UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

DIRECCIÓN DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE

MAGISTER EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

"DISEÑO DE INTERFACES GRÁFICAS PIC-PC PARA LA ADQUISICIÓN, REGISTRO Y MONITOREO DE DATOS"

POSTULANTE: LIC. CLOTILDE CALIZAYA HIDALGO

TUTOR: MSC. LIC. JUAN RAMIRO VILLA

POTOSÍ – BOLIVIA

2011

Dedicado a mi esposo Hermo

quien siempre me brinda su apoyo

y a mis hijos Erick y Luis

ÍNDICE GENERAL

Pág.

INTRODUCCIÓN……. 1

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS Y ESTRATEGIA METODOLÓGICA 6

1.1 Antecedentes…….. 6
1.2 Planteamiento del problema de investigación…… 8
1.3 Objeto de estudio……... 8
1.4 Objetivos…… 8
1.4.1 Objetivo general……... 8
1.4.2 Objetivos específicos……... 8
1.5 Idea a defender……..……. 9
1.6 Operativización de variables…….. 9
1.7 Justificación de la investigación…… 10
1.7.1 Justificación social……... 10
1.7.2 Aporte teórico…….. 10
1.7.3 Significación práctica…….. 11
1.8 Diseño metodológico de la investigación…….. 11
1.8.1 Métodos teóricos…….. 11
1.8.1.1 Análisis y síntesis……..……. 11
1.8.1.2 Inductivo y deductivo……. 12
1.8.2 Métodos empíricos……... 12
1.8.2.1 La experimentación…… 12
1.8.2.2 La encuesta……. 13

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 14

2.1. Señal eléctrica…… 15
2.1.1. Señales analógicas……..……... 15
2.1.2. Señales digitales……..…….. 15
2.2. Sensores……..…… 16
2.2.1. Clasificación de los sensores……..…….. 16
2.2.2. Características estáticas…….…... 17
2.2.3. Características dinámicas……. 18
2.3. Microcontrolador PIC…… 19
2.4. Puerto de comunicación RS-232……..…….. 22

2.4.1. UART…… 23
2.4.2. Transmisión asíncrona…… 23
2.4.3. Velocidad de transmisión…… 23
2.4.4. Modo de comunicación…… 24
2.5. MAX232…… 25
2.6. Sistema SCADA(Supervisory Control and Data Adquisition)…… 26
2.7. Interfaz Hombre Máquina(HMI)…… 26
2.8. C Sharp…… 27
2.9. Base de datos…… 28
2.9.1. Modelo relacional…… 28
2.10. Base de datos SQL Server…… 29
2.11. Lenguaje Unificado de Modelado (UML)…… 29
2.11.1. Vistas de UML…… 30
2.11.1.1. La vista estática…… 31
2.11.1.2. La vista de casos de uso…… 33
2.11.1.3. La vista de interacción…… 35
2.11.1.4. Vistas físicas…… 36

CAPÍTULO III MARCO REFERENCIAL
ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE SEÑALES 38

3.1. Análisis de la situación…… 39
3.2. Análisis e interpretación de los resultados del cuestionario realizado a los profesionales acerca de la propuesta…… 41
3.2.1. Muestreo…… 41
3.3. Propuesta de la investigación…… 43
3.3.1. Adquisición de datos a través del microcontrolador…… 43
3.3.2. Comunicación PIC-PC…… 47
3.3.3. Acondicionamiento de las señales analógicas y digitales…… 49
3.3.3.1. Acondicionamiento de la señal analógica para la temperatura… 50
3.3.4. Diseño de la interfaz para la adquisición, registro y monitoreo de datos… 51
3.3.5. Diseño de la propuesta…… 52
3.3.5.1. Diagrama de clases Interfaz PIC-PC…… 52
3.3.5.2. Vista de casos de uso…… 53
3.3.5.2.1. Diagrama de casos de uso…… 53
3.3.5.3. Vista de interacción…… 54
3.3.5.3.1. Diagrama de secuencia…… 54
3.3.5.4. Vista física…… 55
3.3.5.4.1. Diagrama de componentes…… 55

CAPÍTULO IV RESULTADOS DE LA PROPUESTA 56

4.1. Resultados a nivel de hardware y software…..……..... 56

CONCLUSIONES……...…… 62
RECOMENDACIONES…….……. 64
BIBLIOGRAFÍA…….. 65
ANEXOS……. 67

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 2.1 PIC 16F877 Encapsulado…….. 22
Figura 3.1 Sistema de control mediante PLCs……..……. 39
Figura 3.2. Diagrama de bloques Adquisición de Datos……. 43
Figura 3.3 Circuito de Comunicación PIC16F877 – PC vía RS232…… 48
Figura 3.4 Diagrama de flujo general acondicionamiento de la señal……..... 50
Figura 3.5 Diagrama de flujo de la propuesta……. 51
Figura 3.6 Diagrama de Clases Interfaz PIC-PC…… 52
Figura 3.7 Diagrama de Casos de Uso del "Interfaz PIC-PC"……..... 53
Figura 3.8 Diagrama de Secuencia del "Interfaz PIC-PC"……. 54
Figura 3.9 Diagrama de Componentes de "Interfaz PIC-PC…….. 55
Figura 4.1 Imagen de la simulación del circuito electrónico……. 57
Figura 4.2 Imagen del menú de la aplicación……. 58
Figura 4.3 Imagen de la adquisición del voltaje…… 58
Figura 4.4 Imagen menú Registro, Reporte…….. 59
Figura 4.5 Imagen del reporte de la señal de voltaje…… 60
Figura 4.6 Imagen de la base de datos de la aplicación, tabla voltaje…….. 61

Tabla 2.1 Características del microcontrolador PIC 16F877A…… 21
Tabla 3.1 Lista de componentes empleados en el diseño del circuito…….. 49

