en los convencionales sistemas de control para hidroneumáticos, se requiere adicionar una pantalla LCD, otra importante pieza de la electrónica que permite digitalizar el sistema de control que se busca desarrollar.

Para Diymakers, un display LCD (Liquid Crystal Display) es un display alfanumérico de matriz de puntos que sirve para mostrar mensajes a través de caracteres como letras, números o símbolos. La placa del display viene equipado con un microcontrolador que se encarga de generar los caracteres, polarizar la pantalla,

desplazar el cursor. Además, también viene equipado con una memoria ROM donde están almacenados los caracteres a través de una matriz de puntos, y una memoria RAM donde se pueden almacenar caracteres creados por los usuarios. Estos display disponen de pines usados para conectar a un microcontrolador con el fin de transferir instrucciones al display. (Ver imagen 9).



Imagen9. Display LCD

Fuente: <http://diymakers.es/aprender-usar-un-display-lcd/>

Normalmente los display LCD tienen 16 pines (14 si la pantalla no es retro-iluminada). Las funciones de cada pin se describen a continuación (Ver imagen 10).

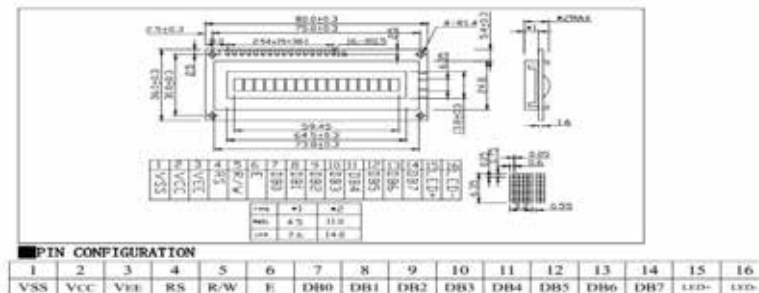


Imagen10. Descripción de pines de un display LCD

Fuente: <http://diymakers.es/>

2.3 Definición de Términos Básicos

Corrosión: La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

Oxidación: Toda reacción química en la que uno o más electrones se transfieren entre los reactivos, provocando un cambio en sus estados de oxidación.

Electrodo: Extremo de un conductor en contacto con un medio, al que lleva o del que recibe una corriente eléctrica.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo, se exponen las herramientas metodológicas que sustentarán la investigación. Aquí se precisan el tipo, nivel y diseño de la investigación, población y muestra seleccionada para la investigación, los instrumentos de recolección de datos y, la validez y confiabilidad del instrumento utilizado.

3.1 Tipo de Investigación

La investigación se enmarco bajo la modalidad de proyecto factible. Definiéndose como, la acción de desarrollar una solución viable para atender un problema específico que nace de una necesidad observada por el autor. La definición está fundamentada en el manual de tesis de grado y tesis doctorales de la universidad pedagógica libertador (2003), definiéndola como:

Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos. El proyecto debe tener el apoyo de una investigación de tipo documental, y de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades.

Del mismo modo Arias (2006), señala: “Que se trata de una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización”. De lo antes planteado, se concluye que, para llevar a cabo el proyecto factible, lo primero que debe realizarse es un diagnóstico de la situación

planteada; en segundo lugar, es plantear y fundamentar con basamentos teóricos la propuesta a elaborar y establecer, tanto los procedimientos metodológicos, así como las actividades y los recursos necesarios para llevar adelante la ejecución.

3.2 Diseño de la Investigación

Éste trabajo está apoyado en una investigación de campo, y documental. Que según el manual de la UPEL (2005), destaca que:

La investigación de campo es el análisis sistemático de problemas en la realidad con el propósito, bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos o producir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquier paradigma o enfoques de investigaciones conocidas o en desarrollo.

La investigación que se desarrolla, está basada en el análisis sistemático de la problemática encontrada en cada una de las viviendas visitadas, con el fin de entender la naturaleza de la problemática existente, con el objetivo de buscar soluciones mediante la innovación, usando para ello documentos donde se indaga, interpreta, presenta datos e información sobre el tema, utilizando para ello, métodos e instrumentos que tiene como finalidad obtener resultados que pueden ser base para el desarrollo de la propuesta.

3.3 Nivel de la Investigación

Para éste trabajo de grado se consideró realizar una investigación descriptiva, según Sabino (1986), define como:

La investigación de tipo descriptiva trabaja sobre realidades de hechos, y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. Para la investigación descriptiva, su preocupación primordial radica en descubrir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. De esta forma se pueden obtener las notas que caracterizan a la realidad estudiada.

Es descriptiva porque se describen las funciones, características y condiciones en las que se encuentran los sistemas estudiados sin alterarlos y en función a ello se fijan las características y propiedades del sistema a desarrollar

3.4 Población y Muestra

La población es un conjunto de individuos de la misma clase, limitada por el estudio, Según Silva M (2014), se define: "... como la totalidad del fenómeno a estudiar cuyas unidades de análisis poseen características comunes, las cuales se estudian y dan origen a los datos de la investigación" (P. 96).

La muestra es la que puede determinar la problemática ya que es capaz de generar los datos con los cuales se identifican las fallas dentro del proceso.

Para Silva M (2014), la muestra: "Es la parte de un colectivo, un sub conjunto de unidades de análisis representativas de la población, que el investigador selecciona con la finalidad de obtener la información precisa que caracteriza al colectivo" (P. 97)

Ésta investigación abarcara una población, que está constituida por las hogares de la comunidad ubicada en Venezuela, Estado Carabobo, Municipio San Diego, específicamente en la Urbanización Remanso, esta población, según datos suministrados por el Consejo Comunal Urb. Remanso, es de aproximadamente 800 viviendas, todas pertenecientes al sector de interés para la investigación (hogares)

Las técnicas de muestreo, según Silva M (2014), se define como: "La parte que se encarga de captar los datos relevantes provenientes de fuentes primarias, para luego analizarlos y generalizar los resultados a la población a la cual se extrajeron" (P. 98):

Una vez elegida la población se procede a elegir el tipo de muestreo a utilizar, de manera que se corresponda con el problema formulado, los objetivos planteados y el tipo de investigación que se realiza, para esta investigación se tomara como base el muestreo no probabilístico.

El muestreo no probabilístico es definido por Silva M (2014), como: "Aquel que no ofrece a todos los elementos de la población una oportunidad conocida de ser

incluidos en la muestra, es decir, el investigador decide cuales unidades de análisis se deberán observar o entrevistar” (P. 100).

El muestreo no probabilístico, se subdivide en causal, intencional y cuotas, la cuota es la modalidad escogida para realizar el estudio, delimitada por Silva M (2014), de la siguiente manera: “Cada investigador debe encuestar un cierto número de individuos de cada categoría, (por ejemplo: hombres y mujeres). La selección del individuo a investigar se deja a juicio del entrevistador” (P. 101)

Tomando en cuenta las definiciones anteriores, se establece la muestra basados en el muestreo no probabilístico bajo el procedimiento de cuotas como:

Seis hogares de la Urbanización el Remanso que cuenten con sistemas hidroneumáticos, operativos.

Muestra determinada por el autor, tomando en cuenta que no todos los hogares de la urbanización el Remanso cuentan con sistema hidroneumático o dicho sistema no éste operativo, quedando fuera de la categoría de aptos para brindar datos fiables que beneficien o impacten la investigación, y con el fin, de recopilar datos de calidad necesarios para el desarrollo de la investigación.

3.5 Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para cumplir con los objetivos planteados en el presente proyecto, se emplearán las siguientes fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de información.

Ø Fuentes

- Û Bibliografía
- Û Manuales técnicos
- Û Internet

Ø Técnica

- Û La Entrevista
- Û La observación directa

Ø Instrumento

- Û Guion Entrevista

Ü Lista de cotejo

En lo que concierne a las fuentes, éstas indican el lugar, objeto o personas de los que se obtendrá la información requerida. Estas fuentes fueron consultadas para documentar tanto la evaluación de los sistemas existentes, como la información requerida para el desarrollo del diseño que se propone.

La Entrevista, para Arias F. (1.997), está definida como el: “Método o técnica que consiste en obtener información acerca de un grupo de individuos. Puede ser oral (entrevista) o escrita (cuestionario)”, por otra parte, la entrevista para Departamento de Sociología II, dela Universidad de Alicante (2017) “la clasifica en tres grupos, la entrevista estructurada, semiestructurada o focalizada y la no estructurada” Para esta investigación se realizarán entrevistas estructuradas apoyadas en un guion de entrevista, que el Departamento de Sociología II. Universidad de Alicante (2017) define como “Discurso no continuo que sigue el orden de las preguntas planteadas, preguntas preparadas de antemano y planteadas en orden determinado que permiten información parcial y abreviada, así como rapidez en la recogida de la información y nivel alto de información previa”, Las entrevistas serán realizadas a los propietarios representante de cada vivienda, con el fin de obtener datos referentes al comportamiento del sistema hidroneumático tal y como se encuentra instalado.

En cuanto a la observación directa, Arias (1999), indica que consiste “En visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de la investigación pre-establecidos”. La observación directa apoyada en una lista de cotejo, permitirá recabar información, de cómo está diseñado el sistema hidroneumático en las viviendas seleccionadas, así como el estado de los componentes que la conforman, de acuerdo a la organización Educachile (2017) “...a través de la aplicación de una lista de cotejo se obtiene información sobre conductas y acontecimientos habituales del sistema que se éste observando”

3.6 Validez

La lista de cotejo utilizada en la observación directa, estará sometido a la validez de expertos, Sampieri (2005), se refiere a él como: “El grado en que aparentemente un instrumento de medición mide la variable en cuestión, de acuerdo con “voces calificadas”. Para ello se consultará a tres ingenieros, un especialista en electrónica, otro especialista en telecomunicaciones, y el tercer ingeniero que debe ser experto en sistemas hidroneumáticos para viviendas, estos tres especialistas evaluarán el instrumento y las observaciones que resulten de esta evaluación, serán tomadas en cuenta para que el instrumento cumpla con el objetivo que se desea alcanzar.

Como paso inicial en esta validación, se muestra a los especialistas y experto el instrumento de recolección de datos, para ello ver Anexo A 2, seguido a esto, el experto debe evaluar a través de un serie de aspectos que están enlistados en las tablas de evaluación desarrolladas con ese fin, para más detalles de estas tablas de evaluación ver anexo A 3 y A 4, por último los expertos deben dar fe de la validez del instrumento mediante la tabla de validez (Ver tabla A 5), donde los especialistas y experto firma y anota sus datos como requisito final en la validación del instrumento.

3.7 Confiabilidad

Bernal (2000), afirma que la pregunta clave para determinar la confiabilidad de un instrumento de medición es: “Si se miden fenómenos o eventos una y otra vez con el mismo instrumento de medición, ¿Se obtienen los mismos resultados u otros muy similares? Si la respuesta es afirmativa, se puede decir que el instrumento es confiable”.

3.8 Técnicas de análisis de datos

Para realizar el análisis de los datos que se obtuvieron y determinar los requerimientos más importantes para los usuarios, fue necesario calcular el porcentaje en cada ítem que cubriera la demanda de un elemento en específico, para luego así conocer el nivel de aceptación de los entrevistados.

El análisis que el investigador le dio a la información recaudada en las entrevistas, y los resultados arrojados por la lista de cotejo permitió delimitar el

alcance del control, así como las variables necesarias para que el sistema de control cumpla eficientemente con su objetivo.

3.9 Fases Metodológicas

La base operativa de los proyectos factibles, converge en varias fases o momentos que van desde el diagnóstico de necesidades hasta la evaluación del modelo, reflejando la manera de abordar la investigación en la selección de la información, en la forma como se analizan los resultados y en el uso que se le dará a los mismos.

Fase I Evaluar la estructura y el funcionamiento de los sistemas de control analógicos para sistemas hidroneumáticos existentes en las viviendas.

En esta fase se evaluará, a través de las técnicas e instrumentos de recolección de datos seleccionados, la situación de la estructuración en los sistemas de control analógicos para los sistemas hidroneumáticos existentes en la muestra, determinando a través del análisis las necesidades que servirán de base para la innovación en el desarrollo de ésta nueva tecnología.

Las entrevistas serán aplicadas a los representantes adultos de las viviendas seleccionadas, con la intención de conocer las condiciones de operación del sistema que poseen y el nivel de conocimiento del usuario con respecto a los componentes, uso y funcionamiento del mismo.

Y la lista de cotejo servirá para obtener información relativa a las condiciones del equipo y sus accesorios, verificación de operación del sistema y condiciones del área en general.

Fase II Establecer los requerimientos de un control digital para sistemas hidroneumáticos utilizando un microcontrolador.

En esta fase se establecerá, los requerimientos necesarios para el diseño y posterior implementación del control, basados en la información obtenida en la fase uno, teniendo muy en cuenta las características y las posibilidades que ofrecen los microcontroladores.

Los datos se analizan y ordenaran en diferentes renglones, de interés para el autor, para establecer las variables que modelaran el sistema de control.

Se definirán los componentes a utilizar para el desarrollo del sistema de control, una vez definido los componentes a utilizar se establecerá el costo final del producto que servirá de base para el estudio de factibilidad económica, técnica y operativa que se desarrollara en esta fase.

Fase III Diseñar un control digital para sistemas hidroneumáticos utilizando un microcontrolador

Dentro de esta fase, se diseñará el control para los sistemas hidroneumáticos requerido en el hogar, basados en los requerimientos establecidos en la fase dos. El diseño por medio del programa de simulación (proteus design suite 8.6), consistirá en crear, a partir de conocimientos, métodos y técnicas, un circuito inicial simulado en respuesta a cada uno de los requerimientos obtenidos, con el fin de obtener una base circuital.

Desarrollo de la programación para el microcontrolador a través del programa (Flowcode V6).

Prueba del circuito final dentro del entorno de simulación.

Diseño del sensor de nivel

Incorporación de los elementos de seguridad implicados en el sistema hidroneumático, que serán necesarios para proteger el sistema de fallas por elementos externos.

Fase IV Estudio de factibilidad económica, técnica y operativa

Una vez definido los componentes a utilizar se establecerá el costo final del producto que servirá de base para:

Establecer la factibilidad económica, a través de la comparación en cuanto a la inversión monetaria que significara al cliente final, entre el producto desarrollado en esta investigación y las opciones existentes en el mercado.

Determinar la factibilidad técnica, con el fin de asegurar la producción en gran escala del producto con los componentes necesarios.

Definir la factibilidad operativa, basada en las capacidades necesarias que requiere el cliente para poder hacer la operación e instalación del producto final.

Fase V Construir el prototipo del control digital diseñado.

Esta se refiere a la construcción del prototipo de control diseñado en la fase tres, iniciando desde:

La elaboración de la placa base a través del programa de simulación, representa la parte central en esta etapa del desarrollo, la placa base solo se podrá apreciar en el entorno del programa de simulación, por esto, es de gran importancia aclarar que la prueba del circuito se realizara en una atabla de prototipo, ya que los costos de fabricación del sistema de control en una placa base superan el presupuesto del que dispone el autor.

Diseñar la estructura que contendrá el sistema de control.

Desarrollo de un instructivo para el manejo de los operadores.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Las fases siguientes describen el desarrollo de las actividades definidas en la sección anterior, además del análisis y descripción de los elementos utilizados para satisfacer cada uno de los objetivos establecidos.

4.1 Fase I. Evaluar la estructura y el funcionamiento de los sistemas de control analógicos para sistemas hidroneumáticos existentes en las viviendas.

La identificación y posterior análisis de los elementos necesarios para realizar el control digital para los sistemas hidroneumáticos, estuvo apoyado en la opinión de los entrevistados y el conocimiento y criterio del investigador. Una vez obtenida la información se analizaron los datos recabados.

A continuación, se mostrará un análisis mediante gráficos, con el propósito de visualizar la opinión de los usuario expresada en la entrevista, utilizando el guion de entrevista (Ver anexo A 1) como instrumento de recolección de datos, y además el resultado de los datos recabados en la observación directa a través de la aplicación del instrumento conocido como lista de cotejo.

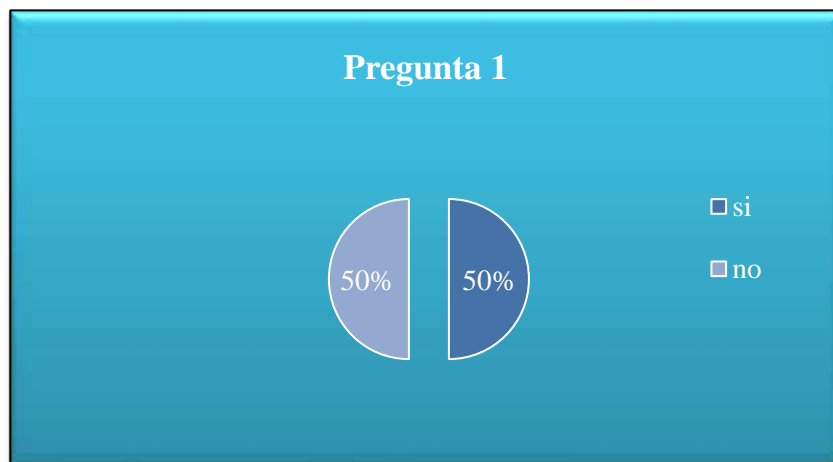
La entrevista se realizó a cada uno de los propietarios de las viviendas seleccionadas como muestra, la información recabada fue cuantificada pregunta por pregunta, para luego ser representada en forma de gráficos que contienen los porcentajes correspondientes a cada ítem de interés del macro de las respuestas obtenidas en dichas entrevistas; Las preguntas buscan constatar el nivel de conocimiento de los propietarios referente al sistema que se investiga, conocer que tan familiarizado están con su funcionamiento, mantenimiento y reparación, así, como, con los sistemas de control que lo mantiene operando, con la finalidad de definir cuáles son las necesidades que ameritan una mayor atención, al momento de hacer el diseño del sistema propuesto

4.1.1 Análisis de las respuestas dadas a la entrevista

A continuación se muestran los resultados de las entrevistas realizadas.

1. ¿Sabe usted lo que es un sistema hidroneumático y cuáles son sus ventajas?

Solo el 50% de los entrevistados conocía o había oído hablar sobre los sistemas hidroneumáticos, la ventaja más común expresada es la de poder tener agua con un flujo adecuado que llegue a todas las partes de la vivienda, lo cual indica que una parte la población desconoce el término así como el total de las ventajas al usar un sistema hidroneumático (Ver gráfica 1).

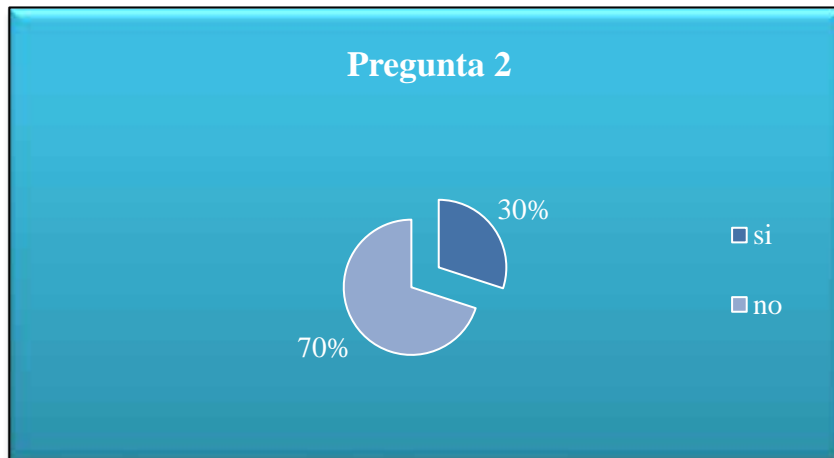


Gráfica 1. Porcentaje de Pregunta 1

Fuente: Jean Carrillo, 2017

2. ¿Sabe usted lo que es un sistema de control para hidroneumático y cuál es su importancia?