RESUMEN

La elaboración de este trabajo de investigación consiste en el diseño de interfaces gráficas PIC_PC para la adquisición, registro y monitoreo de datos, el cual es propuesto a la falta de aplicaciones de software basados en microcontroladores para la adquisición de señales; el mismo que tiene como objetivo: desarrollar el diseño de interfaces gráficas PIC-PC para la adquisición, registro y monitoreo de datos, a través de sus canales de entrada, de diferentes señales analógicas y/o discretas. Dentro de la metodología empleada en la investigación se emplearon métodos teóricos (análisis y síntesis, inductivo y deductivo,) y empíricos (experimentación y encuesta). A través del desarrollo de la investigación fue posible llegar a las siguientes conclusiones: se cumplió con el objetivo de desarrollar el diseño de interfaces gráficas PIC-PC para la adquisición, registro y monitoreo de datos, a través de sus canales de entrada, de diferentes señales analógicas y/o discretas, a través de la aplicación de los conocimientos teóricos y prácticos, se realizó el envió de información adquirida desde el circuito electrónico a través de un puerto adecuado hacia a la computadora, mediante el diseño y el empleo de un simulador de circuitos electrónicos, se utilizó el lenguaje de programación Visual Studio C# para recolectar y analizar los datos enviados por el PIC, registrar, interpretar y graficar la información recibida y se desarrolló la base de datos de la aplicación, para manejar los respectivos datos y realizar los respectivos reportes.

Palabras clave: microcontrolador, RS- 232, sensores, señal analógica, señal digital, interfaz gráfica, base de datos, Visual estudio C#.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la tecnología y la informática permitieron la automatización de diferentes procesos ya sean estos industriales, comerciales y domésticos. Así también nace la necesidad de seguir el ritmo en el que funcionan dichos procesos.

La supervisión de procesos desde una computadora generalmente es aplicada a tareas de tipo industrial, donde se emplea controladores o procesadores robustos especialmente desarrollados para estas labores, normalmente estos dispositivos por su tecnología, resultan poco accesibles en procesos que no son siempre de carácter industrial.

Un controlador de tipo industrial normalmente realiza la tarea de adquisición y control de señales de diferentes procesos, a través de una aplicación informática que permita la comunicación de este con la computadora. Sin embargo el control de procesos automatizados en la actualidad, es realizado mediante programas orientados al uso de controladores de tipo industrial.

Las herramientas informáticas aplicadas a la industria a través de sistemas encargados de realizar el seguimiento de diferentes procesos, son aplicaciones que además de no ser accesibles económicamente, son de carácter exclusivo. Sin embargo existen otros como los microcontroladores, los cuales son fácilmente asequibles y de similar capacidad. Entonces tomando en cuenta este factor, se considera emplearlo para cumplir el propósito de adquisición de datos mediante la computadora y su posterior tratamiento a través de algoritmos adecuados.

Entonces, lo que se observa es la falta de programas dedicados al monitoreo de procesos basados en microcontroladores y además que estos sean accesibles por los todos usuarios.

El **objetivo general** de esta investigación es: desarrollar el diseño de interfaces gráficas PIC-PC para la adquisición, registro y monitoreo de datos, a través de sus canales de entrada, de diferentes señales analógicas y/o discretas.

Para lograr lo propuesto se plantea los siguientes **objetivos específicos**:

- Manipular entradas de señales analógicas y discretas, a través de sensores para demostrar la adquisición de datos.

- Realizar el envío de información adquirida desde el circuito electrónico a través de un puerto adecuado, a la computadora.

- Utilizar un lenguaje adecuado para recolectar y analizar los datos enviados por el PIC, registrar, interpretar y graficar la información recibida.

- Desarrollar una Base de Datos que maneje los respectivos datos y cálculos que se hallen inmersos en la adecuación de los datos.

La **idea a defender** que se plantea en la presente investigación es: la adquisición de señales a través del microcontrolador, permite realizar el diseño de interfaces gráficas para el registro y monitoreo de datos en la Computadora.

El desarrollo de la investigación requiere la aplicación de los siguientes **métodos de investigación:**

Como métodos de investigación a nivel teórico se tomó en cuenta los métodos de análisis - síntesis, y el inductivo – deductivo.

- **Análisis y síntesis**

El método de análisis es aplicado para identificar y analizar en primera instancia, las diferentes etapas y partes del proceso de adquisición de datos por el microcontrolador, además de todos los elementos que componen la fase de diseño de la interfaz gráfica. Luego la síntesis, posibilita realizar un diagnóstico exhaustivo, que permita establecer soluciones a través de estrategias adecuadas para el análisis, tratamiento y representación de los datos adquiridos por la computadora mediante el PIC.

- **Inductivo y deductivo**

El método inductivo se usa para inducir criterios encaminados a la identificación de los componentes y herramientas más adecuados para el proceso de desarrollo de la interfaz gráfica, para el registro, monitoreo de los datos obtenidos por medio del microcontrolador, por otro lado, el método deductivo, permite deducir los factores, como tipo de señal, tipo de controlador, puerto de comunicación, lenguaje de programación adecuados, que deben tomarse en consideración a la hora de la construcción de la interfaz hombre máquina anteriormente citado, y que consecuentemente incidirán en la eficiencia del mismo.

Dentro de los métodos empíricos tomados en cuenta para esta investigación están, la experimentación y la encuesta.

- **La experimentación**

El tipo de investigación que se pretende realizar, implica la conjunción de software y de hardware, para el desarrollo de un producto final y eficiente, fruto de las pruebas que se irán realizando. Además, como la propuesta contiene una etapa de acondicionamiento de señales a través de un microcontrolador, el cual junto con una tarjeta electrónica,

permiten la adecuación de esos datos hacia la computadora, entonces para esto es necesario realizar simulaciones previas, a través de un software especializado, para luego concluir con las pruebas realizadas a la implementación de la interfaz gráfica desarrollada, utilizando sensores específicos que puedan capturar dichas señales.

- **La encuesta**

Este método permite determinar mediante sus técnicas, las diferentes inquietudes y necesidades que se tiene en este entorno.

Por lo tanto y según lo expuesto, el presente trabajo de investigación contempla dentro de este documento cuatro capítulos, los cuales abordan diferentes teorías y métodos aplicados para el desarrollo del mismo.

En el primer capítulo se expone los diferentes planteamientos e identificación de las partes importantes que contiene la presente investigación, tales como ser problema, objeto de estudio, objetivos y la estrategia metodológica.