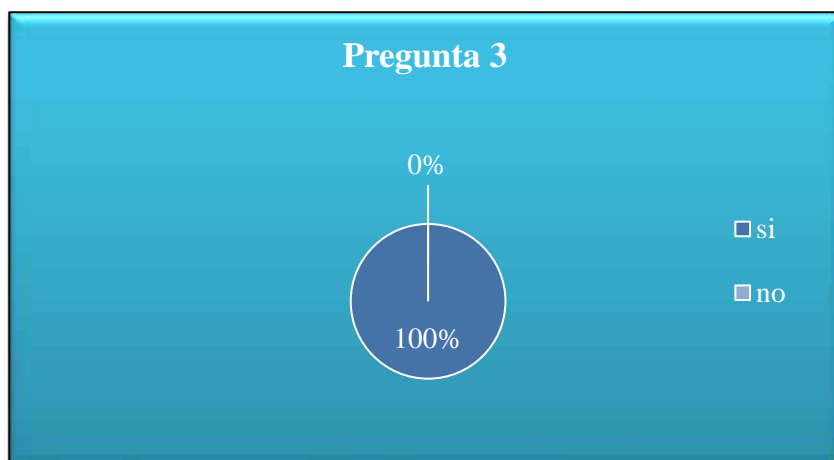
El 30% de los entrevistados tenía conocimientos o había oído hablar de que es un sistema de control para hidroneumático, indicando un desconocimiento generalizado de la importancia de contar con un sistema de control para los hidroneumáticos, además identificaron como importante, que la bomba no se quemara cuando hay problemas eléctricos (Ver gráfica 2).



Gráfica 2. Porcentaje de Pregunta 2
Fuente: Jean Carrillo, 2017

3. ¿Usted cree que sea necesario poder tener control de la presión con que trabaja su sistema de bombeo?

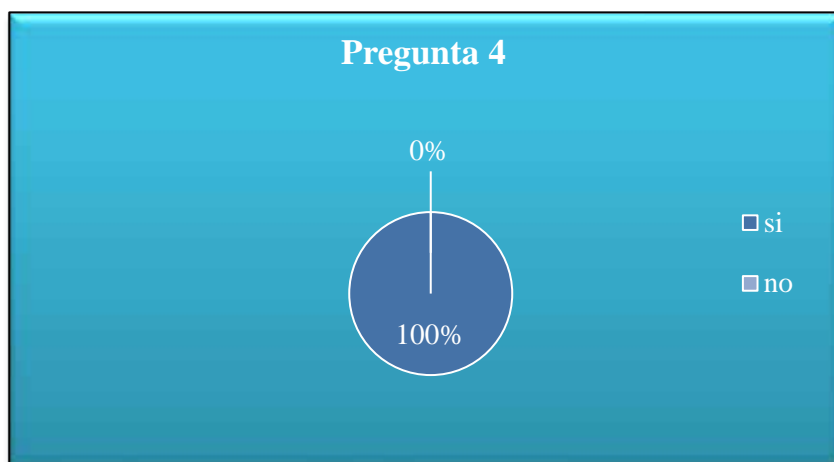
En éste caso, el 100% de los usuarios entrevistados coinciden con que es útil el control de la presión de las aguas blancas en sus viviendas, esto debido a que es una parte fundamental del día a día y que no solo contribuye al confort dentro de la vivienda sino que también contribuye al ahorro de energía y dinero (Ver gráfica 3).



Gráfica 3. Porcentaje de Pregunta 3
Fuente: Jean Carrillo, 2017

4. ¿Cree usted útil contar con un sistema digital compacto fácil de operar que le pueda ofrecer información a través de una pantalla sobre el funcionamiento de su sistema de bombeo?

El 100% de los entrevistados coinciden en que sería útil, esto debido a que el sistema que usan en la actualidad es difícil de entender y requiere de muchas actividades de corrección y mantenimiento, así como de mucha supervisión para que se mantenga en funcionamiento (Ver gráfica 4).

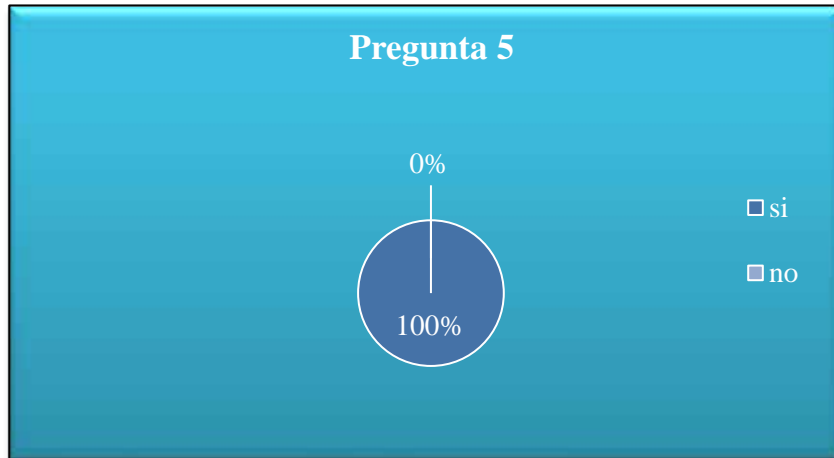


Gráfica 4. Porcentaje de Preguntas 4

Fuente: Jean Carrillo, 2017

5. ¿Es útil para usted proteger el voltaje de trabajo con que opera el sistema de bombeo?

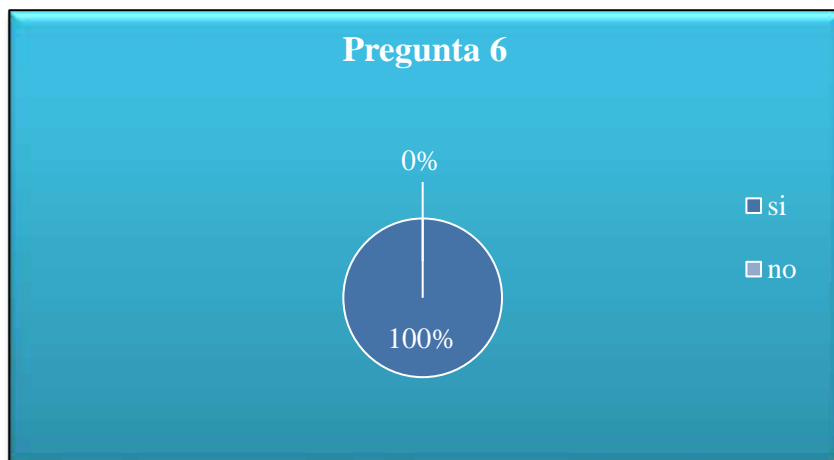
El 100% de los entrevistados coinciden en que sería útil, esto debido a que el sistema que usan en la actualidad no cuenta con esa protección, los entrevistados informaron que el suministro eléctrico en la zona es realmente deficiente, son repetidos los apagones y bajas de tensión lo que afecta temporal o permanentemente a las bombas que impulsan el agua (Ver gráfica 5).



Gráfica 5. Porcentaje de Pregunta 5
Fuente: Jean Carrillo, 2017

6. ¿Tendría utilidad para usted proteger contra sobre corrientes el sistema de bombeo?

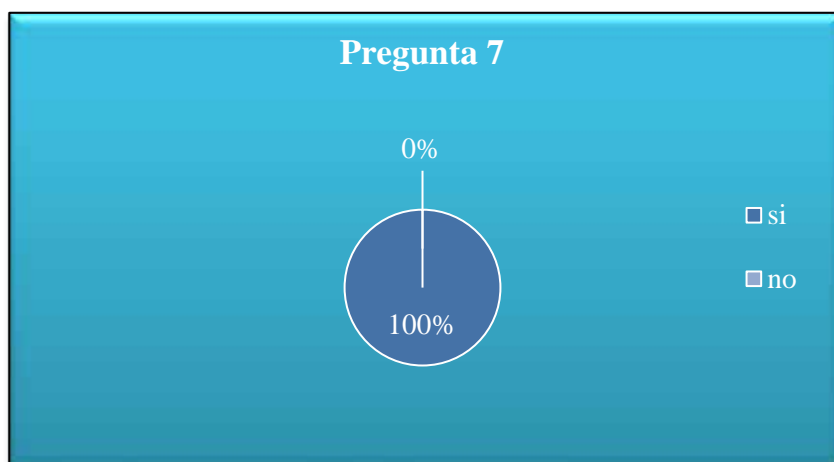
El 100% de los entrevistados coinciden en que sería útil, esto debido a que el sistema que usan en la actualidad no cuenta con esa protección, los entrevistados informan que son muy comunes las fallas eléctricas, lo que afecta dramáticamente el tiempo de vida de las bombas para el impulso del agua (Ver gráfica 6).



Gráfica 6. Porcentaje de Pregunta 6
Fuente: Jean Carrillo, 2017

7. ¿Le gustaría a usted contar con información en tiempo real referente al nivel del tanque de almacenamiento para aguas blancas de su hogar?

El 100% de los entrevistados coinciden en que sería muy útil, esto debido a que el sistema que usan en la actualidad no cuenta con ningún tipo de advertencia, referente al nivel de agua del tanque de almacenamiento. Los entrevistados informan de daños permanentes en las bombas por trabajar sin suministro de agua. Al quedarse vacío el tanque de almacenamiento, la única forma existente, en estos momentos. Para tener conocimiento del nivel del tanque de almacenamiento, es abriendo la pesada tapa del tanque y observando cuánta agua queda en él. (Ver gráfica 7).



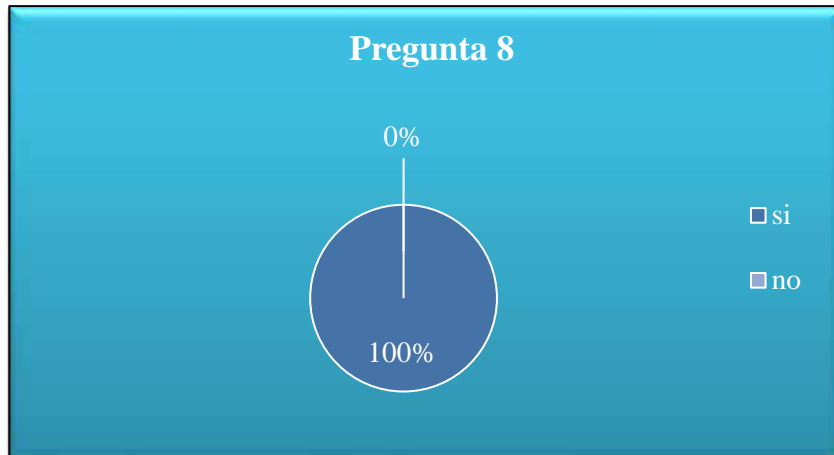
Gráfica7. Porcentaje de Preguntas 7

Fuente: Jean Carrillo, 2017

8. ¿Sería importante para usted contar con un sistema que le alerte sobre el mal funcionamiento o bajo nivel del tanque de almacenamiento a través de una señal auditiva y visual?

El 100% de los entrevistados coinciden en que sería muy útil, esto debido a que el sistema que usan en la actualidad no cuenta con ningún tipo de advertencia auditiva y/o visual que alerta acerca del al mal funcionamiento de la bomba o el nivel de agua del

tanque de almacenamiento. Los entrevistados indican que cuando se presentan estas fallas no cuentan con ningún tipo de señal que les advierta solo se percatan al abrir una llave de suministro y ver que no sale agua (Ver grafica 8).

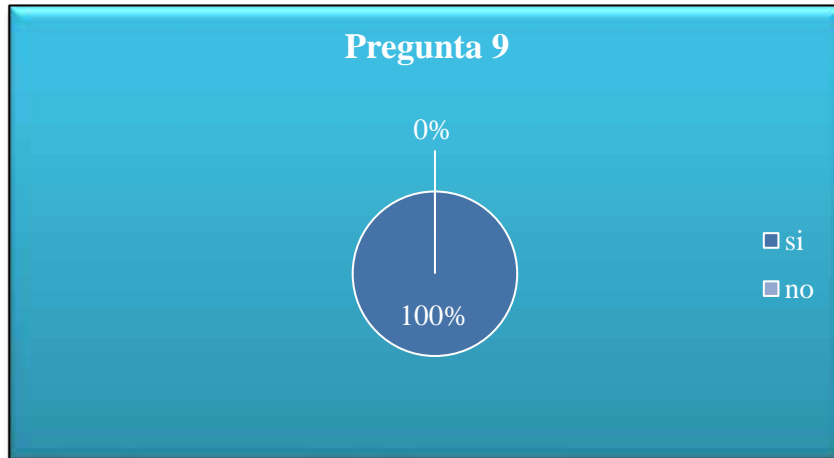


Gráfica 8. Porcentaje de Pregunta 8

Fuente: Jean Carrillo, 2017

9. ¿Cree usted útil contar con un sistema digital compacto y fácil de operar que sea económico y que éste dentro del alcance de su presupuesto?

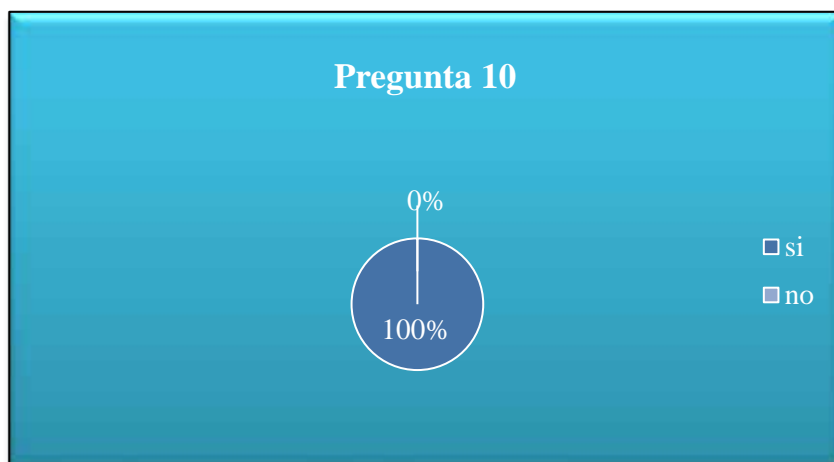
Los entrevistados estuvieron 100% de acuerdo, esto debido a que las opciones que se encuentran disponibles en la actualidad, para hacer el control de los sistema hidroneumáticos en las viviendas, no cubren las necesidades que expresan los propietarios (Ver grafica 9).



Grafica 9. Porcentaje de Pregunta 9
Fuente: Jean Carrillo, 2017

10. ¿Para usted sería útil contar con un sistema digital de control que pueda comprar fácilmente en un establecimiento y que además pueda ser instalado por usted mismo sin requerir de servicio técnico especializado?

Los entrevistados estuvieron 100% de acuerdo, esto debido a que disminuyen los costo de adquisición e instalación ya que no requerirá de la contratación adicional de técnicos especializados. (Ver grafica 10).



Grafica 10. Porcentaje de Pregunta 10
Fuente: Jean Carrillo, 2017

Los resultados obtenidos de las entrevistas, representa la visión general del estado y funcionamiento de los sistemas hidroneumáticos en las viviendas.

Resulta muy interesante poder ver de primera mano, el poco conocimiento con el que cuentan los usuarios, referente a lo que es un sistema hidroneumático, como funciona, cuáles son sus partes y como identifican otros sistemas del hogar erróneamente como el responsable del bombeo del agua en la vivienda.

En repetidas ocasiones confundieron al sistema hidroneumático con el de potabilización o creían que ciertas partes del sistema hidroneumático hacían funciones que no son las que corresponden, así, como también fue resaltante la necesidad que tienen los usuarios de poder obtener más información del estado y funcionamiento de sus sistemas hidroneumáticos, información básica como, cuánta agua queda en el tanque de almacenamiento o si el nivel de voltaje estaba dentro de los rangos de operación; Resalta la importancia de tener una alarma auditiva y visual que permita tan solo con pasar frente al cuarto de hidroneumático poder detectar que algo va mal en el sistema, debido a que las áreas de los sistemas de bombeo están algo retiradas del resto de la vivienda son olvidados y no se les presta mucha atención.

Los entrevistados hicieron de forma espontánea referencias muy precisa, de cuáles son las fallas más comunes, como son: La parada del funcionamiento de la bomba sin poder determinar que la detuvo, así como el recalentamiento de la bomba por trabajar sin suministro de agua, fallas que pueden ser corregidas por un sistema digital que ofrezca más información.

La propuesta de diseñar un sistema digital de control para hidroneumático, compacto y simple de operar como de instalar cubre las necesidades planteadas anteriormente.

4.1.2 Análisis de los datos mediante la observación directa a través de la lista de cotejo

Una vez concluida la entrevista, se realizó la observación directa de cada uno de los sistemas hidroneumáticos presentes en las viviendas que conforman la muestra seleccionada, en éste procedimiento se utilizó como herramienta de recolección de datos la lista de cotejo que se presenta en el anexo A 2.

Al hacer el análisis de los datos recabados se completó un resumen que condensa la información en forma de porcentajes para cada uno de los elementos que se pudieron observar (Ver Tablas 1).

En el resumen final se muestran los porcentajes de cada uno de los elementos observados de mayor interés para el desarrollo del sistema, el símbolo de () se refiere a buen estado o buenas condiciones, la (X) se refiere a en mal estado o en malas condiciones y el (N/A) es que se encuentra ausente.

Tabla 1. Resumen final

Descripción	Condición observadas del área %		Condición y componentes Observados																
	√	X	Conjunto de bomba					Protector Voltaje			Presostato			Cableado y tubería del cableado			Tanque Presurizado		
			√	X	N/A	√	X	N/A	√	X	N/A	√	X	N/A	√	X	N/A		
Vivienda	30%	70%	40%	60%	20%	30%	50%	10%	90%	30%	70%	30%	40%	30%					

Fuente: El autor 2017

La observación directa, permitió establecer las condiciones en las que operan los sistemas hidroneumáticos en realidad, así como el estado en el que se encuentran los componentes que lo conforman, gracias a esta información el diseño del sistema de control estará más adaptado a la realidad lo que ayudara a que sea más eficiente y duradero,

En la mayor parte de los casos, se encontró que el área dedicada al sistema hidroneumático no es solo para el sistema hidroneumático, en general se encontró que estos lugares también son usados para el almacenamiento de cualquier tipo de objetos así, se pudo observar, que los tableros eléctricos se usan como repisas, las tuberías del cableado como base para guindar objetos, las bombas como soporte para cajas, etc. Esta situación

conlleva a un desgaste prematuro de los elementos debido a la corrosión, al acumularse humedad entre los objetos almacenados y los elementos que conforman el sistema de control. Por otra parte, soportar el peso de objetos colgados o sobre superficies para lo que no están diseñados traen deterioro progresivos de las instalaciones; las fallas por cables sueltos (objetos colgados en las tuberías del cableado); derrame de líquidos sobre los componentes al utilizar los tableros como repisa; son muy comunes. El sistema compacto de control digital disminuirá dramáticamente las situaciones anteriormente planteadas.

Generalmente las áreas donde están instalados los sistemas hidroneumáticos, son cerradas y con mala ventilación, al estar junto a la abertura de acceso del tanque de almacenamiento para el agua, se mantienen con niveles elevado de humedad, lo que causa oxidación en tableros, tuberías y componentes electromecánicos que conforman el sistema hidroneumático. Una solución a esto, es adquirir tableros eléctricos herméticos, que para el propietario promedio resulta realmente costoso. El sistema de control que se propone será compacto y suficientemente hermético para evitar el ingreso de agentes que lo puedan deteriorar como parte del diseño que se desarrollara.

Los altos niveles de humedad, una estructura de tuberías para el cableado, y tableros eléctricos voluminosos, en áreas que no son dedicadas exclusivamente para los sistemas hidroneumáticos, crean una mezcla perfecta para las fallas. La falta de protectores para el sobre voltaje o de sobre corriente terminan de completar un cuadro perfecto que expone lo habitual de las fallas en estos sistemas, por lo que la propuesta de un sistema digital compacto y fácil de operar disminuirá las fallas comunes de los sistemas de control para hidroneumáticos presentes en la actualidad.

4.2 Fase II Establecer los requerimientos de un control digital para sistemas hidroneumáticos utilizando un microcontrolador.

Basados en la información recabada en la fase I se procede a realizar el desarrollo de la fase II, en esta fase se establecerán las variables que requieren de ser controladas para poder diseñar el sistema de control.

4.2.1 Variables a controlar

Las necesidades detectadas se traducen en una serie de variables que deben controlarse o supervisarse para asegurar el buen funcionamiento del sistema de control a desarrollar. A continuación se enumerara para luego proponer una solución viable a la problemática.

Control del nivel del tanque de almacenamiento.

Protección de voltaje.

Protección de sobre corriente.

Presión hidráulica.

4.2.1.1 Control de nivel del tanque de almacenamiento

La medición del nivel del tanque de almacenamiento de agua se realizará mediante el método de medición conductivo o resistivo, utilizando un medidor de electrodos.

El medidor de electrodos, consiste en uno o varios electrodos dentro de un tanque y un relé electrónico o eléctrico que es excitado cuando el líquido los moja, con éste método se aprovecha la conductividad eléctrica del líquido para hacer el contacto eléctrico, por lo tanto, el líquido debe ser suficientemente conductor para que el relé sea capaz de detectar el paso de corriente, cada electrodo representará en éste caso un punto de medición.

Las limitaciones de éste instrumento son principalmente el requerir un gran número de electrodos para poder realizar una medición cercana a la continua, y la presencia de sólidos que se depositan sobre los electrodos y tienden a aislarlos.

En las viviendas, la medición del nivel del tanque de almacenamiento de agua no requiere del uso de gran cantidad de electrodos, por lo que tomaremos como estándar cuatro puntos de medición, que serían nivel alto, nivel medio, nivel bajo y tanque vacío, lo que será suficiente para controlar el nivel de agua destinado a las labores habituales del hogar.

El electrodo será fabricado a partir de tubería PVC (por sus siglas en ingles *poli vinyl colorido*) para agua caliente, esto debido a que sus características facilitan la construcción, esta tubería tendrá diámetro de media pulgada, los puntos de contacto eléctrico se llevaran

a cabo por medio de metal expuesto compuesto de una aleación de bronce y plata, para transmitir la información de los electrodos se utilizara cable telefónico tres pares.

4.2.1.2 Protección de voltaje

Una de las necesidades más común expresadas por los entrevistados, es la preocupación por la fluctuación del voltaje que presenta la red de suministro eléctrica, por lo que se presta particular atención a ésta parte.

Para que el sistema ofrezca una protección adecuada, se parte del estándar general para equipos monofásicos que trabajan con un voltaje nominal de 120V a 60Hz, que indica el voltaje mínimo y máximo permitido para que los equipos trabajen sin riesgo va de 114V para el mínimo y de 126V para el máximo. Esto está establecido en el Servicio Autónomo Nacional de Normalización Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos también conocido como SENCAMER a través de la norma 159:1997 (Ver anexo B 1) denominada tensión normalizada de servicio que dicta en su página 2 artículo 4.2 donde se hace referencia al sub capítulo 4.2.2 y se define dentro de la norma en la tabla 1 denominada límites permisibles de la tensión de servicios del sistema en el punto de medición, (Ver imagen 11).

Tabla 1. Límites permisibles de la tensión de servicio del sistema en el punto de medición

Tensión nominal (V)	Zona A		Zona B	
	Tensión mínima (V)	Tensión máxima (V)	Tensión mínima (V)	Tensión máxima (V)
120	114	126	110	127
240 Δ	228 Δ	252 Δ	220 Δ	254 Δ
120/240	114/228	126/252	110/220	127/254
240/480	228/456	252/504	220/440	245/508
208 Y/120	197 Y/114	218 Y/126	191 Y/110	220 Y/127
408 Y/127	456 Y/263	504 Y/291	440 Y/254	507 Y/293
480 Δ	456	504	440	508
600 Δ	570	630	550	635

Imagen 11. Normativa 159:1997

Fuente: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/159-97.pdf>

Basados en los límites antes expuesto, se abordara esta problemática de la siguientes forma: Uno de los elementos presentes en el sistema de control que se desarrollará es el transformador, éste componente tiene la característica de tener una relación conocida y lineal, que nos permite tener una tensión de salida conocida por medio de una alimentación de entrada también conocida, cualquier variación presente en la entrada se verá reflejada en la salida. Por lo que se implementara un circuito sencillo y económico basados en diodos zener que exciten la base de un transistor en dos puntos de voltajes de interés (límite máximo de voltaje y límite mínimo de voltaje) generando una señal que pueda ser reconocida por el microcontrolador y a su vez la pueda traducir en un mensaje o una alarma al operador, además, de detener el proceso de bombeo para evitar daños en los equipos y componentes. Es la solución más viable para resolver esta gran inquietud de los usuarios entrevistados.

4.2.1.3 Protección de corriente

Ofrecer un control del nivel elevado de corriente con el que opera el sistema hidroneumático, es de gran interés en el desarrollo del sistema, ya que ésta variable puede afectar el funcionamiento de forma permanente de la mayoría de los componentes presentes en el sistema hidroneumático.

Para abordar esta medición, se realizará un circuito compacto y económico que permita identificar elevados niveles de corriente de trabajo en un periodo de tiempo mínimo, diferente a los periodos de tiempo que corresponden a los picos de corriente de arranque, pero suficientemente sensible como para evitar daños en el equipo por mal funcionamiento.

El método que se utilizara para hacer el control de corriente es el de un transformador de corriente con una relación de uno a cinco, que tiene una mínima caída de tensión en la carga y presenta un buen voltaje de salida, necesario para hacer el control basado en la variación del mismo.

4.2.1.4 Control de la presión hidroneumática

Las viviendas tienen una estrecha relación con los sistemas hidroneumáticos, debido a la necesidad de mantener la presión hidráulica dentro de un rango tal, que les permita cumplir con las tareas sin retrasos y de forma eficiente.

Por esta razón la medición de la presión es de gran importancia dentro de un sistema de control para hidroneumáticos, se requiere de un sistema robusto y fiable además de económico que pueda satisfacer esta necesidad, por lo tanto, la implementación de un micro presostato es la opción más conveniente, ya que éste dispositivo está diseñado para soportar gran cantidad de accionamientos con un tiempo de vida prolongado. El mismo está compuesto por una base que cuenta con una membrana capaz de accionar un micro interruptor, además posee un tornillo de calibración que le permite ajustar la presión deseada.

4.2.1.5 Integrador de variables

Cuando se piensa en un sistema de control, se piensa en un componente que cumple con una o varias tareas de control en particular, ésa es solo la visión del macro del sistema, al hacer un acercamiento es fácil notar como la unión de varios pequeños sistemas a través de un elemento que los integre es en sí, lo que conforma un sistema de control.

El control de las variables que se han establecido se realizara a través de un microcontrolador, componente que cuenta con la capacidad en memoria, así, como de puertos suficientes para todos y cada uno de los elementos que se usaran para desarrollar el sistema de control.

4.3 Fase III. Diseñar un control digital para sistemas hidroneumáticos utilizando un microcontrolador

Para el desarrollo de ésta fase, se tomó como paso inicial reunir los requerimientos mencionados en la fase anterior, con la intención de enlazarlos de forma lógica, permitiendo crear una representación rudimentaria, sencilla pero clara de cuál será la orientación que debe tomar la estructura del circuito a simular posteriormente.

Se considera como elemento central de control el microcontrolador; los elementos como el sensor de nivel, monitor de voltaje, monitor de corriente y control de presión como

bloques adicionales independientes unos de otros, que requiere la unidad de control para poder administrar el sistema de forma eficiente; la LCD y el sistema de alarma auditivas corresponden a dos módulos separados diseñados como interfase con el operador que depende del sistema de control; por último la alimentación de voltaje se divide en dos el que alimenta al sistema de control y el alimentador del sistema de potencia. A continuación se muestra la representación del macro del sistema de control que se desarrolla en ésta investigación (Ver imagen 12).

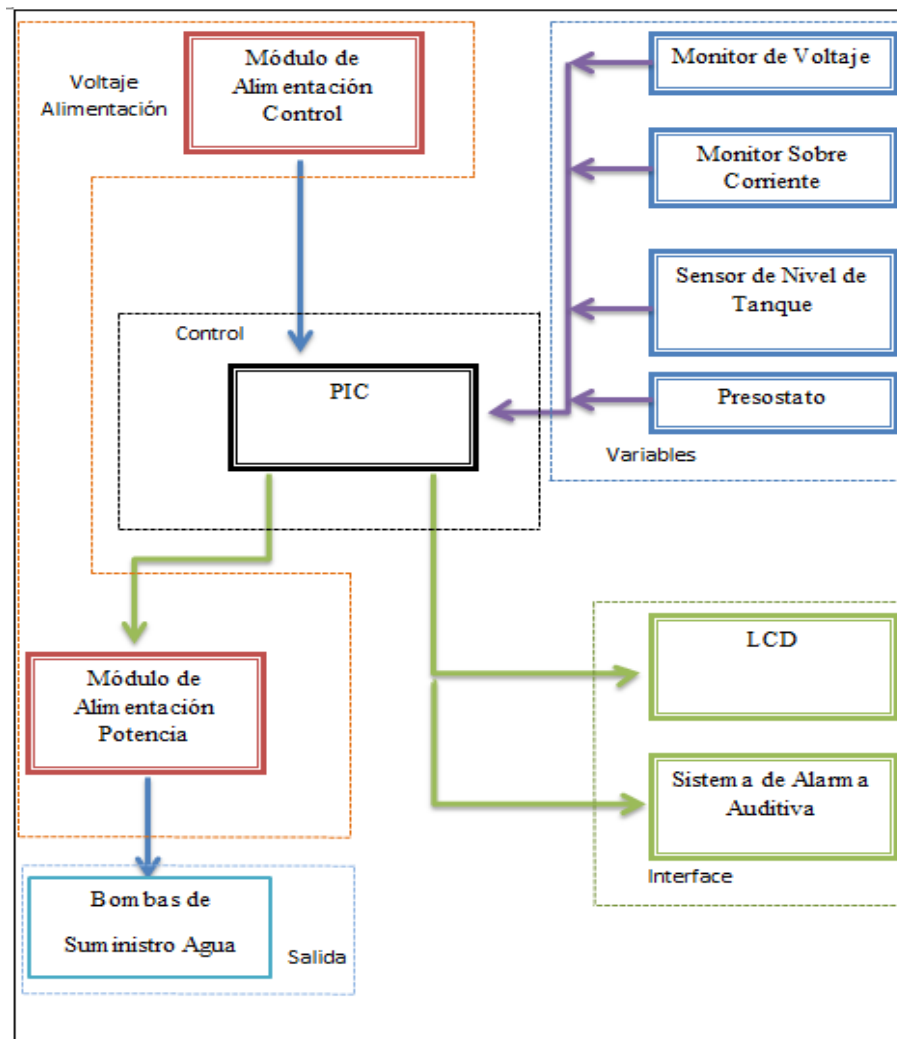


Imagen 12. Sistema de control

Fuente: Jean carrillo, 2017

4.3.1 Fuente de alimentación para el sistema de control

Una fuente de alimentación estable, que ofrezca un flujo constante y seguro del nivel de voltaje adecuado, es de gran importancia para que el resto del sistema trabaje de forma adecuada.

Para el desarrollo de éste prototipo se dispone de un transformador que será alimentado con 120 Voltios en el primario y del que se requieren 12 Voltios de salida en el secundario, una vez rectificado y acondicionado éste voltaje de salida se utiliza para alimentar dos circuitos separados que contienen cada uno, un regulador de voltaje de la serie L7800, específicamente el L7805, éste componente regulará los 12 Voltios DC a 5 Voltios DC en configuración de regulador estándar. Para los parámetros de trabajo ver anexo C 1 y para la disposición final del circuito de la fuente de alimentación ver imagen 13.

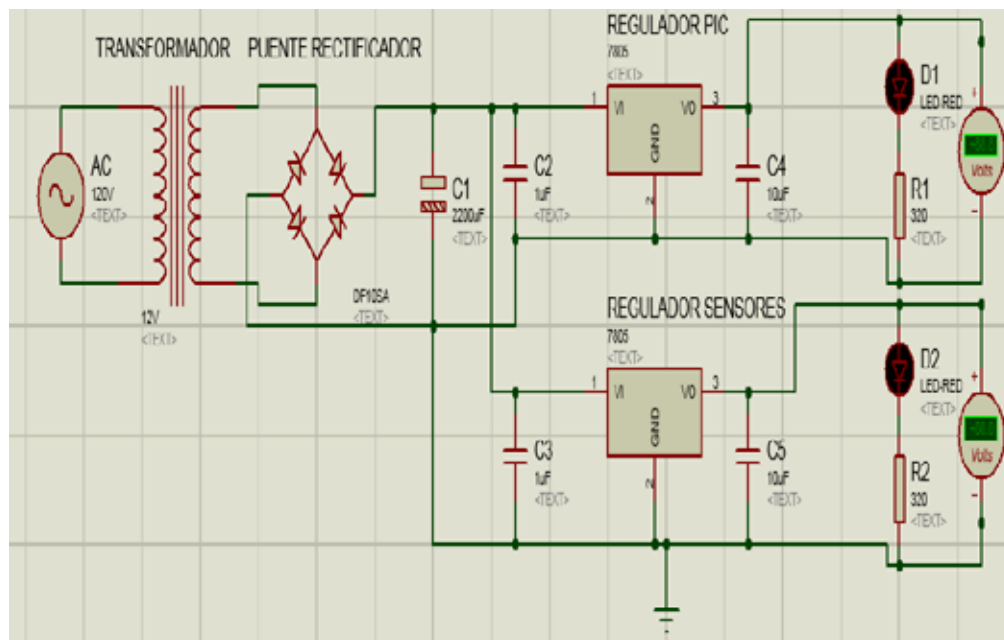


Imagen 13. Fuente de Alimentación Control

Fuente: Jean carrillo, 2017

4.3.2 Integrador y LCD

Como se mencionó anteriormente, el circuito tiene como base integradora un microcontrolador, determinado por la cantidad de puertos que se requieren como mínimo para todos los conjunto de medición e interfase, pensando en eso se opta por el microcontrolador PIC 16F877A, que además permite futuras adiciones que mejoren las prestaciones del sistema de control, para las especificaciones o parámetros de éste integrado ver el anexo C 2.

La interfase principal, se realiza mediante una LCD de 2X16 del siguiente modelo LMC-SS2B16-01, que estará trabajando con la mitad de sus puertos de datos con el objetivo de disminuir el número de puertos empleados en el PIC el cual dispondrá de los puertos RB0 al RB3. La LCD es el medio para informar al usuario del estado del sistema, para las especificaciones de éste componente ver anexo C 3, las conexiones del circuito quedan como se muestra en la imagen 14.

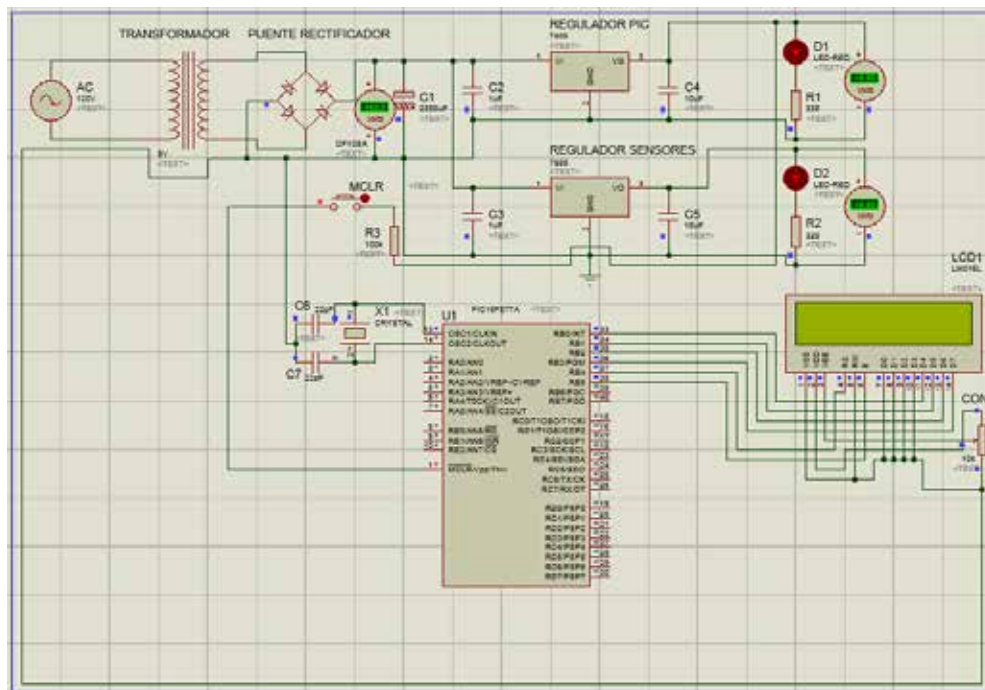


Imagen 14. Conexión PIC y LCD

Fuente: Jean carrillo, 2017

4.3.3 Alarma auditiva

Para el usuario es importante contar con una señal auditiva que le advierta de algún problema en el sistema hidroneumático, por lo que se incluye en el diseño del prototipo un buzzer cuyas especificaciones se muestran en el anexo C 4, éste componente se activará a través de un transistor 2N3904 (Ver anexo C 5) que será excitado en la base desde el puerto RB5 del PIC y que puede ser visto en la imagen 15.

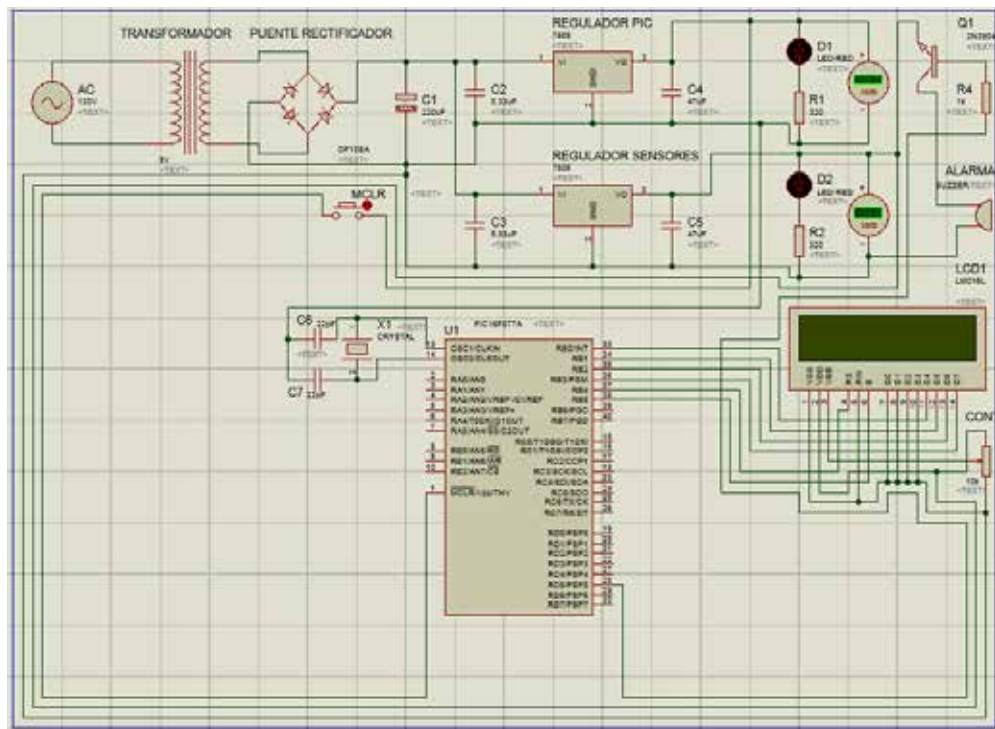


Imagen 15. Alarma Auditiva

Fuente: Jean carrillo, 2017

4.3.4 Sensor de nivel

El sensor de nivel será una de las más resaltantes innovaciones del prototipo que se desarrolla en esta investigación, en esta parte hacemos referencia a la forma en que el PIC recibirá la información del electrodo. Para éste proceso se empleará un opto acoplador con salida a transistor NPN modelo NTE32221, el cual cuenta con cuatro arreglos en su interior lo que permitirá la medición de los cuatro niveles de interés.

Éste integrado se trabajara bajo la modalidad de ánodo común, el cátodo será excitado a través de la conducción del agua desde el punto negativo en contacto con el líquido hasta los electrodos que estén inmersos en él, para con ello cerrar el circuito que alimentara el diodo emisor de luz, el cual a su vez excitara la base de cada transistor permitiendo el paso de la señal al PIC que procesara y reflejara a través de la LCD. Ver anexo C 6 para las características del NTE32221 y la disposición del circuito en la imagen 16.