El capítulo II corresponde a los diferentes fundamentos teóricos que se refieren al marco teórico conceptual, por lo tanto en esta parte se describen los antecedentes del objeto de investigación metodológica y las herramientas empleadas en el desarrollo de esta investigación.

En el capítulo III se expone la solución al problema, a través de métodos utilizados para el desarrollo del mismo, realizando el estudio de la situación actual y los requerimientos de los sistemas de supervisión y control, a través de interfaces PIC-PC para la adquisición,

registro y monitoreo de datos, de tal forma que se evalúa los alcances y debilidades del mismo, mediante el análisis de estos aspectos y el diseño de la propuesta empleando el Lenguaje de Modelado Unificado (UML).

Finalmente en el capítulo IV se muestra los resultados que se obtuvieron, fruto de las diferentes pruebas que se realizaron a la aplicación, tanto a la parte de hardware, como la de software. Para luego inferir en las conclusiones y recomendaciones a los que se han arribado en la elaboración de la propuesta de la presente investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS Y ESTRATEGIA METODOLÓGICA

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETIVOS Y ESTRATEGIA METODOLÓGICA

1.1. ANTECEDENTES

Con el desarrollo y crecimiento de la industria y la ciencia surgió la necesidad de automatizar, monitorear y controlar procesos. El desarrollo tecnológico y de la informática aportaron soluciones para estas necesidades, desde sistemas que permiten el monitoreo, registro hasta alcanzar el control de procesos incluso a distancia. Para los procesos de automatización generalmente se utiliza un SCADA.

Generalmente un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Adquisition) Control Supervisor y Adquisición de datos, está compuesto por diferentes módulos o subsistemas, algunos de ellos son los de procesamiento de datos, base de datos, comunicación, manejadores y HMI.

El módulo HMI(Interfaz Hombre-Máquina) una vez realizada la adquisición de datos, cuenta con dos funcionalidades o partes principales, una parte en la que se configura el sistema como tal y otra en la que se pone en ejecución dicha configuración. El ambiente de configuración engloba las utilidades relacionadas con la creación y edición de los elementos que compondrán el sistema y permite la creación de una aplicación para un proceso en particular, mientras que el ambiente de ejecución está encargado de mostrar al operador la aplicación creada.

La función principal de la adquisición de datos es transmitir la información obtenida a través de sus canales de entrada, de diferentes señales analógicas y/o discretas las cuales son previamente captadas mediante el uso de diferentes sensores.

Las magnitudes captadas del ambiente por los sensores ingresan al microcontrolador con una frecuencia que se puede modificar en tiempo de ejecución.

El núcleo del circuito está basado en la utilización de un microcontrolador "PIC16f877", el cual está dotado de varias funciones que lo hacen muy versátil. Mediante una adecuada codificación se pueden convertir señales analógicas a señales discretas y conectarlo con una computadora a través de un puerto de comunicación.

Un programa principal en la computadora, es el cerebro de la recolección de los datos por el circuito electrónico, para tratarlos, procesarlos, registrarlos y luego graficarlos.

Actualmente es posible contar con herramientas informáticas aplicadas a la industria a través de sistemas SCADA, pero este tipo de aplicaciones están enfocadas al uso de controladores de carácter industrial, además de no ser accesibles económicamente. Sin embargo existen otros como los microcontroladores, los cuales son fácilmente asequibles y de similar capacidad. Entonces tomando en cuenta este factor, se considera emplearlo para cumplir el propósito de adquisición de datos mediante la computadora y su posterior tratamiento a través de algoritmos adecuados.

Por lo tanto de acuerdo a lo mencionado anteriormente se realiza el siguiente planteamiento:

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo desarrollar el diseño de interfaces gráficas PIC-PC para la adquisición, registro y monitoreo de datos? De modo que sea posible manipular señales analógicas y/o discretas.

1.3. OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio de la presente investigación corresponde a los sistemas de supervisión y control, a través de interfaces PIC-PC para la adquisición, registro y monitoreo de datos.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

El **objetivo general** de esta investigación es: Desarrollar el diseño de interfaces gráficas PIC-PC para la adquisición, registro y monitoreo de datos, a través de sus canales de entrada, de diferentes señales analógicas y/o discretas.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Manipular entradas de señales analógicas y discretas, a través de sensores para demostrar la adquisición de datos.

- Realizar el envío de información adquirida desde el circuito electrónico a través de un puerto adecuado, a la computadora.

- Utilizar un lenguaje de programación adecuado para recolectar y analizar los datos enviados por el PIC, registrar, interpretar y graficar la información recibida.

- Desarrollar una Base de Datos que maneje los respectivos datos y cálculos que se hallen inmersos en la adecuación de los datos.

1.5. IDEA A DEFENDER

En esta investigación se propone la siguiente idea a defender:

A partir de la adquisición de señales a través del microcontrolador, es posible realizar el diseño de interfaces gráficas para el registro y monitoreo de datos en la Computadora.

Las variables identificadas en esta proposición son las siguientes:

- Adquisición de señales a través del microcontrolador

- Interfaces gráficas para el registro y monitoreo de datos en la Computadora.

1.6. OPERATIVIZACIÓN DE VARIABLES

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente y según las variables identificadas, es necesario realizar la operativización de las mismas, con el fin de establecer parámetros muy importantes en la propuesta.

La operativización de variables puede verse en el anexo 1, donde se determinó los diferentes indicadores y los tipos de instrumentos y métodos que se aplicaron para consolidar los indicadores identificados para el desarrollo de esta investigación.

1.7. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El desarrollo de interfaces gráficas, para el registro y monitoreo de señales obtenidas por medio de un microcontrolador, permite apoyar diferentes tipos de procesos enfocados a diversas áreas, ayudando a los usuarios domésticos e industriales en el proceso de automatización y control de procesos a través de una interfaz hombre máquina que maneje diversas tipos de señales.

1.7.2 APORTE TEÓRICO

La elaboración del trabajo de investigación propuesto permite lograr un aporte significativo a nivel de la ciencia, debido a que se propone contar con una nueva estrategia basada en empleo de la tecnología actual, para contar con una alternativa que en nuestro medio aún no existe.

La presente investigación conlleva la conjunción de conocimientos teórico-científicos que hacen posible desarrollar adecuadamente el análisis, tratamiento de señales analógicas y/o discretas, para luego manipularlos a través de una interfaz, el cual pueda presentar los datos obtenidos en forma gráfica. Entonces, para este propósito es necesario tener un conocimiento claro acerca de adquisición de datos a través de microcontroladores mediante puertos de comunicación de la PC y su posterior análisis y tratamiento por medio de un lenguaje de programación que permita representarlos adecuadamente mediante una interfaz.

1.7.3 SIGNIFICACIÓN PRÁCTICA

Las interfaces hombre máquina desarrolladas para procesos industriales, están diseñadas con un carácter más comercial y enfocado a controladores robustos e industriales que cumplen esos propósitos, además de que estos implican realizar grandes inversiones económicas, tanto en hardware como en software. Sin embargo, a través del desarrollo de las interfaces gráficas para el registro y monitoreo de señales obtenidas por medio de un microcontrolador, es posible contar con un software que manipule y adecúe señales analógicas y/o discretas para propósitos dedicados a diferentes áreas, desde industriales hasta domésticas y lo mejor con el empleo de un microcontrolador, el cual es mucho más accesible económicamente.

El desarrollo de esta investigación, significa un aporte muy importante, para el control y monitoreo de procesos en línea, enfocados a diferentes áreas a través de interfaces hombre máquina empleando microcontroladores.

1.8. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Como métodos de investigación a nivel teórico se tomó en cuenta los métodos de análisis - síntesis, y el inductivo – deductivo.

1.8.1 MÉTODOS TEÓRICOS

1.8.1.1 ANÁLISIS Y SÍNTESIS

El método de análisis es aplicado para identificar y analizar en primera instancia las diferentes etapas y partes del proceso de adquisición de datos por el microcontrolador, además de todos los elementos que componen la fase de diseño de la interfaz gráfica. Luego la síntesis, posibilita realizar un diagnóstico exhaustivo, que permita establecer

soluciones a través de estrategias adecuadas para el análisis, tratamiento y representación de los datos adquiridos por la computadora mediante el PIC.

1.8.1.2 INDUCTIVO Y DEDUCTIVO

El método inductivo se usa para inducir criterios encaminados a la identificación de los componentes y herramientas más adecuados para el proceso de desarrollo de la interfaz gráfica, para el registro, monitoreo de los datos obtenidos por medio del microcontrolador, por otro lado, el método deductivo, permite deducir los factores como tipo de señal, tipo de controlador, puerto de comunicación, lenguaje de programación adecuados, que deben tomarse en consideración a la hora de la construcción de la interfaz hombre máquina anteriormente citado, y que consecuentemente incidirán en la eficiencia del mismo.

1.8.2 MÉTODOS EMPÍRICOS

Dentro de los métodos empíricos tomados en cuenta para esta investigación están, la experimentación y la encuesta.

1.8.2.1 LA EXPERIMENTACIÓN

Considerando los indicadores encontrados en el proceso de operativización de las variables, se considera necesaria la aplicación de este método con el fin de establecer los parámetros técnicos y procedimientos a seguir a la hora de realizar la adquisición de datos utilizando el microcontrolador seleccionado para esta investigación.

El tipo de investigación que se realizó, implica la conjunción de software y de hardware, para el desarrollo de un producto final y eficiente, fruto de las pruebas que se irán realizando. Además, como la propuesta contiene una etapa de acondicionamiento de señales a través de un microcontrolador, el cual junto con una tarjeta electrónica,

permiten la adecuación de esos datos hacia la computadora, entonces para esto es necesario realizar simulaciones previas, a través de un software especializado, para luego concluir con las pruebas realizadas a la implementación de la interfaz gráfica desarrollada, utilizando sensores específicos que puedan capturar dichas señales.

1.8.2.2 LA ENCUESTA

Este método es empleado en la investigación, a través de una técnica de investigación, como es el cuestionario.

El cuestionario, logra consolidar las deficiencias encontradas a través del análisis del tema de investigación. Mediante esta técnica se conocen los aspectos primordiales en la determinación de la falta de este tipo de implementaciones, como así también es posible saber la disposición de ellos en cuanto a la propuesta, según las diferentes cuestiones que fueron presentadas.

1.9 POBLACIÓN

De acuerdo al tipo de propuesta de investigación, esta abarca una población finita. De manera más específica comprende, a los profesionales dedicados a la automatización de procesos, los mismos que están entre egresados y titulados de la carrera de Ingeniería Electrónica, mención Control, los cuales son en un número de 75.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

Las concepciones que se irán abordando para el trabajo de investigación, corresponden a los diferentes tópicos que permiten modelar la idea de lo que se pretende lograr, para luego realizar la aplicación y adecuación de ellas en el desarrollo de la propuesta.

Las concepciones tomadas en cuenta, están desglosadas iniciando con los tipos de señales que serán introducidas a través del microcontrolador con el fin de establecer la comunicación con computadora.

Para que las señales puedan ser adecuadas y utilizadas es necesario, conocer los elementos que permitan capturar esas señales, es decir implica tener bien en claro ciertas definiciones que permitan comprender su funcionamiento.

De igual manera, como la propuesta está enfocada al uso de un microcontrolador, es necesario detallar las especificaciones que este posee para la aplicación del mismo, así también establecer las ideas de comunicación del circuito mediante la interfaz de comunicación RS232 con la PC.

Una vez establecido la comunicación, las definiciones abordadas están enfocadas al desarrollo de la aplicación empleando un cierto lenguaje de programación, el cual debe ser descrito con todos requerimientos, además es necesario describir el trabajo que realizan los motores de bases de datos, con el fin de aplicarlos a la propuesta.

Finalmente como la propuesta va enfocada al desarrollo de interfaces hombre máquina para realizar el control y monitoreo de procesos, también el desglose de estos conceptos ayudan en el desarrollo de la implementación del mismo.