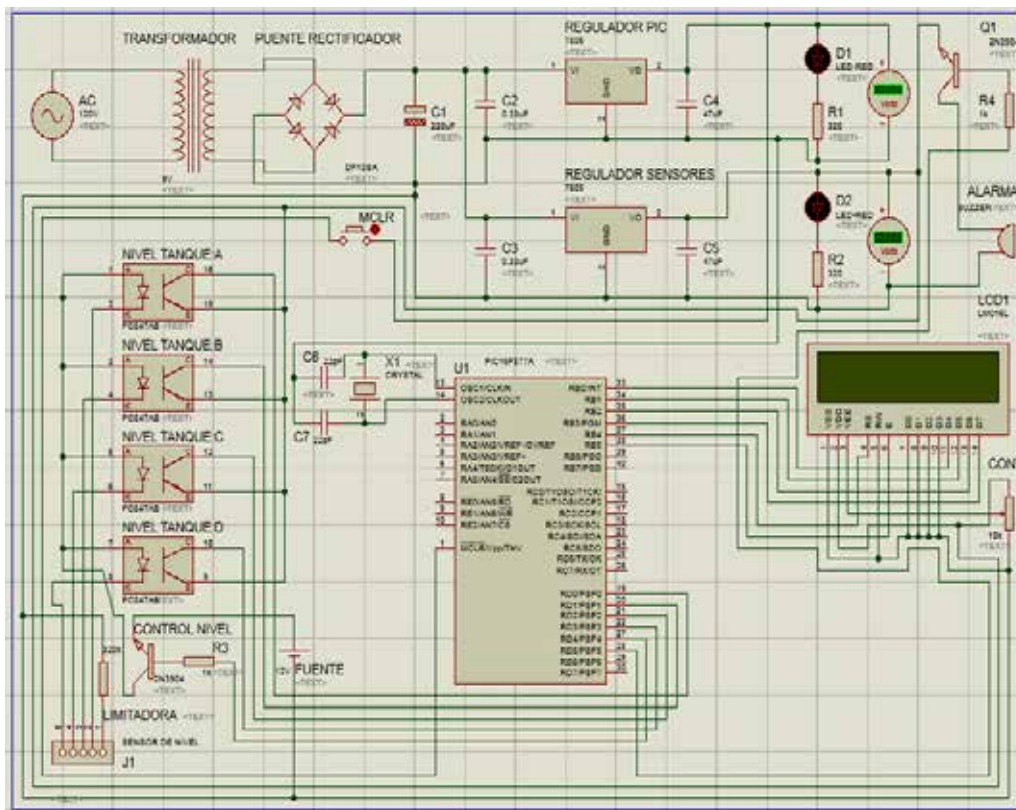


Imagen 16. Sensor de Nivel

Fuente: Jean carrillo, 2017

Del puerto RD0 al DR3 se ocuparan como entrada de la señal de cada uno de los niveles, mientras que por medio del puerto DR4 se excitara la base de un transistor 2N3904 con el fin de energizar el electrodo de forma periódica pero no constante, evitando de esta forma el fenómeno de la electrolisis.

4.3.5 Sensor de presión

La medición de esta variable se realiza por medio de un LMP600, el cual cuenta con un tornillo de ajuste que permite variara la presión deseada, al variar el tornillo de ajuste y con la ayuda de un manómetro que está presente dentro de los requerimientos del prototipo, se podrá controlar la presión del agua en el sistema, el puerto del PIC que recibirá la señal es el RD7, que se encontrara en cero mientras el interruptor éste abierto y en uno cuando se cierre, para las características ver anexo C 7 y las disposición en el circuito ver imagen 17.

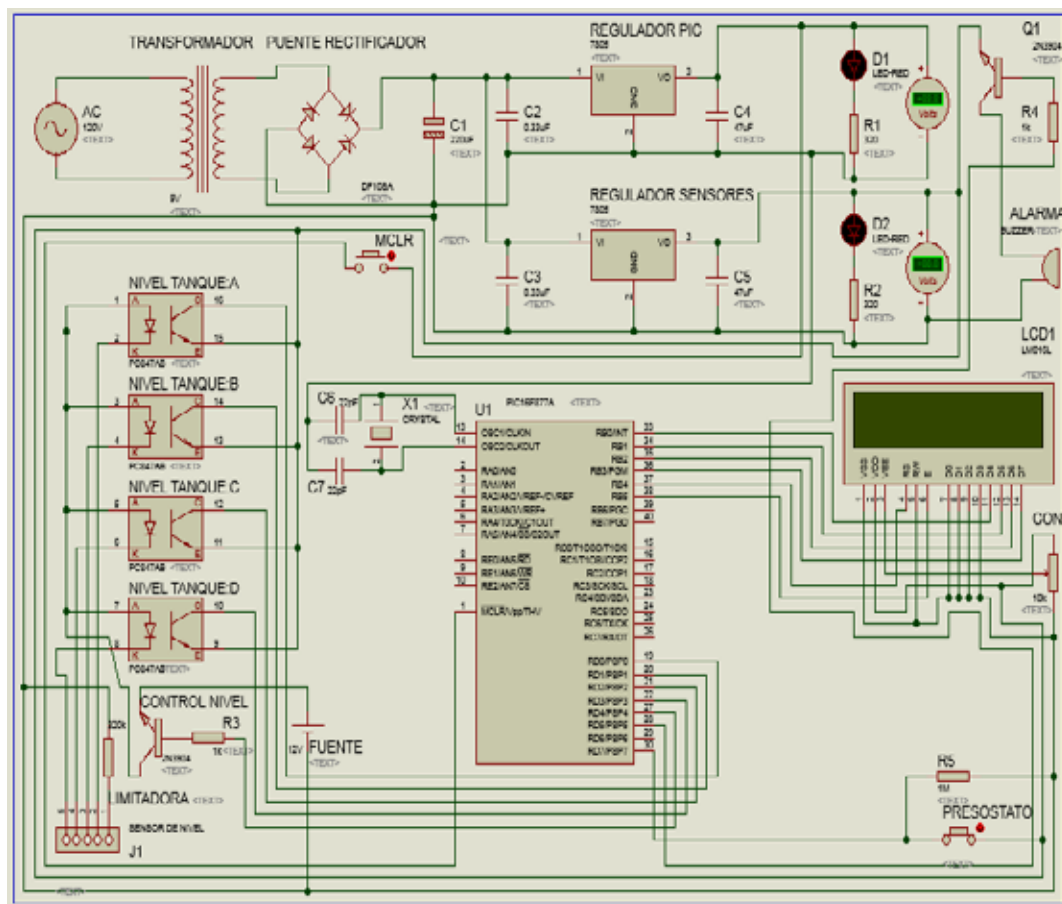


Imagen 17. Presostato

Fuente: Jean carrillo, 2017

4.3.6 Protector de voltaje

Para el control del nivel de voltaje, se inicia con un diodo 1N4007 que rectifica la señal para luego emplean dos arreglos de divisor de voltaje uno para el margen superior y otro para el margen inferior que varían a medida que la relación del transformador cambie debido a la fluctuación de voltaje en el primario, auxiliados cada uno con un diodo zener 1N4733A que conduce a los 5.1V con el objetivo de proteger al PIC de voltajes superiores al que puede soportar, para las especificaciones del zener (Ver anexo C 8) y la disposición del circuito que se mencionó anteriormente (Ver imagen 18).

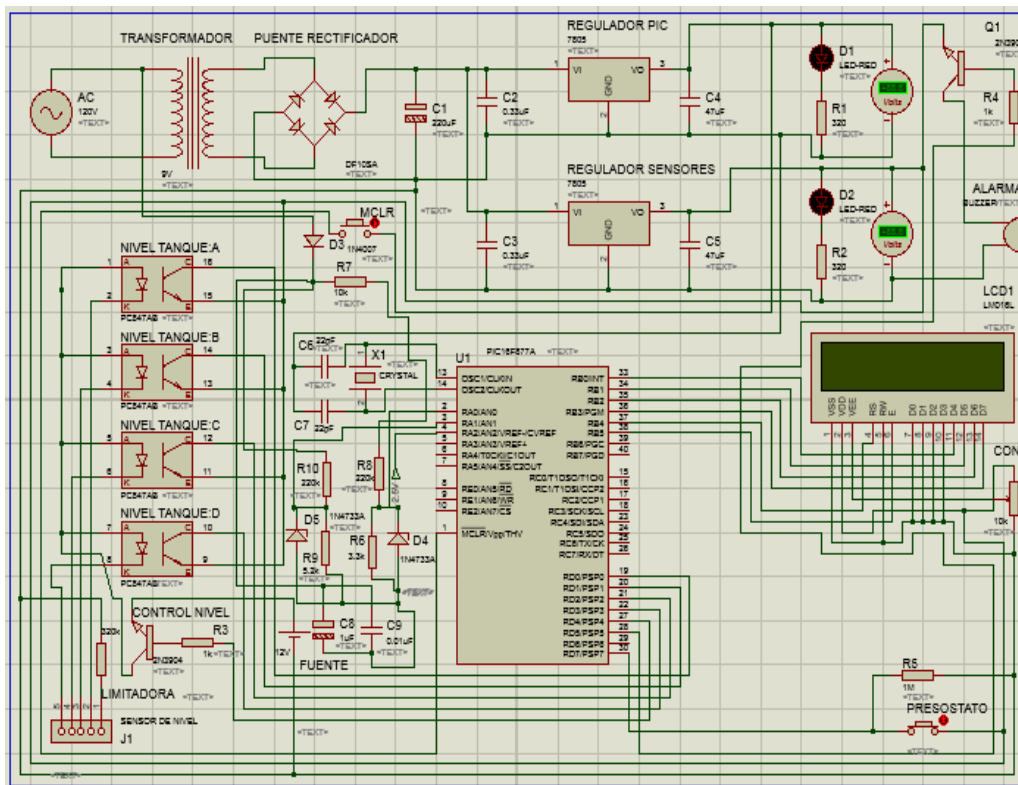


Imagen 18. Protector de voltaje

Fuente: Jean carrillo, 2017

4.3.7 Protector sobre corriente

Las protecciones del sistema de control que se está diseñando, incluye protección contra corrientes altas en el funcionamiento de la bomba, para éste sistema de protección se

emplea un transformador de corriente, que consiste en conectar la bobina del primario del transformador en serie con la bomba que impulsa el agua, tomando en cuenta que la caída de tensión en los terminales del primario sea lo más baja posible sin que afecte de manera importante la tensión de trabajo de la bomba, permitiendo así, a través de la variación de voltaje en la salida del secundario hacer un escalamiento en el microcontrolador para determinar el rango en que se encuentra trabajando. El transformador de corriente tendrá una relación de uno a cinco, del lado del secundario se cuenta con un divisor de voltaje para el acondicionamiento del nivel de voltaje y un zener 1N4733A que evita el paso de un voltaje superior al que soporta el microcontrolador, sus características se pueden visualizar en la imagen 19.

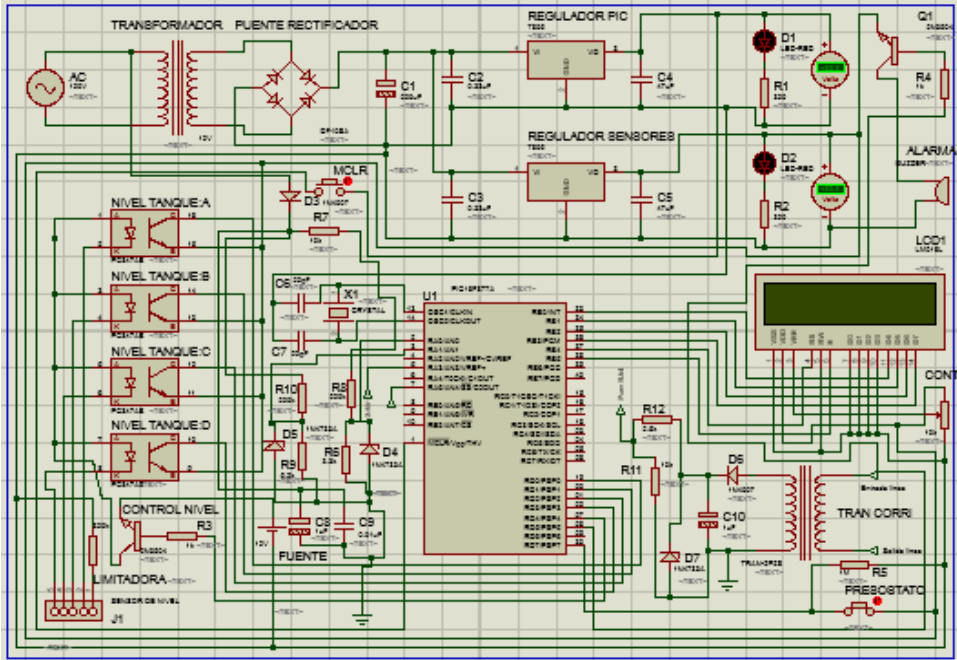


Imagen 19. Protector de sobre corriente.
Fuente: Jean carrillo, 2017

4.3.8 Programa para el microcontrolador

El programa que ejecuta el microcontrolador, es de gran relevancia ya que de él dependerá el aprovechamiento de los elementos que conforman el circuito que se estructuro

en la fase anterior, para esta etapa del desarrollo se recurrió a una herramienta de programación de excelentes prestaciones que facilita la escritura del código, la prueba paso a paso y compilación del código fuente , hablamos de Flowcode, además nos permite usar el software PICKit2 el cual es empleado para programar el microcontrolador mediante el programador de PIC del mismo nombre.

Flowcode es un programa muy amigable que contiene las características suficientes para llevar a cabo la totalidad de la programación que requiere el prototipo (Ver imagen 20).

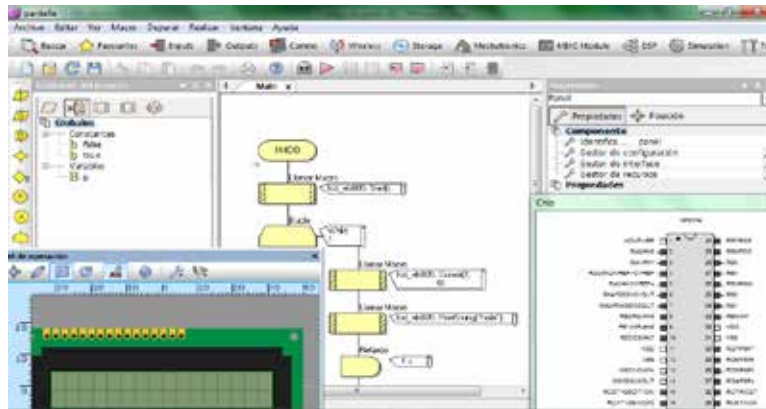


Imagen 20. Entorno Flowcode

Fuente: Jean carrillo, 2017

Las jerarquías dentro de la programación, representa los cimientos que definen el orden en la estructura que tomo el programa, la verificación de variables que representan alertas de funcionamiento, están en constate verificación para poder generar llamados de tipo visual o sonoro tempranos al usuario frente a cualquier eventualidad que presente el sistema hidroneumático, la programación queda registrada en forma de un código, no tan fácil de interpretar si se lee directamente, por lo que a continuación se hará una breve explicación de cómo está estructurado.

- a) Al encender la consola, se iniciara la LCD mostrando un mensaje “Iniciando SCDH” que le indicará al usuario que el **Sistema Digital de Control para Hidroneumáticos** está iniciando.

- b) Ahora el sistema verifica si el nivel de voltaje se encuentran dentro de los límites de tolerancia, de no estar en los límites de tolerancia, indicara un mensaje en la LCD que dependerá de la condición “*Voltaje Alto o Voltaje Bajo*” y además emitirá un sonido indicando que el sistema detecto una anomalía, si se corrige la falla el sistema seguirá con el programa, de lo contrario no ejecutara nada más.
- c) La verificación del nivel del tanque de almacenamiento de agua, es el paso siguiente en el código, si el nivel se encuentra en tanque vacío indicara un mensaje “*Tanque Vacío*” en la LCD y además emitirá un sonido indicando, que el sistema detecto la falla de abastecimiento del tanque de almacenamiento de agua, que hasta no ser corregido inhabilitara cualquier otra fruición del sistema, si el nivel se encuentra en tanque bajo indicara un mensaje “*tanque bajo*” en la LCD y además emitirá un sonido indicando que el sistema detecto un nivel inadecuado del tanque, pero el sistema seguirá operando hasta que se dé una condición excluyente de operación, si el nivel se encuentra en nivel alto o nivel medio el sistema solo indicara en la LCD un mensaje que expresara el nivel existente.
- d) Determinar si el sistema hidroneumático se encuentra a la presión deseada es la siguiente prioridad del programa, si el sistema se encuentra a una presión inferior a la establecida, cambia el estado del puerto RCO en el PIC para activar el relé de estado sólido que encenderá la bomba, instantáneamente se muestra un mensaje “*BE*” en la LCD indicando **Bomba Encendida** hasta que el líquido llegue a la presión deseada o alguna condición excluyente la detenga, al detenerse la bomba por presión adecuada mostrara un mensaje en la LCD “*BA*” indicando **Bomba Apagada**.
- e) Simultáneamente el sistema comparara la corriente de trabajo mientras la bomba éste encendida, el propósito de esto es asegurar que la bomba éste trabajando dentro del límite de corriente permitido, si el límite de corriente se encuentra sobre el permitido el sistema detendrá la bomba y emitirá un mensaje en la LCD “*sobre corriente*” indicando al operador que el sistema ha detectado un nivel de corriente inadecuado en la bomba, que hasta no ser normalizado impedirá la activación de la bomba.

Con lo mencionado en las líneas anteriores se define la estructura del programa que se desarrolló para esta propuesta, basado en los requerimientos que se establecieron a raíz de los puntos obtenidos en las herramientas de recolección de datos, la simulación de éste programa en el software Flowcode se realizó obteniendo el resultado esperado. El programa se puede ver en el anexo D1.

4.3.9 Prueba del circuito final dentro del entorno de simulación

En esta etapa se condensan todos y cada uno de los circuitos que se han agregado a la simulación, desde la fuente hasta el circuito de medición de corriente con el fin de verificar su funcionamiento.

Durante la prueba del circuito final se encontraron algunas fallas inherentes a las limitaciones de la simulación, como por ejemplo, el ajuste deseado de los transformadores tanto de la fuente de alimentación como el de corriente empleado para hacer la medición de los amper, por lo que se prueban fuera de la simulación, pero se anexa a ella con el fin de generar el circuito impreso (Ver imagen 21).

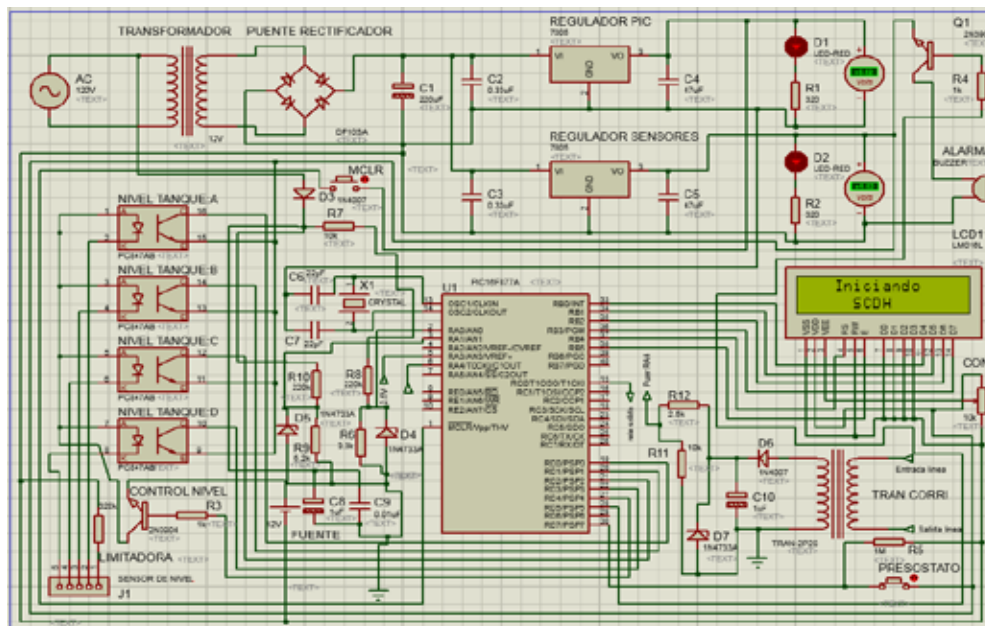


Imagen 21. Prueba final circuito.

Fuente: Jean carrillo, 2017

4.3.10 Electrodo

Del diseño del electrodo de nivel, solo queda especificar algunas características de la construcción que serán expresadas brevemente a continuación.

El sensor está compuesto básicamente por cuatro partes que están directamente relacionadas con los puntos de medición y el común entre todas, por lo que llamaremos a estos puntos de medición como módulos de medición, cada módulo de medición está compuesto por un tubo PVC para agua caliente con un diámetro interno de media pulgada y que además cuenta con un longitud de 10 centímetros, éste elemento en su parte externa cuenta con una superficie de contacto que va desde el exterior del tubo hasta el interior del mismo, doblándose lo suficiente para quedar en paralelo con la superficie del interior del tubo, la superficie de contacto mencionada, es una varilla de forma rectangular que tiene un diámetro de cinco centímetros entre cada uno de sus extremos, en el extremo que se encuentra dentro del tubo cuenta con un terminal, donde se sujeta el cable que conducirá la señal del sensor, que por último fue aislado con el fin de que ninguna filtración afecte la correcta medición del nivel, esta descripción corresponde a los tres módulos de medición.