2.1 SEÑAL ELÉCTRICA

"Las *señales eléctricas* son tensiones o corrientes que contienen información" (Vignolo, 2008: 19). Estas señales constituyen la materia prima de la propuesta, lo cual implicará trabajar con ellas y tratarlas para su posterior uso. Sin embargo estas pueden ser dos tipos: las señales analógicas y las señales digitales, las mismas que serán tomadas en cuenta en la presente investigación.

2.1.1 SEÑALES ANALÓGICAS

Las señales analógicas "son variables eléctricas que evolucionan en el tiempo en forma análoga a alguna variable física. Estas variables pueden presentarse en la forma de una corriente, una tensión o una carga eléctrica. Varían en forma continua entre un límite inferior y un límite superior. Cuando estos límites coinciden con los límites que admite un determinado dispositivo, se dice que la señal está normalizada" (Miraya, 2004a: 1)

El entorno está rodeado de este tipo de señales (sonido, presión, temperatura, tensión, etc.), que al ser transducibles requieren ser tratadas a través de conversores análogo/digitales, es decir, que para ser leídas por una computadora es necesario discretizarlas, para luego ser acondicionadas mediante un programa de control.

En esta investigación, las señales analógicas tomadas en cuenta para su tratamiento son la temperatura y el voltaje, esto debido a que muchas señales varían principalmente en su magnitud.

Entonces, se puede decir que cada señal analógica debe ser tratada de manera distinta debido a cada señal es diferente.

2.1.2 SEÑALES DIGITALES

Estas señales, “son variables eléctricas con dos niveles bien diferenciados que se alternan en el tiempo transmitiendo información según un código previamente acordado. Cada nivel eléctrico representa uno de dos símbolos: 0 ó 1, V o F, etc. Los niveles específicos dependen del tipo de dispositivos utilizado” (Miraya, 2004b: 2).

Al ser señales discretas, estas son empleadas como entradas de manera directa. Para trabajar con estas señales en la computadora, no es necesario convertirlas, las podemos hacer directamente solo con circuito de protección, para luego ser tratadas en la computadora mediante el código respectivo.

Tanto las señales analógicas, como las digitales, deberán ser capturadas mediante dispositivos electrónicos adecuados como son los sensores.

2.2 SENSORES

“Un sensor es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transducible que es función de la variable medida” (Pallas, 2001: 2).

Las variables físicas tomadas en cuenta para esta investigación, necesitan ser capturadas mediante sensores, los cuales transforman estas señales, en señales eléctricas que luego son medidas e introducidas hacia un microcontrolador para su respectivo tratamiento.

A continuación se muestra la clasificación y las características más sobresalientes de los sensores, las cuales deben ser tomadas en cuenta a la hora de aplicarlas en la implementación que se realiza en esta investigación.

2.2.1 “CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES

- **Según el tipo de señal de salida:**
    - Analógicos. Dan como salida un valor de tensión o corriente variables en forma continua dentro del campo de medida.
    - Digitales. Dan como salida una señal en forma de una palabra digital.
    - Todo-nada. Indican cuándo la variable detectada rebasa un cierto umbral.

- **Según la magnitud física a detectar:**

    - Posición, velocidad, fuerza y par, presión, caudal, proximidad, etc.

2.2.2 CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS

- **Campo de medida**: Rango de valores de la magnitud de entrada comprendido entre el máximo y el mínimo detectables por un sensor, con una tolerancia de error aceptable
- **Resolución**: Mínima diferencia entre dos valores próximos que el sensor es capaz de distinguir.
- **Sensibilidad**: Variación de la salida producida por una variación de entrada. Pendiente de la curva de calibración. Cuanto mayor, mejor.
- **Linealidad**: Cercanía de la curva característica a una recta especificada. Linealidad equivale a sensibilidad cte.
- **Saturación**: No linealidad producida por disminución de sensibilidad típicamente al principio o al final del rango.
- **Histéresis**: Diferencia entre valores de salida correspondientes a la misma entrada, según la trayectoria seguida por el sensor.
- **Exactitud**: diferencia entre la salida real y el valor teórico de dicha salida (valor verdadero). Se suele dar en valor absoluto o relativo.

- **Precisión**: capacidad de obtener la misma salida cuando se realizan varias lecturas de la misma entrada y en las mismas condiciones. También repetibilidad. Estima la desviación de las medidas.

2.2.3 CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS

La mayor parte de los sensores tienen un comportamiento dinámico asimilable a un sistema de primer o segundo orden.

- **Velocidad de respuesta**: capacidad para que la señal de salida siga sin retraso las variaciones de la señal de entrada.
- **Respuesta frecuencial**: Relación entre la sensibilidad y la frecuencia cuando la entrada es una excitación senoidal. Representación mediante un gráfico de Bode.
- **Estabilidad:** Desviación de salida del sensor al variar ciertos parámetros exteriores distintos del que se pretende medir.

Algunos de los parámetros más relevantes empleados en la definición de la velocidad de respuesta son:

- Tiempo de retardo: tiempo transcurrido desde la aplicación de un escalón de entrada hasta que la salida alcanza el 10% de su valor permanente.
- Tiempo de subida: tiempo transcurrido desde que la salida alcanza el 10% de su valor permanente hasta que llega por primera vez al 90% de dicho valor.
- Tiempo de establecimiento: tiempo transcurrido desde la aplicación de un escalón de entrada hasta que la salida alcanza el régimen permanente" (Reyes, 2010).

Los aspectos mencionados anteriormente, son muy importantes a la hora de realizar la captura de las señales, en este caso es necesario saber principalmente la velocidad de respuesta que tiene el sensor de temperatura, así como la sensibilidad y precisión con la que

cuenta, debido a los cambios que este puede presentar, aunque estos son muy lentos. El sensor de temperatura empleado para la realización de su tratamiento, es el LM35.

Este dispositivo es necesario en la implementación de la propuesta, porque permite capturar las señales antes mencionadas, para luego ser direccionadas a un controlador que sea capaz de procesarlas.