Para el caso del común se trata de un tapón para tubo PVC compatible con el tubo que se está empleando, que cuenta en su parte más externa con una superficie de contacto que va desde la parte externa hasta la parte interna del mismo con un diámetro entre sus extremos de tres centímetros y que en el extremo que queda en el interior del tapón cuenta con un terminal donde se sujeta el cable, con el propósito de cerrar el circuito entre el común y cada uno de los módulos de medición.

4.3.11 Incorporación de los elementos de seguridad

Dentro del diseño del sistema de control se tomaron en cuenta elementos de seguridad que para los usuarios requerían de una particular atención, como es el caso de la medición del nivel de voltaje, sobre corriente y nivel del tanque de abastecimiento, los cuales ya fueron descritos en esta investigación, para el autor es necesario agregar componentes de seguridad adicionales que sean redundantes fuera de la programación pero que sirvan de igual manera para mantener esos parámetros de seguridad dentro de los límites permitidos.

La incorporación de un interruptor termoelectrico a 10 amperios que sirva para energizar todo el sistema, actuar como un disparador adicional de sobre corriente que inhabilita todo el sistema con el fin de proteger de cualquier falla del cableado en el sistema, que no se encuentre dentro de los parámetros de medición del control digital, además se cuenta con una puerto de alimentación que dispone de un porta fusible doble del tipo europeo con fusibles de 1A 5mperios, que se implementa con las mismas intenciones, pero a diferencia del interruptor termoelectrico que puede ser repuesto de forma simple con posicionar nuevamente la perilla, los fusibles deben ser reemplazados en caso de una sobrecarga provocada por los mismos motivos expresados anteriormente, garantizando con esto la protección del sistema digital ante cualquier falla no prevista.

4.4 Fase IV Estudio de factibilidad económica, técnica y operativa

Una vez definido en la fase anterior los componentes utilizados, se inicia el estudio de las diferentes factibilidades que aplican a esta investigación.

4.4.1 Factibilidad económica

Dentro de esta etapa de la investigación se debe mostrar que el proyecto es factible económicamente, esto significa que la inversión que se está realizando es justificada por la ganancia que se generará. Para ello es necesario trabajar con un esquema que contemple los costos y las ventas.

4.4.1.1 Costos de producción

El costo está comprendido por dos partes que se definen brevemente a continuación.

Costos Variables: Los costos variables son los gastos que cambian en proporción a la actividad de una empresa, es la suma de los costos marginales en todas las unidades producidas, una empresa paga por las materias primas, de esta manera cuando su actividad disminuye necesitará menos materias primas, y por lo tanto gastará menos. Cuando la actividad se incrementa, necesitará más materia y el gasto aumentará.

Costo Fijo: Los costos fijos son los gastos de la actividad que no dependen del nivel de bienes y servicios producidos por la empresa, una empresa deberá pagar alquileres y gastos de mantenimiento cada período de tiempo independientemente del nivel de

producción. Además, algunos equipos eléctricos “aire acondicionado o la iluminación” deben seguir funcionando incluso en períodos de baja actividad, estos gastos son considerados como costos fijos.

El conjunto que conforman estos dos costos es llamado costo total, el valor del costo total forma parte de los datos a analizar para determinar la factibilidad económica del proyecto.

En éste punto se muestra en la tabla 2, el costo variable contemplado dentro del desarrollo de la investigación, basados en los precios actualizados (2017) disponibles en distribuidora DITEL, C.A. ubicada en la ciudad de Valencia.

Tabla 2 Costos variables

Costos variables				
N-	Descripción	Precio	Cantidad	Costo
1	Resistencias	240	13	3120 Bs
2	Transistores	3370	2	6740 Bs
3	Optoacopladores 1X4	10000	1	10000 Bs
4	Reguladores de Voltaje	2983	2	5966 Bs
5	Transformadores	20344	2	40688 Bs
6	Puente rectificador	7923	1	7923 Bs
7	Capacitores	643	9	5787 Bs
8	Led	1852	2	3704 Bs
9	LCD	11436	1	11436 Bs
10	Buzzer	7325	1	7325 Bs
11	Potenciómetros	2540	1	2540 Bs
12	PIC	120347	1	120347 Bs
13	Pulsadores	8000	1	8000 Bs
14	Interruptor de presión	30000	1	30000 Bs
15	Baquelita de 10X10	20000	1	20000 Bs
16	Estaño	12900	1	12900 Bs
17	Interruptor Termoelectrico	45000	1	45000 Bs
18	Porta fusible	16500	1	16500 Bs
19	Tubo PVC 1/2"	20000	1	20000 Bs
20	Tapón PVC	2500	1	2500 Bs
21	Cable telefónico en metros	1565	2	3130 Bs
22	Cable de alimentación	4192	1	4192 Bs
23	cable 3X12 SPT en metros	5425	1	5425 Bs
24	Terminales tipo "O"	2500	8	20000 Bs
25	Varilla de metal	6000	1	6000 Bs
26	Sellador de silicón en ml	30570	1	30570 Bs
27	Caja eléctrica	47000	1	47000 Bs
41	Diodos zener	1001	3	3003 Bs
44	Cristal	4500	1	4500 Bs
45	Diodos	600	2	1200 Bs
46	Bloque de terminales 1x3	5000	3	15000 Bs
			Total	520496 Bs

Fuente: Jean carrillo, 2017

Una vez definido el costo variable se muestra a continuación el costo fijo del desarrollo de la investigación (Ver tabla 3).

Tabla 3. Costos fijos

Costos fijos				
N-	Descripción		Cantidad	Costo
1	Alquiler del centro de producción		1	300000 Bs
2	Mano de obra empleados		2	580000 Bs
3	Servicios públicos		2	5000 Bs
4	Impuestos		1	3000 Bs
5	Otros			2000 Bs
			Costo total	890000 Bs

Fuente: Jean carrillo, 2017

El costo fijo está basado en la compra de materiales al detal, si se inicia una producción es debe considera la compra de estos materiales al mayor, la política de precio justos establecida en el país por el gobierno nacional, se refiere a obtener una ganancia de 30% (Ver anexo B 2) sobre el precio de producción, por lo que es natural inferir que el costo total de adquisición de los materiales al mayoreo es de un 30% menos del costo resultante, por lo que el costo variable de producción por unidad ensamblada es menor (Ver tabla 4).

Tabla 4. Costo variable al mayor

Costos Variables al Mayor		
N-	Descripción	Costo
1	Costo Variable detal	520496 Bs
	Precio jursto del -30%	-156149 Bs
	Precio al mayor	364347 Bs

Fuente: Jean carrillo, 2017

El costo final del producto se determinó mediante la suma de los costos variables al mayor y los fijos (Ver tabla 5).

Tabla5. Costo total

Costo Total		
N-	Descripción	Costo
1	Costo variable al mayor	364347,2 Bs
2	Costo fijo	890000 Bs
3	Ganancia por unidad	del 30% 376304,16 Bs
	IVA 12.5%	203831,42 Bs
	Costo total	1834483 Bs

Fuente: Jean carrillo, 2017

4.4.1.2 Ventas

Determinar si el sistema de control puede competir con productos similares en el mercado, o en su defecto con sistemas de control analógico, depende principalmente del precio final por unidad del sistema desarrollado, lo primero que se establece es la disponibilidad de un sistema de control similar al que se desarrolló, luego de una extensa investigación se encontró que no existe un sistema similar, lo existente para el control de hidroneumático es el convencional tablero de control analógico que se muestra en la imagen 22.



Imagen 22. Tablero de control analógico.

Fuente: <https://http2.mlstatic.com>

Éste tipo de control representa un costo superior al sistema descrito en esta investigación, el costo final de tan solo un tablero acondicionado para el manejo de un sistema hidroneumático de una bomba, fue calculado, basado en el costo que debería pagar el propietario al comprar cada una de las piezas necesarias para ensamblarlo por sí mismo, suponiendo, que cuente con los conocimientos técnicos necesarios para emprender la instalación. Es importante destacar que la referencia empleada se obtuvo de la página web Mercado Libre Venezuela y el resultado del cálculo puede ser apreciado en la tabla 6.

Tabla 6. Costo tablero

Costo de tablero eléctrico				
N-	Descripción	Precio	Cantidad	Costo
1	Contactador	320000	1	320000,00 Bs
2	Térmico	29850	1	29850,00 Bs
3	Presostato	129000	1	129000,00 Bs
4	Porta fusibles	20000	2	40000,00 Bs
5	Breaker	32000	1	32000,00 Bs
6	Interruptor	75000	1	75000,00 Bs
7	Protector eléctrico	500000	1	500000,00 Bs
8	Señal luminosa	1852	2	3704,00 Bs
9	Caja eléctrica 40X30X20	1682471	1	1682471,00 Bs
10	Tubería eléctrica metálica 1/2" 3n	7325	1	7325,00 Bs
11	Cable 14 AWG 6 mt	45000	1	45000,00 Bs
12	Cable 16 AWG 3 mt	15000	2	30000,00 Bs
13	Cajetines	5400	1	5400,00 Bs
14	Codos para tubo eléctrico	10290	4	41160,00 Bs
15	T para tubo eléctrico	8900	1	8900,00 Bs
16	Anillos para tubos eléctricos	3000	5	15000,00 Bs
Sub Total				2964810,00 Bs
IVA 12.5%				370601,25 Bs
Total				3335411,25 Bs

Fuente: Jean carrillo, 2017

En el costo por tablero, se obvia la necesidad de contratación de mano de obra especializada, que implica pago de flete, herramientas especiales, ayudante, viáticos y otros

gastos presentes en las disposiciones legales, esto con el fin de igualar las condiciones de instalación de los sistemas comparados en esta fase de la investigación.

Se debe recordar que el dispositivo desarrollado cuenta con la innovación de poder ser adquirido en cualquier tienda por el propietario y además no requiere de mano de obra ni herramientas especializadas por lo que con pocos conocimientos puede ser instalado.

Al comparar el costo del tablero definido en la tabla 6 versus el costo del sistema desarrollado en esta investigación calculado en tabla 5, se obtiene una diferencia de Bolívares 1.500.941,875 en ahorro, es evidente que el sistema de control digital para sistemas hidroneumáticos tiene posibilidades al demostrarse que es económicamente competitivo frente a las opciones disponibles en el mercado.

4.4.2 Factibilidad técnica

La factibilidad técnica, se divide en dos aspectos, primero determinamos y garantizamos que la persona que desarrolla el proyecto esté capacitado, que posean conocimientos en microcontroladores, instrumentación, medición y electricidad para poder avalar que se ejecutará un trabajo óptimo, pensando en que los propietarios de las viviendas queden satisfechos con el producto final. En éste sentido, se puede afirmar que está garantizado el nivel de conocimiento necesario, debido a que, el autor es un estudiante del décimo semestre en ingeniería electrónica que cuenta con los conocimientos necesarios para el desarrollo del sistema de control, además, la investigación que se realiza, se encuentra bajo tutela de la Universidad José Antonio Páez a través de la asignación de un tutor especializado en el área que se desarrolla, y que también cuenta, con un grupo de profesionales docentes especializados en las áreas de electrónica, electricidad y telecomunicaciones, que pueden ser consultados en cualquier momento si se amerita.

El conjunto de profesionales al servicio de esta investigación sustentan los métodos aplicados en el desarrollo de dicha investigación

Además del equipo encargado del desarrollo, se tiene como segundo aspecto, pero no menos importancia, garantizar que se cuenta con todos los equipos y elementos necesarios para el desarrollo e instalación. La situación actual de Venezuela, acarrea como consecuencia la falta en la variedad de componentes para éste tipo de aplicación. No

obstante, es posible buscar alternativas que cumplan la misma función y que se puedan conseguir en el mercado. Por ejemplo, se realizó la medición de nivel a través de electrodos que sean fabricados por una casa matriz reconocida, que cumplirá la tarea de manera efectiva, o en nuestro caso, fabricar los electrodos con un tubo PVC y algunos otros elementos, de tal manera que sea capaz, de satisfacer todas las necesidades a costo razonable.

El proyecto desde éste aspecto es factible ya que se cuenta con los conocimientos y los componentes requeridos para poder concretar el desarrollo del sistema de control para hidroneumáticos.

4.4.3 Factibilidad operativa

La factibilidad operativa corresponde al conocimiento mínimo que deberá tener la persona que trabaje directamente con el sistema. Al ser un sistema digital, el propietario debe saber leer para que sean eficaces las indicaciones visuales que el sistema de control pueda generar. En éste aspecto, lo importante es desarrollar dentro de esta investigación un manual de usuario que le permita al operador hacer uso correcto del sistema, así, podrá conocer sus funciones, saber cómo se arranca o se detiene el mismo, que hacer si se necesita accionar el sistema luego de corregir una alerta.

Operativamente, el sistema es completamente factible ya que al desarrollar un manual de usuario, el propietario de la vivienda podrá contar con toda la información necesaria para opera e instalar el sistema de control, sin necesitar de mano de obra especializada y con un mínimo de herramientas, tan solo con leer el manual de usuario.

4.5 Fase V Construir el prototipo del control digital diseñado.

Gracias al desarrollo de las fases anteriores, se puede dar inicio en esta fase a la construcción del prototipo, desde la creación de los planos pasando por el diseño de la estructura que contendrá al sistema de control, y como parte final el desarrollo del instructivo que servirá de herramienta para el propietario con el objetivo de brindar información referente al funcionamiento del equipo.

4.5.1 Elaboración de placa de circuito

El desarrollo de la placa base, fue realizada a través del programa de simulación PCB Wizard, éste programa ofrece una mejor calidad de imagen que favorece al lector de éste trabajo de grado, a continuación se muestra en la imagen 23 el diseño final de la placa del circuito de control, donde se puede apreciar la disposición de los componentes que la conforman así como las pistas de inter conexión.

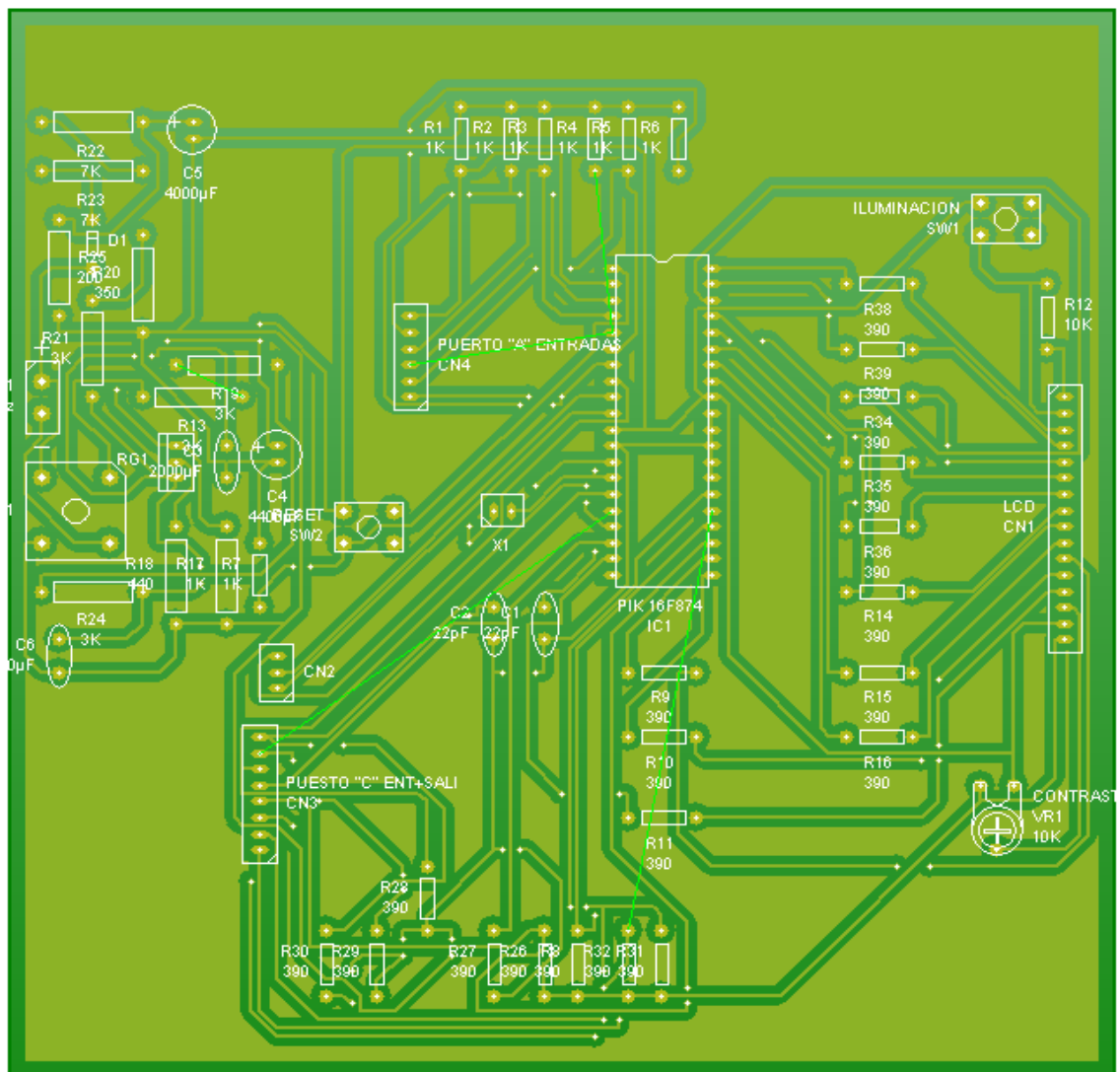


Imagen 23. Placa base con disposición de componentes.

Fuente: Jean carrillo, 2017

A demás de la imagen anterior, se obtuvo la visión espejo necesaria para transferir a la placa y poder posteriormente realizar la fabricación de la misma.

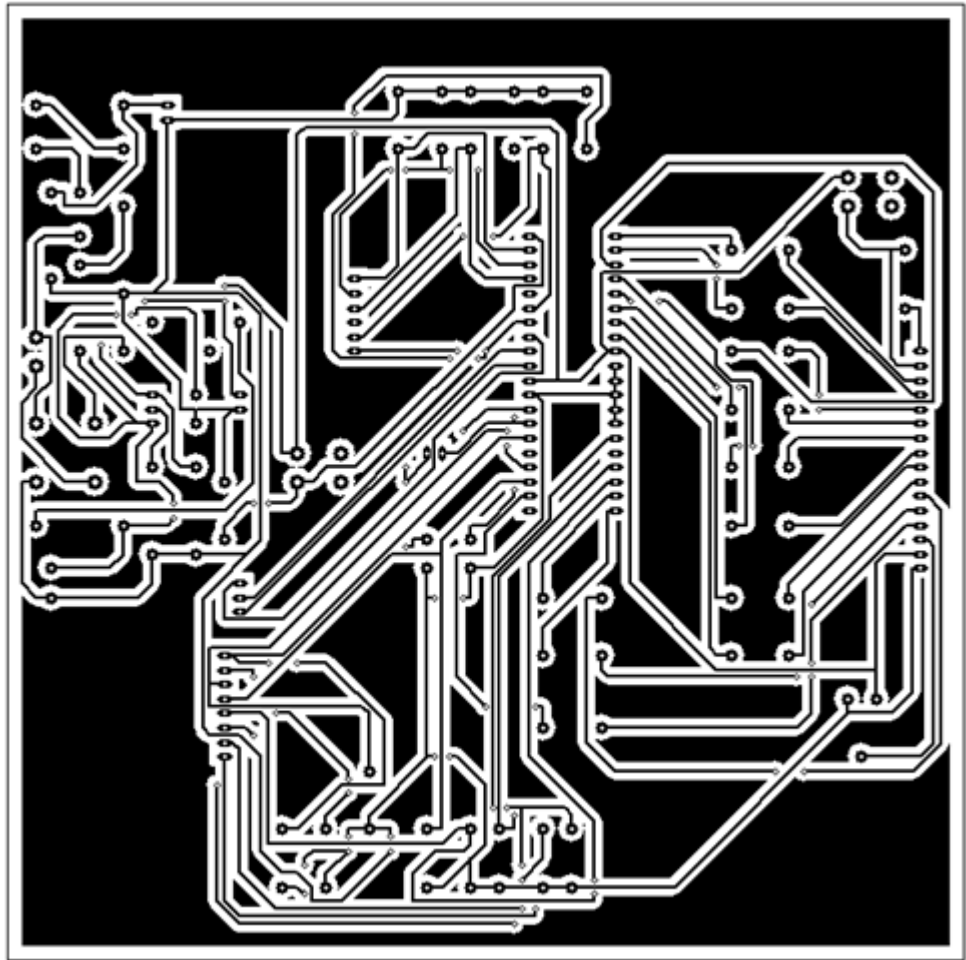


Imagen 24. Visión espejo para fabricar placa base.

Fuente: Jean carrillo, 2017

4.5.1 Diseñar la estructura que contendrá el sistema de control.

La estructura que alojara el sistema de control requiere de especial cuidado, ya que uno de los problemas más comunes son los agentes externos que comprometen la integridad de los componentes, por lo que se diseña con las siguientes especificaciones.

El receptáculo tiene la forma geométrica de un paralelepípedo.

El material empleado para el diseño, es de plástico grueso de alta densidad que evitara la corrosión causada por el medio ambiente que le rodea.

Tiene un ancho y alto de 20 centímetros, cuenta con 10 centímetros de profundidad suficiente espacio para contener todos los elementos que conforman el sistema de control.

Dispone de una sola tapa en la parte frontal del dispositivo que está equipada con un orín adecuado para evitar filtración de elementos externos.

En la parte inferior de la unidad se encuentra las salidas de la alimentación de la bomba y los conductores del electrodo

Para la disposición del resto de los elementos que lo conforman y otras especificaciones consultar la tabla 10 que se muestra más adelante.

4.5.5 Desarrollo del manual de usuario.

El instructivo de instalación para el sistema digital de control, le muestra al usuario como instalar y como operar el sistema de control digital, de forma eficiente y segura con el objetivo de evitar accidentes que involucren la seguridad del propietario, así como también, aumentar la vida útil del controlador digital.

El manual de usuario está diseñado en base a seis cuerpos de información, que deben ser del conocimiento del propietario y que serán mostradas a continuación para su posterior desarrollo.

Información de seguridad.

Simbología.

Especificaciones técnicas.

Descripción del control digital.

Instrucciones de instalación.

La información de seguridad, se refiere a las previsiones y buenas prácticas que deben ser tomadas en cuenta a la hora de hacer la instalación del producto y al momento de operar el sistema de control, para conocer más acerca de cuáles son estas medidas ver la tabla 7.

Tabla 7. Información de seguridad

Información de seguridad
Lea todas las instrucciones, no seguir estas instrucciones, puede ocasionar graves lesiones al operador
Verifique que la tensión de la red eléctrica, es la misma de la etiqueta.
El producto tiene una toma con puesta a tierra, debe conectarse a una toma adecuada.
Evitar el contacto de la toma eléctrica con líquidos.
Si una extensión es necesaria, no utilice más de 10mt de cable y no menor al calibre12.
No utilice el producto con las manos mojadas.
Utilice el producto únicamente como: Controlador digital para sistemas hidroneumáticos de una bomba.
Éste producto es de uso exclusivo para viviendas.
Importante: En la etiqueta del producto se encuentran las especificaciones técnicas del mismo, para mayor información ver tabla 9.
Mantenga el sistema de control digital fuera del alcance de los niños.
Lea detenidamente antes de operar, las cinco tablas de información que acompañan el sistema de control

Fuente: Jean carrillo, 2017

La simbología, ofrece información sobre las anotaciones técnicas al operador, con el fin de que pueda identificar valores nominales de trabajo, así como, la composición del sistema de control, esta información busca acortar la brecha existente entre los

conocimientos técnicos y los conocimientos que posiblemente no posea el usuario, esta información se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Simbología

Símbolos	
V	Voltaje.
Hz	Frecuencia.
Wtt	Potencia.
Amp	Corriente máxima de trabajo.

Fuente: Jean carrillo, 2017

En las especificaciones técnicas, se encontraran valores de trabajo nominales, que no deben ser excedidos en ningún momento por el propietario ver tabla 9.

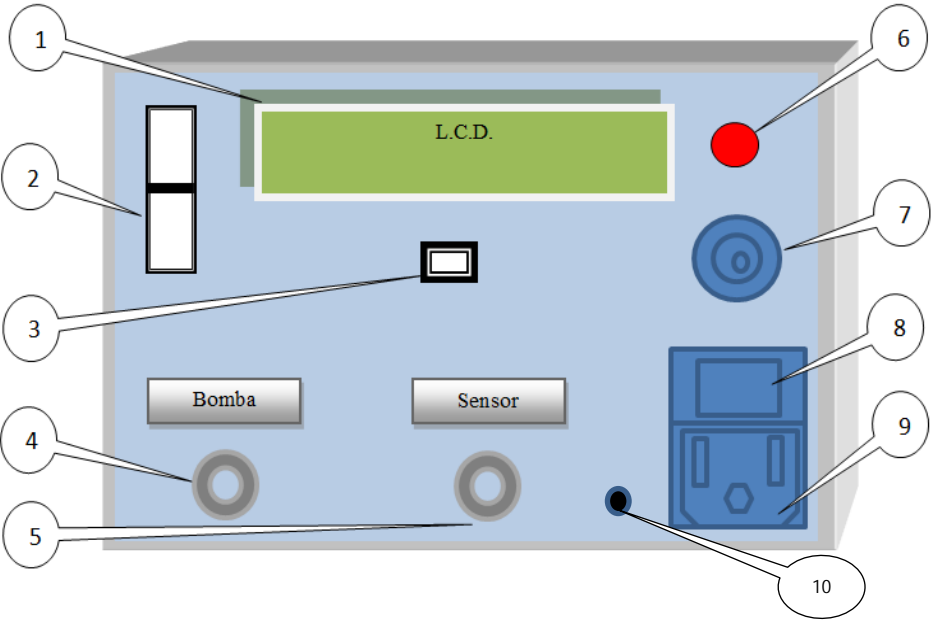
Tabla 9. Especificaciones técnicas

Especificaciones Técnicas	
Tención.	110V a 120V
Frecuencia.	60Hz
Potencia.	1000W
Corriente máxima de trabajo	10Amp

Fuente: Jean carrillo, 2017

Las descripción del control digital se refiere a, definir el nombre y la ubicación de los elementos que contiene el control, lo que se busca con esta descripción, es presentarle al propietario de la vivienda los elementos y su respectiva ubicación en el controlador para que pueda hacer la instalación del mismo sin dudas que impidan la instalación o la operación del mismo ver tabla 10.

Tabla10. Descripción del control digital

Descripción	
	
1	Inter fase visual.
2	Interruptor ON OF.
3	Reinicio.
4	Conector para alimentacion bomba.
5	Conector del sensor de nivel.
6	Indicador luminoso.
7	Alerta auditiva.
8	Porta fusibles.
9	Conector hembra de alimentacion electrica.
	Abertura para el ajuste de la presion del sistema.

Fuente: Jean carrillo, 2017

Las instrucciones de instalación, están dedicas a los pasos que debe seguir el propietario de la vivienda para poder instalar el sistema de control, para los detalles referente a éste tema ver la tabla 11.

Tabla11. Instrucciones del control digital

Instrucciones de Instalación
Extraiga el producto de la caja, tenga cuidado de no dejar caer piezas del contenido.
Conecte el extremo inferior del sistema de control a la salida de la bomba.
Conecte la tubería de suministro al extremo restante del sistema de control.
Conecte la alimentación de la bomba.
Abra la bolsa que contiene el sensor de nivel, arme el sensor de nivel, para el detalle del armado ver la imagen 23.
Conecte la alimentación de los sensores nivel de agua.
Conecte la toma de alimentación del módulo de control.
Presione el botón On/Off para encender.
Espere la inicialización.
Espere a que la presión llegue al valor deseado, el equipo viene pre ajustado a 40PSI
Verifique si existen pérdidas de agua en la unión de las conexiones de ser necesario corrija.
Ajuste el nivel de la presión a través de la abertura de ajuste utilizando la herramienta que se encuentre adherida a la carcasa del sistema de control, solo si fuese necesario.
Ha finalizado la instalación, su equipo está instalado.

Fuente: Jean carrillo, 2017

Las indicaciones necesarias para el armado del electrodo, son indicadas de forma gráfica, para poder facilitar la labor al usuario final, estas indicaciones se pueden ver en la imagen 23 que se muestra a continuación.

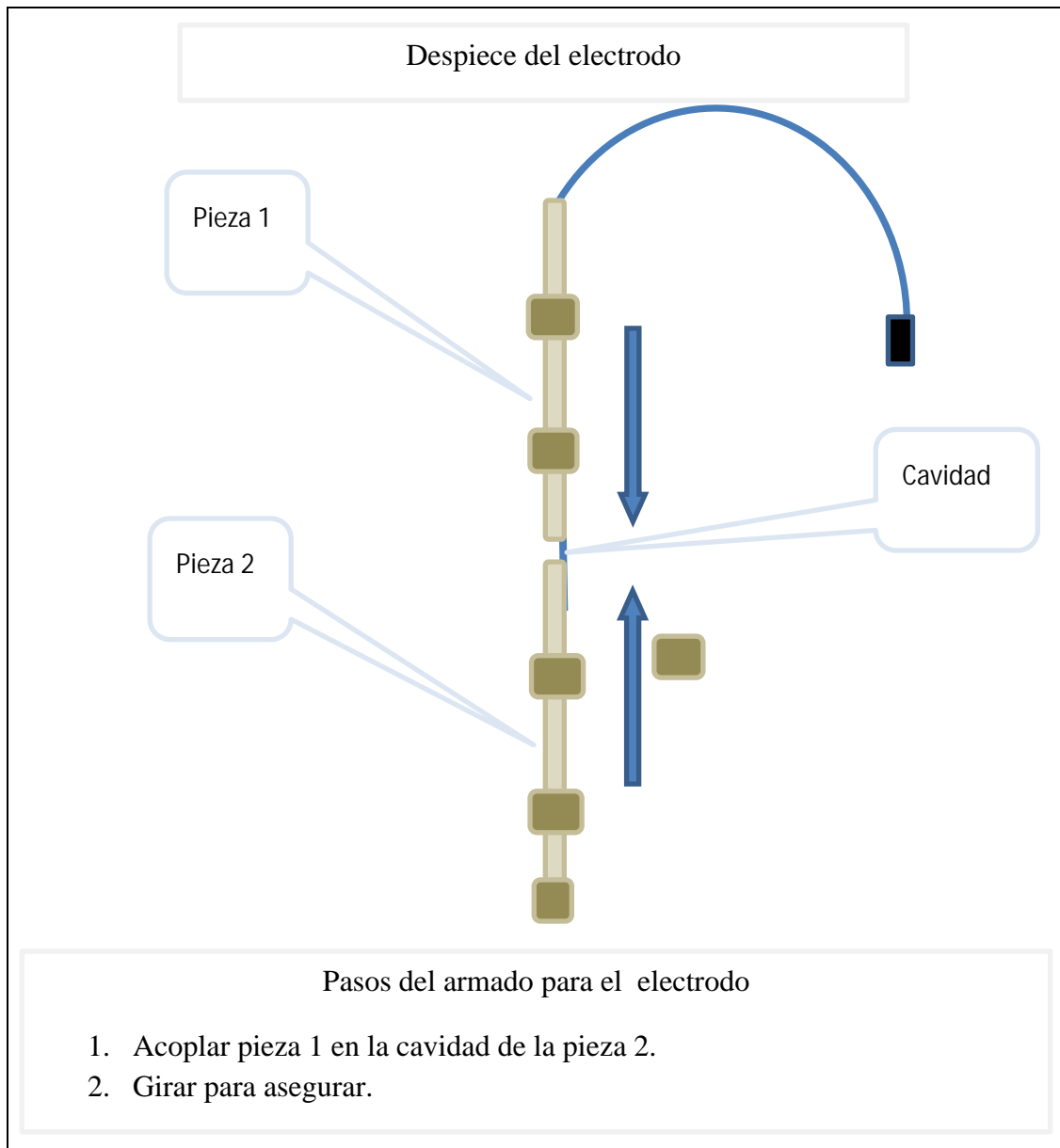


Imagen 25. Electrodo.

Fuente: Jean Carrillo, 2017

El manual de usuario que desarrolla el autor para éste trabajo de grado, forma el pilar fundamental que sustenta la factibilidad operativa de la investigación.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de grado, se logró desarrollar el control digital para sistemas hidroneumáticos utilizando un microcontrolador, brindando así una nueva alternativa de mejora y confort. Los servicios básicos en Venezuela están caracterizados por ser bajos en eficiencia, por consiguiente es primordial tener el control de los sistemas hidroneumáticos de las viviendas para así mantener la calidad de vida de sus habitantes.

Es importante destacar la factibilidad de la implementación de éste proyecto en cualquier vivienda, ya que el camino que tomo el desarrollo de esta investigación, siempre tuvo el rumbo dirigido a la economía en el desarrollo, la aplicación de los conocimientos adquiridos durante toda la carrera y los brindados por los asesores de esta investigación, resaltando de esta manera la capacidad técnica presente en todo momento, y por último, la facilidad que se le quiso dar al propietario de la vivienda, al hacer su propia instalación sin necesidad de terceros, apoyado en un instructivo que le facilita incluso la operación de éste sistema de control.

Otro punto que se debe mencionar, es que, el diseño para éste trabajo de grado se realizó con un Microcontrolador PIC 16F877A como elemento central del proceso de digitalización, que demostró ofrecer un alto rendimiento además de la posibilidad futuras mejoras o adiciones de otros elementos que se consideren necesarios, y que no afecten considerablemente el valor final del producto, para que siga siendo accesible a los propietarios de las viviendas.

Un logro obtenido durante el desarrollo de esta investigación, fue conocer acerca de la receptividad del público en general, acerca de equipos que ofrecen control de sistemas presentes en las viviendas y que aún siguen siendo monitoreados de forma manual, la mayor parte de las personas desean más facilidad de operación y señales de advertencia que les ayuden a mantener sus equipos fuera de riesgo.

RECOMENDACIONES

Luego de haber estudiado las características de los sistemas hidroneumáticos, y de hacer el diseño de un sistema digital de control para implementar dichas características de forma digital, a sistemas que están instalados en viviendas, el autor hace las siguientes sugerencias:

Éste equipo fue desarrollado pensando en las viviendas como norma base, en promedio las viviendas cuentan con una sola bomba para impulsar el agua, la adecuación de éste sistema para el trabajo con dos bombas que además cuente con una programación adicional que les permita alternar el encendido de ambas bombas, se ofrece como una opción adicional a los propietarios que posean sistemas hidroneumáticos con dos bombas.

Aumentar el número de variables que son controladas, a través de sensores que midan por ejemplo:

La temperatura del agua en la salida de la bomba, que servirá como indicador claro de recalentamiento de la bomba.

El flujo de agua que implique garantizar que el impulsor de la bomba está funcionando.

Los ejemplos antes mencionados, son temas a considerar a la hora de pensar en las futuras mejoras que se puedan adicionar al sistema de control

Hoy en día, las comunicaciones digitales son de gran ayuda, es muy común que los propietarios cuenten con teléfonos inteligentes como norma general, lo que les permite mantenerse conectado, por lo tanto, enlazar éste sistema de control con la red para que sea capaz de enviar notificaciones al propietario como tercera posibilidad de advertencia, debe ser una posibilidad a considerar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ballestrini M. (2006). **Como elaborar el proyecto de investigación**, Caracas: Editorial Consultores Asociados.
- Barrios M. (2006). **Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y Tesis doctorales** de la universidad pedagógica experimental libertador, Caracas: Editorial FEDUPEL.
- Prada (2017), **Propuesta de diseño de un banco de pruebas para el diagnóstico de fallas en inyectores a gasolina**”, llevado a cabo en la Universidad José Antonio Páez.
- Moros (2007), **Automatización del sistema de control al depaletizador de la línea de salsas blancas a través de un PLC de la empresa alimentos Heinz ubicada en San Joaquín estado Carabobo**, llevado a cabo en el Instituto Universitario de Tecnología “Juan Pablo Pérez Alfonzo”
- Castellano (2007), **Diseño de un brazo mecánico y robotizado mediante un sistema de control automatizado como herramienta didáctica para la práctica en el laboratorio de electrónica** del instituto universitario de tecnología Juan Pablo Pérez Alfonzo sede Valencia, llevado a cabo en el Instituto Universitario de Tecnología “Juan Pablo Pérez Alfonzo”
- Silva M. (2014), **Metodología de la investigación elementos básicos**. Caracas: Editorial Colegial Bolivariana, C.A.
- Rodríguez M. (2010). **Métodos de investigación**. México: Editorial Universidad Autónoma de Sinaloa
- Hernández R. (2003), **Metodología de la investigación**. México: Editorial McGraw-Hill
- AUTOMATISMO INDUSTRIAL. (2017) Disponible en:
<https://automatismoindustrial.com>.
- FOROS DE ELECTRÓNICA. (2017) Disponible en: <http://www.forosdeelectronica.com>).
- MICROCHIP. (2017) Disponible es: <http://www.microchip.com>).
- DIYMAKERS. (2017) Disponible en: <http://diymakers.es/aprender-usar-un-display-lcd/>
- SENCAMER. (2017) Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer>
- DITEL, C.A. (2017) Disponible en: <http://www.ditel.com.ve/index.php>
- ENCICLOPEDIA FINANCIERA (2017) Disponible en:
<http://www.encyclopediafinanciera.com>

ANEXOS

ANEXO A
INSTRUMENTOS DE
RECOLECCIÓN DE DATOS

Anexo A 1: Guion de entrevista

Guion de entrevista

Herramienta de recolección de datos, diseñada por el aspirante al título de Ingeniería Electrónica, Jean Alfred Carrillo Rangel portador de la cedula de identidad # 13.450.751, alumno activo del décimo semestre en el segundo periodo del año 2017 de la Universidad José Antonio Páez, quien desarrolla un trabajo de grado como requisito obligatorio y que tiene como título.

DESARROLLO DE UN CONTROL DIGITAL PARA SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS UTILIZANDO UN MICROCONTROLADOR

- ¿Sabe usted lo que es un sistema hidroneumático y cuáles son sus ventajas?
- ¿Sabe usted lo que es un sistema de control para hidroneumático y cuál es su importancia?
- ¿Usted cree que sea necesario poder tener control de la presión con que trabaja su sistema de bombeo?
- ¿Cree usted útil contar con un sistema digital compacto fácil de operar que le pueda ofrecer información a través de una pantalla sobre el funcionamiento de su sistema de bombeo?
- ¿Es útil para usted supervisar el voltaje de trabajo con que opera su sistema de bombeo?
- ¿Tendría utilidad para usted proteger contra sobre corrientes a su bomba para impulsar el agua?
- ¿Le gustaría a usted contar con información en tiempo real referente al nivel del tanque de almacenamiento para aguas blancas de su hogar?
- ¿Sería importante para usted contar con un sistema que le alerte sobre el mal funcionamiento o bajo nivel del tanque de almacenamiento a través de una señal auditiva y visual?
- ¿Cree usted útil contar con un sistema digital compacto y fácil de operar que sea económico y que este dentro de su alcance monetario?
- ¿Para usted sería útil contar con un sistema digital de control que pueda compra fácilmente en un establecimiento y que además pueda ser instalado por usted mismo sin requerir de servicio técnico especializado?

Fuente: Jean Carrillo, 20017

Anexo A 2: Lista de cotejo

Lista de cotejo

Herramienta de recolección de datos, diseñada por el aspirante al título de Ingeniería Electrónica, Jean Alfred Carrillo Rangel portador de la cedula de identidad número 13.450.751, alumno activo del décimo semestre en el segundo periodo del año 2017 de la Universidad José Antonio Páez, quien desarrolla un trabajo de grado como requisito obligatorio y que tiene como título.

DESARROLLO DE UN CONTROL DIGITAL PARA SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS UTILIZANDO UN MICROCONTROLADOR

Descripción	Buen estado	Mal estado	No aplica
Tablero eléctrico			
Cableado			
Protector Voltaje			
Protector Corriente			
Presostato			
Conjunto de Bombas			
Tanque presurizado			
Condiciones del área			

Fuente: Jean Carrillo, 20017

Anexo A 3: Evaluación de los especialistas y experto

A continuación, se presenta una serie de aspectos a considerar para validar los ítems que conforman el instrumento. Se ofrecen dos (2) alternativas (Sí-No) para que usted seleccione la que considere correcta.