2.3 MICROCONTROLADOR PIC

Para adecuar las señales recibidas por el sensor, es necesario tratarlas mediante un microcontrolador. Según Miguel Torres Torriti, "los microcontroladores son computadores digitales integrados en un chip que cuentan con un microprocesador o unidad de procesamiento central (CPU), una memoria para almacenar el programa, una memoria para almacenar datos y puertos de entrada salida. A diferencia de los microprocesadores de propósito general, como los que se usan en los computadores PC, los microcontroladores son unidades autosuficientes y más económicas." (Torres, 2011)

"Un microcontrolador posee todos los componentes de un computador pero con unas características fijas que no pueden alterarse. Todos disponen de los bloques esenciales: procesador, memoria de datos y de instrucción, módulos de E/S, oscilador de reloj y módulos controladores de periféricos. Además de estos elementos, existen una serie de recursos especiales que los fabricantes pueden ofertar, algunos amplían las capacidades de las memorias, otros incorporan nuevos recursos y hay quienes reducen las prestaciones al mínimo para aplicaciones muy simples.

Depende del programador el encontrar el modelo mínimo que se ajuste a sus requerimientos y así minimizar el coste. Algunos de los principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores son:

- Temporizadores (Timers).
- Protección frente a fallo de alimentación (Brown-out).
- Estado de bajo consumo.
- Conversores AD y DA.
- Modulador de anchura de pulsos PWM.
- Comparadores analógicos.
- Puertos de E/S digital.
- Puertos de comunicación: serie, CAN, USB, I2C" (Palacios, 2006a: 2).

En este proyecto se utiliza el PIC 16F877. Este microcontrolador es fabricado por la familia Microchip, a la cual se le denomina PIC. El modelo 16F877 posee varias características que hacen a este microcontrolador un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico para ser empleado en la aplicación.

Algunas de estas características se muestran a continuación:

- Soporta modo de comunicación serial, posee dos pines TX (transmisión), RX (recepción) para ello.
- Amplia memoria para datos y programa.
- Memoria reprogramable: La memoria en este PIC es la que se denomina FLASH; este tipo de memoria se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la "F" en el modelo).
- Set de instrucciones reducidas (tipo RISC), pero con las instrucciones necesarias para facilitar su manejo.

Programar cualquier tipo de PICs implica el conocimiento interno del circuito integrado, para luego con esos datos realizar la respectiva configuración y programación. La siguiente tabla muestra las características más importantes del microcontrolador 16F877.

Frecuencia máxima	DX-20MHz
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	8KB
Posiciones RAM de datos	368
Posiciones EEPROM de datos	256
Puertos E/S	A,B,C,D,E
Número de pines	40
Interrupciones	14
Timers	3
Módulos CCP	2
Comunicaciones Serie	MSSP, USART
Comunicaciones paralelo	PSP
Líneas de entrada de CAD de 10 bits	8
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits
Arquitectura	Harvard
CPU	Risc
Canales Pwm	2
Pila Hardware	-
Ejecución En 1 Ciclo Máquina	-

Tabla 2.1 Características del microcontrolador PIC 16F877A

Fuente: http://web.ing.puc.cl/~mtorrest/downloads/pic/tutorial_pic.pdf

En la tabla mostrada, se resalta las ocho líneas de entrada de CAD(Conversor Análogo Digital) de 10 bits, este dato es muy importante, porque son el número de entradas disponibles para introducir señales analógicas a través de las patillas que tiene este integrado, en la siguiente figura por ejemplo la patilla RA0 puede ser una entrada analógica, pasándose a llamar N0.

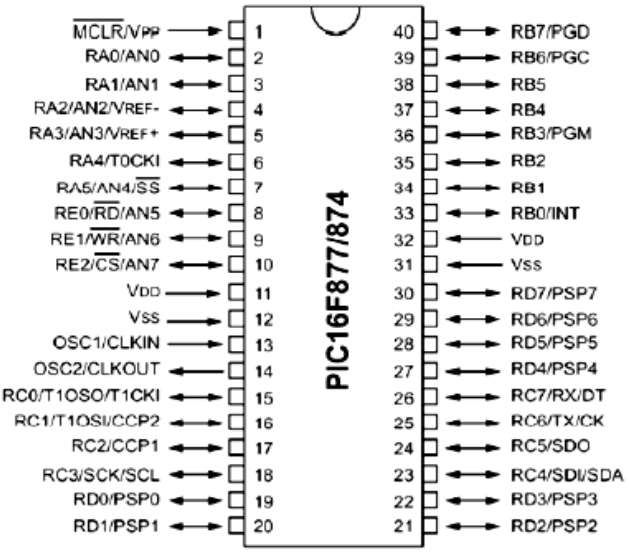


Figura 2.1 PIC 16F877 Encapsulado

Fuente: Microcontroladores, http://www.olimex.cl/tutorial/tutorial1.pdf

De acuerdo a la figura mostrada, se tiene 33 patillas de entrada y salida. Cada una de ellas puede ser entrada o salida independientemente de las otras, aunque algunas tienen alguna peculiaridad. La principal precaución que hay que tener a la hora de usar estas patillas es que RA4 como salida, es en colector abierto.

Para poder transferir los datos tratados por el microcontrolador, será necesario emplear medios de comunicación que permitan comunicar al PIC con la computadora.

2.4 PUERTO DE COMUNICACIÓN RS-232

"La forma más común y sencilla de comunicar cualquier dispositivo con una computadora es a través de su puerto serie, que es compatible con el denominado estándar RS232 (o EIA232 Standard). En un ordenador puede haber varios puertos series, normalmente denominados COM1, COM2, etc" (Palacios, 2006b: 305).

En una comunicación serie los bits se transmiten de uno en uno (en contraposición con paralelo que se transmiten varios a la vez), por lo que tiene las siguientes ventajas:

- Necesita menos cables
- Es más barato
- Es más simple de diseñar elementos que lo usen (las pistas en una placa son menos)

Para establecer la comunicación mediante este puerto serial, es necesario conocer los siguientes puntos:

2.4.1 UART

“El puerto serie transmite/recibe los datos por una UART. UART significa "Universal Asynchronous Receiver/Transmitter", Universal porque es un protocolo ampliamente aceptado y utilizado, Receptor/Transmisor porque es utilizado tanto para enviar como para recibir datos.

2.4.2 TRANSMISIÓN ASÍNCRONA

Asíncrono significa que no lleva señal de sincronismo (frente a las transmisiones síncronas que sí la llevan). Asíncrono **no** significa que no necesite sincronismo, al contrario, al no llevarlo explícitamente en una línea debe tenerlo implícitamente en su funcionamiento y por tanto es mucho más rígido y complicado en su manejo.

2.4.3 VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN

La velocidad de transmisión se mide en bits por segundo (bps) (a veces confundido con baudios, ya que en este caso son equivalentes). Lo que realmente tenemos con este dato es el tiempo que tarda en transmitirse un bit. Por ejemplo, de la famosa velocidad 9600 bps obtenemos 1/9600= 104us, es decir:

- Si queremos transmitir un 0 deberemos dejar la línea al valor 0 durante 104 µs
- Si queremos transmitir un 1 deberemos dejar la línea al valor 1 durante 104 µs

Los protocolos asíncronos son bastante exigentes a la hora de mantener los tiempos, aunque siempre cuentan con un porcentaje de error aceptable (un 10%, lo que nos daría entre 94 µs y 114 µs aproximadamente). Si estuviera recibiendo un 0 y a los 50 µs la línea cambiase a 1, sabría que hay un error.

Las velocidades típicas son 300, 600, 1200, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 y últimamente empezaban a aparecer 230400, 460800 y 921600.

2.4.4 MODOS DE COMUNICACIÓN

- **Simplex.** En este caso el emisor y el receptor están perfectamente definidos y la comunicación es unidireccional. Este tipo de comunicaciones se emplean, usualmente, en redes de radiodifusión, donde los receptores no necesitan enviar ningún tipo de dato al transmisor.

- **Duplex, half duplex o semi-duplex.** En este caso ambos extremos del sistema de comunicación cumplen funciones de transmisor y receptor y los datos se desplazan en ambos sentidos pero no al mismo tiempo. Este tipo de comunicación se utiliza habitualmente en la interacción entre terminales como un microcontrolador y una computadora central.

- **Full Dúplex.** El sistema es similar al dúplex, pero los datos se desplazan en ambos sentidos simultáneamente. Para que sea posible ambos emisores poseen diferentes frecuencias de transmisión o dos caminos de comunicación separados, mientras que la comunicación semi-dúplex necesita normalmente uno solo. Para el intercambio de datos entre computadores este tipo de comunicaciones son más eficientes que las transmisiones semi-dúplex. ” (Gómez, 2006).

Para la presente investigación, se emplea el protocolo para transmitir y recibir datos del PIC hacia la computadora, como es UART según la norma RS232, además se trabaja a las velocidades típicas que cuentan los puertos COM, como es 9600 Baudios. Además esta comunicación se describe como asíncrona porque no son controlados por un reloj, por el tipo de aplicación que se realiza en este, el modo de comunicación que se emplea es el semi-duplex, debido a que será necesario transmitir y recibir datos aunque no al mismo tiempo.

Mediante el puerto de comunicación RS-232, se realiza el enlace para la transmisión de datos del microcontrolador hacia la computadora, con el fin de cumplir los propósitos establecidos para la propuesta de investigación, las características del RS232, pueden ser consultadas en el anexo 4.

2.5 MAX232

"El MAX232 convierte los niveles RS232(cerca de +12 y -12 V) a voltajes TTL (0 a +5 V) y viceversa sin requerir nada más que una fuente de +5 V. El chip contiene dos drivers TTL →RS232 y dos RS232 →TTL." (Palacios, 2006c: 309).

En la comunicación del PIC con la computadora a través del puerto serial RS232, este integrado soluciona los problemas de los niveles lógicos, entonces este permite que la comunicación se realice en ambas direcciones. Este integrado es utilizado en el diseño del circuito electrónico junto con el PIC y el RS-232.

2.6 SISTEMA SCADA (Supervisory Control And Data Adquisition, Control Supervisor y Adquisición de datos)

"Un sistema SCADA es una aplicación o conjunto de aplicaciones software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante la comunicación digital con los instrumentos y actuadores, e interfaz gráfica de alto nivel con el usuario (pantallas táctiles, ratones o cursores, lápices ópticos, etc...)" (Romagosa, 2004: 5).

Si bien este tipo de sistemas son aplicados generalmente a la industria, donde emplean este tipo de programas basadas en procesadores robustos. Para esta propuesta se toma en cuenta la definición anteriormente descrita, pero aplicada a cualquier tipo de proceso, a través de una interfaz gráfica para la comunicación PIC-PC, es decir mediante una interfaz hombre máquina que permita el control de las señales adquiridas por el microcontrolador.

2.7 INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA(HMI)

"La sigla HMI es la abreviación en ingles de Human Machine Interface. Es el dispositivo o sistema que permite la interacción entre la persona y la máquina.

Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectan con la máquina o proceso. En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI más poderosos y eficientes, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas. Las señales de los procesos son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida digitales y analógicas." (Sistema de Adquisición de Datos de Sensores Analógicos y Digitales, 2006)

Así como se describió, la realización de este tipo de interfaz que permite la monitorización de señales analógicas y digitales, es implementada de acuerdo a los requerimientos de hardware descrito anteriormente y sobre todo de los programas necesarios para este cometido.

Una interfaz hombre máquina, permite las visualización del comportamiento de un determinado proceso, mediante una interfaz de este tipo es posible ver el seguimiento que siguen las operaciones de una determinada entrada o salida de un sistema.
Lo que se logra al realizar esta interfaz gráfica es rastrear los niveles que siguen diferentes tipos de señales, tanto analógicas como digitales. En esta oportunidad se desarrolla una interfaz gráfica mediante la comunicación de una computadora con un PIC, para el seguimiento de los diferentes niveles de voltaje y medición de la temperatura.

2.8 C SHARP

El desarrollo de propuesta de investigación en síntesis será un software que manipula señales eléctricas, entonces es necesario emplear un lenguaje de programación adecuado que permita cumplir este propósito, y por esta razón se consideró a Visual Studio C# por sus bondades que este posee.