Especialista /Experto: Ingeniero

Autor: Aspirante al título de Ingeniería Jean Carrillo

ÍTEM	ASPECTOS A CONSIDERAR									
	Redacción adecuada		Coherencia interna		Lenguaje ajustado al nivel		Pertinencia con los objetivos		Mide lo que pretende	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Fuente: Jean Carrillo, 20017

Anexo A 4: Evaluación de las consideraciones generales de los especialistas

CONSIDERACIONES GENERALES	SÍ	NO	OBSERVACIONES
El instrumento tiene instrucciones claras y precisas para que el informante pueda emitir sus respuestas			
La presentación del instrumento es adecuada. En caso de no ser así señale los aspectos a mejorar			
Los ítems se presentan en un orden lógico-secuencial			
Se evidencia en la redacción de los objetivos las bases teóricas que deben sustentar su investigación			
Los ítems son adecuados para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems que deben incluirse y/o eliminarse			

Fuente: Jean Carrillo, 20017

Anexo A 5: Fe de Validez de especialistas y experto

Validez especialista			
APLICABLE		NO APLICABLE	
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES			
Validado por: Ingeniero en electrónica		e-mail:	
Cédula de Identidad: V-		Telefono(s):	
Firma:		Fecha: 01-10-2017	
Validez especialista			
APLICABLE		NO APLICABLE	
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES			
Validado por: Ingeniero en Telecomunicaciones.		e-mail:	
Cédula de Identidad: V-		Telefono(s):	
Firma:		Fecha: 01-10-2017	
Validez experto			
APLICABLE		NO APLICABLE	
APLICABLE ATENDIENDO A LAS OBSERVACIONES			
Validado por: Ingeniero en		e-mail:	
Cédula de Identidad: V-		Telefono(s):	
Firma:		Fecha: 01-10-2017	

Fuente: Jean Carrillo, 20017

**ANEXO B
NORMATIVAS
INSTITUCIONALES**

Anexo B 1: Normativa 159:1997

4 REQUISITOS

4.1 La variación de la frecuencia debe estar comprendida entre $\pm 2\%$ en condiciones normales.

4.2 TENSIONES NORMALIZADAS DE 100 V A 1 000 V DE CORRIENTE ALTERNA 60 Hz

4.2.1 Tensiones nominales de los sistemas

Las tensiones nominales de los sistemas deben cumplir con lo indicado en la tabla 3.

4.2.2 Límites permisibles de la tensión del sistema en el punto de medición

Los límites permisibles de la tensión del sistema en el punto de medición deben cumplir con los valores indicados en la tabla 1.

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
159:1997**

**TENSIONES NORMALIZADAS DE
SERVICIO.**

2^{da} Revisión



Anexo B 2: PROVIDENCIA-070-2015

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
VICEPRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA
SUPERINTENDENCIA NACIONAL PARA LA DEFENSA DE LOS
DERECHOS SOCIOECONÓMICOS

Caracas, a los 27 días del mes de octubre de 2015

Años: 205^o, 156^o, 16^o

El Superintendente Nacional para la Defensa de los Derechos Socioeconómicos, designado mediante Decreto Nº 1.705, publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 40.668 de fecha 26 de mayo de 2015, en ejercicio de las atribuciones contenidas en los numerales 1,2,3 y 6 del artículo 13, numerales 18, 19 y 25 del artículo 23 del Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica de Precios Justos, publicado en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 40.340 de fecha 23 de enero de 2014 y reformada parcialmente mediante Decreto Nº 1.467 de fecha 18 de noviembre de 2014, publicado en Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 6.156 Fintantinario, de fecha 14 de noviembre de 2014 en concordancia con el artículo 84 de la Ley Orgánica de Procedimientos Administrativos, procede a corregir los errores materiales contenidos en la Providencia Administrativa de fecha 25 de octubre de 2015, mediante la cual se Regular las Modalidades para la Determinación, Fijación y Marcaje de Precios en todo el Territorio Nacional, en los siguientes términos:

Artículo 1. Se reimprime por error material la Providencia Administrativa 070/2015 de fecha 27 de octubre de 2015, en los términos que se señalan siendo el texto íntegro a sustituir

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
VICEPRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA
SUPERINTENDENCIA NACIONAL PARA LA DEFENSA DE LOS DERECHOS SOCIOECONÓMICOS

Caracas, a los 27 días del mes de octubre de 2015

Años: 205^o, 156^o, 16^o

Estricta observancia del margen máximo de ganancia

Artículo 5^o. En el cálculo y determinación de cualquiera de las categorías de precios reguladas por esta Providencia, el margen máximo de ganancia permitido para cada sujeto de aplicación, observará lo establecido en el artículo 37 del Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica de Precios Justos, con los límites establecidos a continuación:

1. El margen máximo de ganancia permitido a los importadores de bienes es de hasta veinte por ciento (20%);
2. El margen máximo de ganancia permitido a los productores nacionales y prestadores de servicios es de treinta por ciento (30%).

Cuando en la determinación del precio según las categorías establecidas en esta Providencia resultare excedido el margen máximo de ganancia a que refiere este artículo, la Superintendencia Nacional para la Defensa de los Derechos Socioeconómicos podrá efectuar el ajuste correspondiente, notificando al sujeto o sujetos de aplicación la fijación del nuevo precio.

Margen Máximo de Intermediación

Artículo 6^o. Independientemente del número de intermediarios que intervengan en la cadena de distribución o comercialización de un bien o servicio, el margen máximo de intermediación permitido para toda la cadena es de hasta sesenta por ciento (60%).

Distribución del margen de intermediación

Artículo 7^o. La incidencia en el margen máximo de intermediación, de los márgenes máximos de ganancia del distribuidor y el comercializador al detal, debe ajustarse a los usos en la comercialización del bien o servicio del cual se trate.

Fuente: <http://sundde.gob.ve/>

ANEXO C
COMPONENTES DE
INTERES

Anexo C 1: Características del regulador L7805



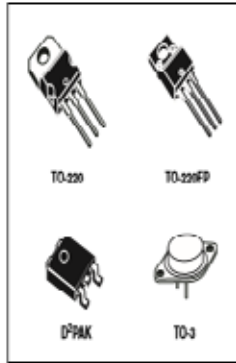
Positive voltage regulators 4 Electrical characteristics

Feature summary

- Output current to 1.5A
- Output voltages of 5, 5.2, 6, 8, 8.5, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal shutdown protection
- Short circuit protection
- Output transition SOA protection

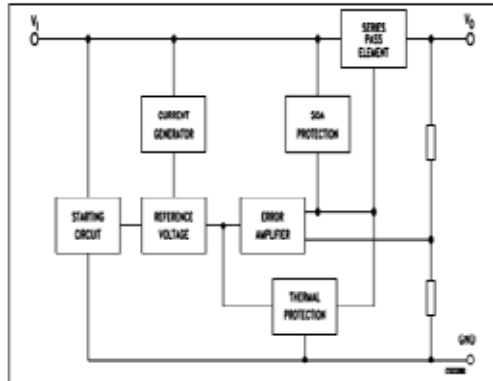
Description

The L7800 series of three-terminal positive regulators is available in TO-220, TO-220FP, TO-3 and U²PAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed



primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltage and currents.

Schematic diagram



August 2006

Rev. 13

147

www.st.com

Table 3. Electrical characteristics of L7805 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 10\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	4.8	5	5.2	V
V_O	Output voltage	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 8\text{ to } 20\text{V}$	4.65	5	5.35	V
$\Delta V_O^{(1)}$	Line regulation	$V_I = 7\text{ to } 25\text{V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$ $V_I = 8\text{ to } 12\text{V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	50	mV
$\Delta V_O^{(1)}$	Load regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{A}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$ $I_O = 250\text{ to } 750\text{mA}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
I_Q	Quiescent current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_Q	Quiescent current change	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $V_I = 8\text{ to } 25\text{V}$			0.5	mA
$\Delta V_O/\Delta I$	Output voltage drift	$I_O = 5\text{mA}$		0.6		mV/°C
eN	Output noise voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply voltage rejection	$V_I = 8\text{ to } 18\text{V}$, $f = 120\text{Hz}$	68			dB
V_d	Dropout voltage	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
r_{O}	Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$		17		m Ω
I_{sc}	Short circuit current	$V_I = 35\text{V}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short circuit peak current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Anexo C 2: Características del PIC 16F877A



PIC16F87XA

PIC16F87XA

28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F876A
- PIC16F874A
- PIC16F877A

High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input
DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory, Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM), Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during Sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

Analog Features:

- 10-bit, up to 8-channel Analog-to-Digital Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
 - Two analog comparators
 - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
 - Programmable input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
 - Comparator outputs are externally accessible

Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Single-supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving Sleep mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

CMOS Technology:

- Low-power, high-speed Flash/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption

Device	Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (oh)	CCP (PWM)	M18P		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions						API	Master I ² C			
PIC16F873A	7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A	14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2

1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information about the following devices:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

PIC16F873A/876A devices are available only in 28-pin packages, while PIC16F874A/877A devices are available in 40-pin and 44-pin packages. All devices in the PIC16F87XA family share common architecture with the following differences:

- The PIC16F873A and PIC16F874A have one-half of the total on-chip memory of the PIC16F876A and PIC16F877A
- The 28-pin devices have three I/O ports, while the 40/44-pin devices have five
- The 28-pin devices have fourteen interrupts, while the 40/44-pin devices have fifteen
- The 28-pin devices have five A/D input channels, while the 40/44-pin devices have eight
- The Parallel Slave Port is implemented only on the 40/44-pin devices

The available features are summarized in Table 1-1. Block diagrams of the PIC16F873A/876A and PIC16F874A/877A devices are provided in Figure 1-1 and Figure 1-2, respectively. The pinouts for these device families are listed in Table 1-2 and Table 1-3.

Additional information may be found in the PICmicro® Mid-Range Reference Manual (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip web site. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

TABLE 1-1: PIC16F87XA DEVICE FEATURES

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

Fuente: <http://www.microchip.com>

Anexo C 3: Características de la LCD



DOT MATRIX LIQUID CRYSTAL DISPLAY MODULE LMC-SSC2B16-01 Serial USER' MANUAL

LMC-SSC2B16DRG-01	LMC-SSC2B16DRY-01
LMC-SSC2B16DEGB-01	LMC-SSC2B16DEYW-01
LMC-SSC2B16DLGY-01	LMC-SSC2B16DLYY-01
LMC-SSC2B16DLGY-E01	LMC-SSC2B16DLYY-E01

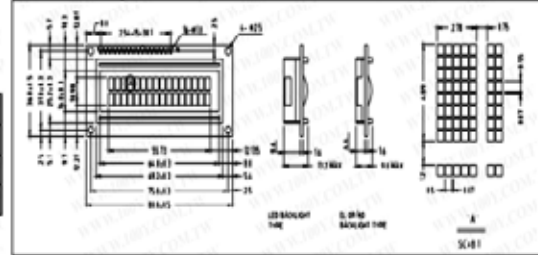
PROPOSED BY		APPROVED
Design	Approved	
		瑞特力材料 886-8-8788170 瑞特力电子(上海) 86-21-54151736 瑞特力电子(深圳) 86-755-83286787 http://www.ltc.com.tw

1. Mechanical Specification

<http://www.ltc.com.tw>

ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
NUMBER OF CHARACTERS	16 CHARACTERS X 4 LINES	--
CHARACTER FORMAT	5 X 8 DOTS	--
MODULE DIMENSION	80.0(W) X 38.0(H) X 3.0(T) 80.0(W) X 38.0(H) X 13.2(T)	mm
VIEWING DISPLAY AREA	65.0(W) X 28.0(H)	mm
ACTIVE DISPLAY AREA	58.2(W) X 11.5(H)	mm
CHARACTER SIZE	7.8(W) X 4.0(H)	mm
CHARACTER PITCH	7.8(W) X 4.0(H)	mm
DOT SIZE	0.50(W) X 0.35(H)	mm
DOT PITCH	0.57(W) X 0.67(H)	mm
LMC-SSC2B16DRG-01	STN, Grey, 1/16 Duty, 6/0 Clock	
LMC-SSC2B16DRY-01	STN, Yellow Green, 1/16 Duty, 6/0 Clock	
LMC-SSC2B16DEGB-01	STN, Grey, 1/16 Duty, 6/0 Clock, EL Backlight (color is Blue)	
LMC-SSC2B16DEYW-01	STN, Yellow Green, 1/16 Duty, 6/0 Clock, EL Backlight (color is White)	
LMC-SSC2B16DLGY-01	STN, Grey, 1/16 Duty, 6/0 Clock, LED Backlight	
LMC-SSC2B16DLYY-01	STN, Yellow Green, 1/16 Duty, 6/0 Clock, LED Backlight	
LMC-SSC2B16DLGY-E01	STN, Grey, 1/16 Duty, 6/0 Clock, E-Mode LED Backlight	
LMC-SSC2B16DLYY-E01	STN, Yellow Green, 1/16 Duty, 6/0 Clock, E-Mode LED Backlight	
EL Use Inverter Type	SD5C-2001A	
Inverter Input	DC +5V	25 mA
Inverter Output	AC 200 - 120 V	400 - 100 mA
Backlight On/Off Time	3,000	ms
LED Backlight Color	Yellow Green	
Backlight Input	DC +1.2V	100 mA
Backlight On/Off Time	50,000	ms
E-Mode LED Backlight Color	Yellow Green	
Backlight Input	DC +4.7V	40 mA
Backlight On/Off Time	30,000	ms

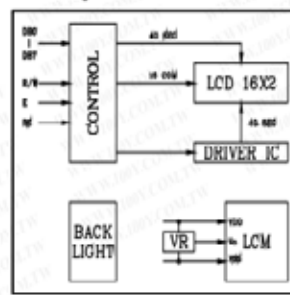
2. Mechanical Diagram



3. Interface Pin Connections

NO.	SYMBOL	LEVEL	FUNCTION
1	VSS	--	(GND) (0V)
2	VDD	H/L	DC +5V
3	V0	H/L	Command Address
4	R/S	H/L	Register select
5	R/W	H/L	Read/Write
6	E	H/L	Enable control
7	D0	H/L	Data Bit 0
8	D1	H/L	Data Bit 1
9	D2	H/L	Data Bit 2
10	D3	H/L	Data Bit 3
11	D4	H/L	Data Bit 4
12	D5	H/L	Data Bit 5
13	D6	H/L	Data Bit 6
14	D7	H/L	Data Bit 7
15	A-(EL1)	--	A (EL Backlight 1)
16	K-(EL2)	--	K (EL Backlight 2)

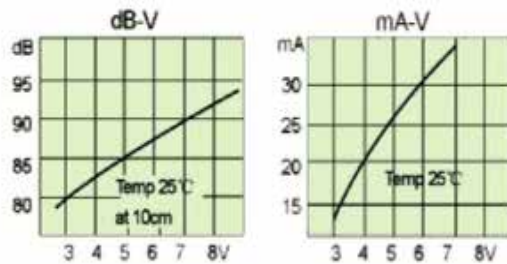
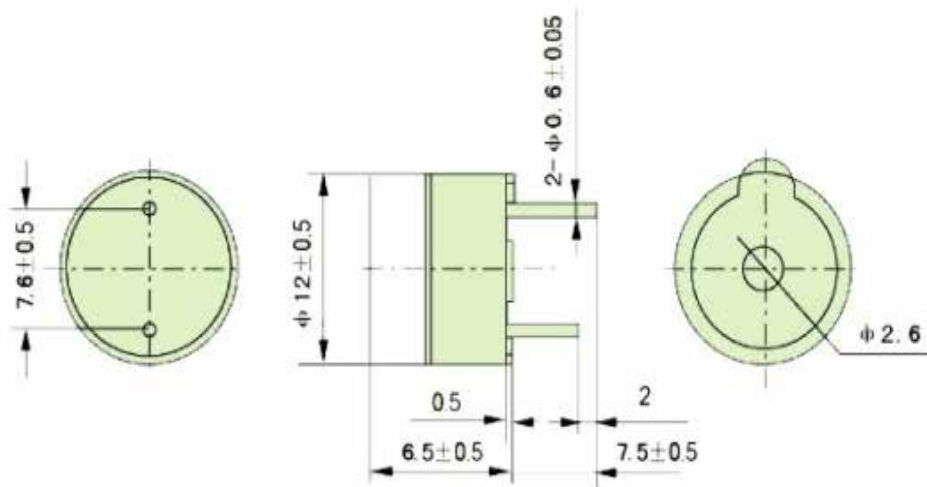
4. Block Diagram



Anexo C 4: Características del Buzzer

Piezo Buzzer

Dimension



Rated Voltage	Operation Voltage	Rated Current	Sound Output	Resonant Freq	Operating Temp	Storage Temp	Weight
5V	4~7 V	<28mA	>85dB	2300±300	-20~+45	-20~+60	1.5

Fuente: <https://doc-0k-48-docs.googleusercontent.com>

Anexo C 5: Características del transistor 2N3904

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR		2N3904		MMBT3904		PZT3904	
NPN General Purpose Amplifier							
This device is designed as a general purpose amplifier and switch. The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier.							
Absolute Maximum Ratings* $T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted							
Symbol	Parameter	Value	Units				
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage	40	V				
V_{CB0}	Collector-Base Voltage	80	V				
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage	8.0	V				
I_C	Collector Current - Continuous	200	mA				
T_J, T_{stg}	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	$^\circ\text{C}$				
* These ratings are limiting values above which the reliability of any semiconductor device may be impaired.							
NOTES 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C. 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.							
Thermal Characteristics $T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted							
Symbol	Characteristic	Max			Units		
		2N3904	MMBT3904	*PZT3904			
P_D	Total Device Dissipation Derate above 25 $^\circ\text{C}$	815	350	1,000	mW		
R_{JC}	Thermal Resistance, Junction to Case	5.0	2.8	8.0	$^\circ\text{C/W}$		
R_{JA}	Thermal Resistance, Junction to Ambient	200	357	125	$^\circ\text{C/W}$		
NPN General Purpose Amplifier (continued)							
Electrical Characteristics $T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted							
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Max	Units		
OFF CHARACTERISTICS							
V_{BRCEO}	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 1.0\text{ mA}, I_B = 0$	40		V		
V_{BRCE0}	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}, I_E = 0$	80		V		
V_{BRBE0}	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10\text{ }\mu\text{A}, I_C = 0$	8.0		V		
I_B	Base Cutoff Current	$V_{CE} = 30\text{ V}, V_{BE} = 3\text{ V}$		50	nA		
I_{CBO}	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = 30\text{ V}, V_{BE} = 3\text{ V}$		50	nA		
ON CHARACTERISTICS*							
β_{DC}	DC Current Gain	$I_C = 0.1\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$ $I_C = 1.0\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$ $I_C = 10\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$ $I_C = 50\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$ $I_C = 100\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	40 70 100 80 30	300			
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 1.0\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}, I_B = 5.0\text{ mA}$		0.2 0.3	V		
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 1.0\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}, I_B = 5.0\text{ mA}$	0.65	0.95	V		
SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS							
h_{fe}	Current Gain - Bandwidth Product	$I_C = 10\text{ mA}, V_{CE} = 20\text{ V}, f = 100\text{ MHz}$	300		MHz		
C_{out}	Output Capacitance	$V_{CE} = 5.0\text{ V}, I_C = 0, f = 1.0\text{ MHz}$	4.0		pF		
C_{in}	Input Capacitance	$V_{BE} = 0.6\text{ V}, I_C = 0, f = 1.0\text{ MHz}$	8.0		pF		
NF	Noise Figure	$I_C = 100\text{ }\mu\text{A}, V_{CE} = 5.0\text{ V}, R_s = 1.0\text{ k}\Omega, f = 10\text{ Hz to }15.7\text{ kHz}$	5.0		dB		
SWITCHING CHARACTERISTICS							
t_d	Delay Time	$V_{CE} = 3.0\text{ V}, V_{BE} = 0.5\text{ V}, I_C = 10\text{ mA}, I_B = 1.0\text{ mA}$	35		ns		
t_r	Rise Time		35		ns		
t_s	Storage Time	$V_{CE} = 3.0\text{ V}, I_C = 10\text{ mA}, I_B = 1.0\text{ mA}$	200		ns		
t_f	Fall Time		50		ns		
* Pulse Test: Pulse Width < 300 μs , Duty Cycle < 2.0%							

2N3904 / MMBT3904 / PZT3904

Fuente: <http://www.datasheetcatalog.com>

Anexo C 6: Características del optoaislador NTE3220



NTE3220 & NTE3221 Optoisolator NPN Transistor Output

Features:

- Current Transfer Ratio: CTR: 50% Min @ $I_F = 5\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$
- High Input-Output Isolation Voltage: $V_{ISO} = 5000\text{V}_{rms}$
- Compact DIP Package:
NTE3220: 2-Channel Type (8-Lead DIP)
NTE3221: 4-Channel Type (16-Lead DIP)

Applications:

- Computer Terminals
- System Appliances, Measuring Instruments
- Registers, Copiers, Automatic Vending Machines
- Electric Home Appliances such as Fan Heaters, Etc.
- Medical Instruments, Physical and Chemical Equipment
- Signal Transmission between Circuits of Different Potentials and Impedances

Absolute Maximum Ratings: ($T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Input	
Forward Current, I_F	50mA
Peak Forward Current (Note 1), I_{FM}	1A
Reverse Voltage, V_R	5V
Power Dissipation, P_D	70mW
Output	
Collector-Emitter Voltage, $V_{CE(O)}$	35V
Emitter-Collector Voltage, $V_{EC(O)}$	5V
Collector Current, I_C	50mA
Collector Power Dissipation, P_C	150mW
Total Device	
Isolation Voltage (Note 2), V_{ISO}	5000V _{rms}
Total Power Dissipation, P_{TOT}	200mW
Operating Temperature Range, T_{OP}	-30° to $+100^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range, T_{STG}	-55° to $+125^\circ\text{C}$
Lead Temperature (During Soldering, 10sec), T_L	$+260^\circ\text{C}$

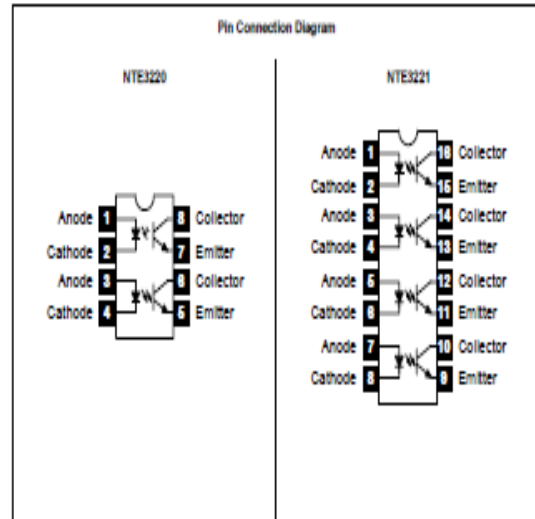
Note 1. Pulse Width $\leq 100\mu\text{s}$, Duty Ratio: 0.001.

Note 2. AC for 1 minute, 40% to 60% R.H.

Electro-Optical Characteristics: ($T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Input						
Forward Voltage	V_F	$I_F = 20\text{mA}$	-	1.2	1.4	V
Peak Forward Voltage	V_{FM}	$I_{FM} = 500\text{mA}$	-	-	3	V
Reverse Current	I_R	$V_R = 4\text{V}$	-	-	10	μA
Terminal Capacitance	C_T	$V = 0, f = 1\text{MHz}$	-	30	250	pF
Output						
Collector Dark Current	I_{CO}	$V_{CE} = 20\text{V}, I_F = 0, R_{TH} = \infty$	-	-	100	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage	$V_{CE(O)}$	$I_C = 0.1\text{mA}, I_F = 0$	35	-	-	V
Emitter-Collector Breakdown Voltage	$V_{EC(O)}$	$I_E = 10\mu\text{A}, I_F = 0$	6	-	-	V
Transfer Characteristics						
Collector Current	I_C	$I_F = 5\text{mA}, V_{CE} = 5\text{V}$, Note 3	2.5	-	-	nA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	$I_F = 20\text{mA}, I_C = 1\text{mA}$	-	0.1	0.2	V
Isolation Resistance	R_{ISO}	500V DC, 40% to 60% R.H.	5×10^{10}	10^{11}	-	Ω
Floating Capacitance	C_f	$V = 0, f = 1\text{MHz}$	-	0.6	1.0	pF
Cut-Off Frequency	f_c	$V_{CE} = 5\text{V}, I_C = 2\text{mA}, R_L = 100\Omega, -3\text{dB}$	-	80	-	kHz
Response Time (Rise)	t_r	$V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 2\text{mA}, R_L = 100\Omega$	-	4	18	μs
Response Time (Fall)	t_f		-	3	18	μs

Note 3. $\text{CTR} = \frac{I_C}{I_F} \times 100\%$



Fuente: <http://www.datasheetcatalog.com>

Anexo C 7: Características del interruptor de presión MPL 600

MPL 600 Series

MPL 600 Series switches offer pressure or vacuum sensors which combine the features of the **MPL 500 Series** with snap action switching for higher current capacity, SPDT contact form, and switch deadbands (also referred to as mechanical differential or hysteresis). Miniature size and low cost make the **MPL 600 Series** ideal for OEM applications.

Description

MPL 600 Series switches utilize high-quality miniature snap-action switches. Like the **500 Series** all are diaphragm operated. Diaphragm material can be selected for the operating medium, temperature range, and other parameters.

During the development of a specification, actuation point can be adjusted by the designer. In production, factory setting is required.

MPL 600, 601, and 602 are single setting models.

MPL 604 offers two micro switches, each operated by an independent diaphragm.

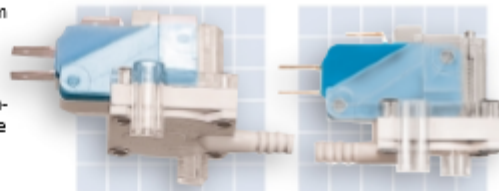
Specifications

Body:	glass-filled polyester, grade SEO, standard
Diaphragm:	polyurethane, fluorosilicone, EPDM, Teflon®, and other materials available
Snap Switch:	UL & CSA listed, wide selection
Operating Temperature:	-40° to 85°C (-40° to 185°F), depending on components. Consult factory.
Operating Pressure:	Pressure: 1.50 in/H ₂ O to 45 psi Vacuum: 4.0 in/H ₂ O to 14 psi
Burst:	45 psi
Life:	Mechanical: Over 1,000,000 cycles Electrical: depending upon application
Form:	SPDT
Resistance:	1 ohm maximum
Weight:	18 grams (MPL-600); 24g (600-V) 45g (604).

Electrical

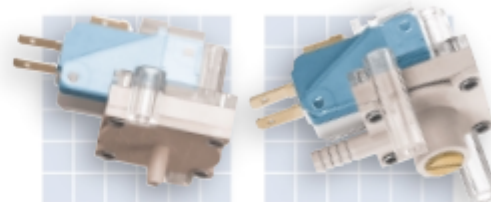
MPL 600 switches are designed for heavy current loads. Depending on pressure setting, ratings are available from 3A to 25A, and 0.1HP to 1.0HP.

For low-current applications, special contacts are available for milliamp loads.



MPL 600

MPL 601



MPL 602

MPL 601 V



MPL 628

MPL 604

Terminals

Three 0.020" x 0.187" male tabs are standard (0.032" x 0.250" available). Special OEM terminals are available.

Actuation

MPL 600 pressure models are available from 1.5 in/H₂O to 45 psi. Vacuum models are available from 4.0 in/H₂O to 14 psi. Tolerance is typically +/- 10% of setpoint.

Special Ports and Mounting

MPL 628 adds a molded (or die-cast) 1/8" NPT fitting to the model 602 features. **MPL 609** adds a 5/32" barbed brass fitting, with a nut and washer, for panel mounting.

Anexo C 8: Características del zener 1N4733A

B K C INTERNATIONAL

03E D 1179983 0000271 5

1 W SILICON ZENER DIODES

T-11-13

1N4728 through 1N4752

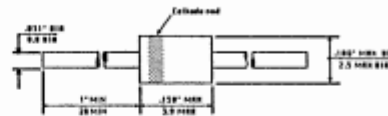
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Temperatures

Storage Temperature Range	-65 °C to +200 °C
Maximum Junction Operating Temperature	+175 °C
Lead Temperature	+260 °C

Power Dissipation

Maximum Total Power Dissipation at 25°C Ambient	500mW
Linear Power Derating Factor	3.33 mW/°C



DO-41 PACKAGE

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (25 °C Ambient Temperature unless otherwise noted)

SYMBOL	V_z	Z_z	I_{zT}	Z_{zk}	I_{zk}	I_s	V_{rr}	I_{zm}	I_z (surge)
Characteristic	Nominal Zener Voltage @ I_{zT} (See note)	Max Zener Imped. @ I_{zT}	Test Current	Max. Zener Imped. @ I_{zk}	Test Current	Max. Reverse Current @ V_{rr}	Test Voltage	Max. Zener Current	Max. Zener Surge Current
UNIT	V	Ω	mA	Ω	mA	μ A	V	mA	mA
1N4728	3.3	10.0	76.0	400	1.0	100	1.0	276	1380
1N4729	3.6	10.0	69.0	400	1.0	100	1.0	252	1260
1N4730	3.9	9.0	64.0	400	1.0	50	1.0	234	1190
1N4731	4.3	9.0	58.0	400	1.0	10	1.0	217	1070
1N4732	4.7	8.0	53.0	500	1.0	10	1.0	193	970
1N4733	5.1	7.0	49.0	550	1.0	10	1.0	178	89
1N4734	5.6	5.0	45.0	600	1.0	10	2.0	162	810
1N4735	6.2	2.0	41.0	700	1.0	10	3.0	146	730
1N4736	6.8	3.5	37.0	700	1.0	10	4.0	133	660
1N4737	7.5	4.0	34.0	700	0.5	10	5.0	121	605
1N4738	8.2	4.5	31.0	700	0.5	10	6.0	110	550
1N4739	9.1	5.0	28.0	700	0.5	10	7.0	100	500
1N4740	10.0	7.0	25.0	700	0.25	10	7.6	91	454
1N4741	11.0	8.0	23.0	700	0.25	5.0	8.4	83	41
1N4742	12.0	9.0	21.0	700	0.25	5.0	9.1	76	380
1N4743	13.0	10.0	19.0	700	0.25	5.0	9.9	69	344
1N4744	15.0	14.0	17.0	700	0.25	5.0	11.4	61	304
1N4745	16.0	16.0	15.5	700	0.25	5.0	12.2	57	285
1N4746	18.0	20.0	14.0	750	0.25	5.0	13.7	50	250
1N4747	20.0	22.0	12.5	750	0.25	5.0	15.2	45	225
1N4748	22.0	23.0	11.5	750	0.25	5.0	16.7	41	205
1N4749	24.0	25.0	10.5	750	0.25	5.0	18.2	38	190
1N4750	27.0	35.0	9.5	750	0.25	5.0	20.6	34	170
1N4751	30.0	40.0	8.5	1000	0.25	5.0	22.8	30	150
1N4752	33.0	45.0	7.5	1000	0.25	5.0	25.1	27	135

NOTE:

Type numbers without suffix have $\pm 10\%$ tolerance on nominal V_z .
 Type numbers with suffix 'A' have $\pm 5\%$ tolerance on nominal V_z .

Fuente: <http://www.datasheetcatalog.com>

**ANEXO D
PROGRAMA
DEL PIC**

Anexo D 1: Programa del microcontrolador

Programa del microcontrolador			
list	p=16f874		
w		equ	00
			declaración de registros
status	equ	83	
porta	equ	05	
portb	equ	06	
portc	equ	07	
portd	equ	08	
trisa	equ	85	
trisb	equ	86	
trisc	equ	87	
trisd	equ	88	
adcon1	equ	9f	
varlsc	equ	20	
var1	equ	24	
var2	equ	25	
var3	equ	26	
ret1	equ	21	
ret2	equ	22	
ret3	equ	23	
c		equ	00
z		equ	02
rp0		equ	05
rp1		equ	06
FSR		equ	04
INDO	equ	00	
temporal	equ	20	
_espaci		equ	20
_0		equ	30
_1		equ	31
_2		equ	32
_3		equ	33
_4		equ	34
_5		equ	35
_6		equ	36
_7		equ	37
_8		equ	38
_9		equ	39
_A		equ	41
_B		equ	42
_C		equ	43
_D		equ	44
_E		equ	45
_F		equ	46
_G		equ	43
_G		equ	44
_H		equ	45
_I		equ	46
_J		equ	47
_K		equ	48
_L		equ	49
_M		equ	4a
_N		equ	4b
_O		equ	4c
_P		equ	4d

Continuación Programa del microcontrolador

```

_Q          equ          4e
_R          equ          4f
_S          equ          50
_T          equ          51
_V          equ          52
_U          equ          53
_W          equ          54
_X          equ          55
_Y          equ          56
_Z          equ          57
_abrirpar  equ          28
_cerrarpar equ          29
_dospuntos equ          3a
_pregunta  equ          3f
_punto     equ          2e

reset      equ          0
           goto        inicio

inicio     bsf          status,rp0
           bcf          status,rp1
           movlw       b'1111111'
           movwf       trisa
           movlw       b'00000000'
           movwf       trisb
           movlw       b'00000011'
           movwf       trisc
           movlw       b'00000011'
           movwf       trisd
           clrf        varlsd
           bcf         status,rp0
           bcf         status,rp1
           clrf        porta
           clrf        portb
           clrf        portc
           clrf        portd
           movlw       .200
           movwf       ret1
           call        retardos
           movlw       .48
           movwf       portb
           bsf         portb,3
           call        temp 10micros
           bcf         portb,3
           movlw       .10
           movwf       ret1
           call        retardos
           bsf         portb,3
           call        timp 10micros
           bcf         portb,3
           bsf         portb,3
           call        timp 10micros
           bcf         portb,3
           movlw       .128
           movwf       portb

```

Continuación Programa del microcontrolador

```
bsf    porb,3
call   timp 10micros
bcf    porb,3
movlw  .14
call   modoinstru
```

```
call   retardo 1seg
pre7   movlw .01
movwf  varlcd
call   modoinstru
call   retardo 1seg
movlw  .12
movwf  varlcd
call   modointru
movlw  _D
movwf  varlcd
call   modocaracter
movlw  _E
movwf  varlcd
call   modocaracter
movlw  _F
movwf  varlcd
call   modocaracter
movlw  _E
movwf  varlcd
call   modocaracter
movlw  _N
movwf  varlcd
call   modocaracter
movlw  _S
movwf  varlcd
call   modocaracter
movlw  _A
movwf  varlcd
call   modocaracter
movlw  _espaci
movwf  varlcd
call   modocaracter
movlw  _I
movwf  varlcd
call   modocaracter
movlw  _U
movwf  varlcd
call   modocaracter
movlw  _T
movwf  varlcd
call   modocaracter
movlw  _E
movwf  varlcd
call   modocaracter
movlw  _P
```

Continuación Programa del microcontrolador

```
movwf varled
call modocaracter
movlw _A
movwf varled
call modocaracter
movlw _L
movwf varled
call modocaracter

movlw .129
movwf varled
call modoinstru
movlw _espaci
movwf varled
call modocaracter
movlw _espaci
movwf varled
call modocaracter
movlw _E
movwf varled
call modocaracter
movlw _L
movwf varled
call modocaracter
movlw _E
movwf varled
call modocaracter
movlw _C
movwf varled
call modocaracter
movlw _T
movwf varled
call modocaracter
movlw _R
movwf varled
call modocaracter
movlw _O
movwf varled
call modocaracter
movlw _N
movwf varled
call modocaracter
movlw _I
movwf varled
call modocaracter
movlw _C
movwf varled
call modocaracter
movlw _A
movwf varled
call modocaracter
```

Continuación Programa del microcontrolador

```
    btfss    porta,7
    goto    pre7

    call    retardo 1seg
    movlw  .01
    movwf  varlcd
    call    modoinstru
           movlw  _espaci
    movwf  varlcd
    call    modocaracter
    call    retardo 1seg
    movlw  .12
    movwf  varlcd
    call    modointru
    movlw  _espaci
    movwf  varlcd
    call    modocaracter
    movlw  _E
    movwf  varlcd
    call    modocaracter
    movlw  _L
    movwf  varlcd
    call    modocaracter
    movlw  _E
    movwf  varlcd
    call    modocaracter
    movlw  _C
    movwf  varlcd
    call    modocaracter
    movlw  _T
    movwf  varlcd
    call    modocaracter
    movlw  _R
    movwf  varlcd
    call    modocaracter
    movlw  _O
    movwf  varlcd
    call    modocaracter
    movlw  _N
    movwf  varlcd
    call    modocaracter
    movlw  _I
    movwf  varlcd
    call    modocaracter
    movlw  _C
    movwf  varlcd
    call    modocaracter
    movlw  _A
    goto    nivelvaci
    pre6
    call    retardo 1seg
    movlw  .01
```

Continuación Programa del microcontrolador

```
movwf varlcd
call modoinstru
movlw _espaci
movwf varlcd
call modocaracter
call retardo 1seg
movlw .12
movwf varlcd
call modointru
movlw _espaci
    movwf    varlcd
call modocaracter
movlw _N
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _I
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _V
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _E
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _L
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _espaci
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _V
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _A
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _C
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _I
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _O
movwf varlcd
call modocaracter
nivelvaci

btfss porta,5
goto nivelmedi

call retardo 1seg
movlw .01
```

Continuación Programa del microcontrolador

```
movwf varlcd
call modoinstru
movlw _espaci
movwf varlcd
call modocaracter
call retardo 1seg
movlw .12
movwf varlcd
call modointru
movlw _espaci
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _N
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _I
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _V
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _E
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _L
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _espaci
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _A
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _L
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _T
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _O
movwf varlcd
call modocaracter
goto tempbom1
```

```
nivelmedi          call
movlw .01
movwf varlcd
call modoinstru
movlw _espaci
movwf varlcd
call modocaracter
call retardo 1seg
```

Continuación Programa del microcontrolador

```
movlw .12
movwf varlcd
call modointru
movlw _espaci
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _N
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _I
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _V
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _E
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _L
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _espaci
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _M
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _E
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _D
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _I
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _O
movwf varlcd
call modocaracter
```

pre4

```
movlw .129
movwf varlcd
call modoinstru
movlw _B
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _O
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _M
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _espaci
```

Continuación Programa del microcontrolador

```
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _1
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _C
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _A
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _L
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _I
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _E
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _N
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _T
movwf varlcd
call modocaracter
movlw _E
movwf varlcd
call modocaracter

tempbom1      btfss porta,4
               goto pre4
               goto tempbom2

pre3           movlw .129
               movwf varlcd
               call modoinstru
               movlw _B
               movwf varlcd
               call modocaracter
               movlw _O
               movwf varlcd
               call modocaracter
               movlw _M
               movwf varlcd
               call modocaracter
               movlw _espaci
               movwf varlcd
               call modocaracter
               movlw _2
               movwf varlcd
```

Continuación Programa del microcontrolador

```
call    modocaracter
movlw   _C
movwf   varlcd
call    modocaracter
movlw   _A
movwf   varlcd
call    modocaracter
movlw   _L
movwf   varlcd
call    modocaracter
movlw   _I
movwf   varlcd
call    modocaracter
movlw   _E
movwf   varlcd
call    modocaracter
movlw   _N
movwf   varlcd
call    modocaracter
movlw   _T
movwf   varlcd
call    modocaracter
movlw   _E
movwf   varlcd
call    modocaracter

    btfss porta,3
goto    pre3

    movlw .2
    movwf 0f

pre2    btfss porta,2
        goto pre2

        decfsz 0f
        goto bom2
        goto pre2
        goto bom1
        goto pre6

bomb1   movlw b'00000001'
        movlw .20
        movwf 0f

ir11    movlw .255
        movwf 0e

ir10    decfsz 0e,1
        goto ir10
        decfsz 0f,1
        goto ir11
```

Continuación Programa del microcontrolador

```
bomab      btfss  porta,2
           goto   ab
           return
ab         movlw  b'00000011'
           movlw  .20
           movwf  0f
irff       movlw  .255
           movwf  0e
iree       decfsz 0e,1
           goto   iree
           decfsz 0f,1
           goto   irff
           goto   bomab

bomb2
           movlw  b'00000010'
           movlw  .20
           movwf  0f
ir11       movlw  .255
           movwf  0e
ir10       decfsz 0e,1
           goto   ir10
           decfsz 0f,1
           goto   ir11
           btfss  porta,2
           goto   cd
           return
cd         movlw  b'00000011'
           movlw  .20
           movwf  0f
irhh       movlw  .255
           movwf  0e
irgg       decfsz 0e,1
           goto   irgg
           decfsz 0f,1
           goto   irhh
           goto   bomab2
```

Fuente: Jean Carrillo, 20017