Entonces podemos describir a C# como, "el primer lenguaje orientado a componentes en la familia de lenguajes C y C++, es un lenguaje de programación simple, moderno, orientado a objetos y con un sistema de tipos seguro derivado de C y C++. C# combina la alta productividad de Microsoft Visual Basic y la eficacia bruta de C++" (Archer, 2001:17).

Además de un lenguaje de programación, será necesario aplicar base de datos para el almacenamiento y su posterior control de los datos adquiridos.

2.9 BASE DE DATOS

"Cualquier conjunto de datos organizados para su almacenamiento en la memoria de un ordenador o computadora, diseñado para facilitar su mantenimiento y acceso de una forma estándar. Los datos suelen aparecer en forma de texto, números o gráficos. Un *modelo de datos* es por tanto una colección de conceptos bien definidos matemáticamente que ayudan a expresar las propiedades estáticas y dinámicas de una aplicación con un uso de datos intensivo." (Charte, 2002a: 29, citado en Lexicón).

Los modelos de datos clásicos son tres: el jerárquico, el de red y el relacional.

El modelo de **Base de Datos** que se emplea para el trabajo de investigación es el **Modelo Relacional.**

La base de datos de la aplicación, se emplea para el registro de todos los datos que ingresan a la interfaz mediante el microcontrolador. Mediante la base de datos es posible obtener y generar los diferentes reportes que son necesarios en este tipo de aplicación.

2.9.1 MODELO RELACIONAL

"El modelo relacional de datos supuso un gran avance con respecto a los modelos anteriores. Este modelo está basado en el concepto de *relación.* Una relación es un conjunto de n-tuplas, es decir que este sistema de administración de bases de datos relacional (RDBMS), almacena información en tablas (filas y columnas de datos) y realiza búsquedas utilizando los datos de columnas especificadas de una tabla para encontrar datos adicionales en otra tabla. En una base de datos relacional, las filas representan registros (conjuntos de datos acerca de elementos separados) y las columnas representan campos (atributos particulares de un registro)" (Charte, 2002b: 29, citado en Lexicón).

Este modelo permite representar los datos adquiridos de las señales en una tabla que es mucho más comprensible para el usuario y su fácil acceso.

2.10 BASE DE DATOS SQL SERVER

"SQL Server actualmente es el estándar del lenguaje de base de datos. SQL Server permite realizar consultas a la base de datos además hace funciones de definición, control y gestión de la base de datos." (Delaney, 2001: 9).

“SQL (Lenguaje de consulta estructurado) es un lenguaje relacionalmente completo. Que se usa para crear y actualizar tablas relacionales y recuperar datos desde la base de datos” (Hawryszkiewycz, 1994: 21).

Para realizar el diseño de la base datos se emplea la base de datos SQL Server 2008. A través de este motor es posible realizar el almacenamiento y recuperación de los datos enviados por el PIC hacia la computadora. Además es posible realizar las respectivas consultas dentro la aplicación.

2.11 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML)

“El Lenguaje Unificado de Modelado(UML) es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software. Captura de decisiones y conocimiento sobre los sistemas que se deben construir. Se usa para entender, diseñar, hojear, configurar, mantener y controlar la información sobre tales sistemas. Esta pensado para usarse con todos los métodos de desarrollo, etapas del ciclo de vida, dominios de aplicación y medios. El lenguaje de modelado pretende unificar la experiencia pasada sobre técnicas de modelado e incorporar las mejores prácticas actuales en un acercamiento estándar” (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999a: 3).

El diseño de la aplicación de esta investigación es realizado mediante UML, el cual permite realizar el modelado del funcionamiento y los elementos que compondrán la interfaz hombre máquina, para poder tratar las señales introducidas a la computadora mediante el microcontrolador. A continuación se describen las diferentes vistas tomadas en cuenta para este modelado, las cuales describen los sucesos en diferentes etapas y formas necesarias en el funcionamiento de la aplicación.

2.11.1 VISTAS DE UML

"UML se divide en varias vistas. Una vista es simplemente un subconjunto de UML que modela construcciones que representan un aspecto de un sistema. La división en diversas vistas es algo arbitraria:

En el nivel superior, las vistas se pueden dividir en tres áreas: clasificación estructural, comportamiento dinámico y gestión del modelo.

La clasificación estructural describe los elementos del sistema y sus relaciones con otros elementos. Los clasificadores incluyen clases, casos de uso, componentes, y nodos y elementos proporcionan la base sobre la cual se construye el comportamiento dinámico. La clasificación de las vistas incluye la vista estática, la vista de casos de uso, y la vista de implementación.

El comportamiento dinámico describe el comportamiento de un sistema en el tiempo. El comportamiento se puede describir como serie de cambios a las fotos del sistema dibujadas a partir de la visión estática. Las vistas de comportamiento dinámico incluyen vista de la máquina de estados, la vista de actividad, y la vista de interacción.

La gestión del modelo describe la organización de los propios modelos en unidades jerárquicas. El paquete es la unidad genérica de organización para los modelos. Los paquetes especiales incluyen a los modelos y a los subsistemas. La vista de gestión del modelo cruza las otras vistas y las organiza para el trabajo de desarrollo y el control de configuración" (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999b: 21).

En esta aplicación se aplican las diferentes vistas que se consideran adecuadas para el diseño de la aplicación.

2.11.1.1 LA VISTA ESTÁTICA

“La vista estática es la base de UML, captura la estructura del objeto. Un sistema orientado a objetos unifica la estructura de datos y características del comportamiento en una sola estructura de objeto.

Describe entidades de comportamiento como elementos de modelado discretos, pero no contiene los detalles de su comportamiento dinámico. Los trata como elementos para ser nombrados, poseídos por las clases, e invocados. La vista estática tiene como elementos clave a los clasificadores y sus relaciones.” (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999c: 37).

- **CLASIFICADORES**

“Un clasificador es un concepto discreto en el modelo, que tiene identidad, estado, comportamiento y las relaciones. Las clases de clasificadores incluyen la clase, la interfaz y los tipos de datos” (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999d: 38).

- **ASOCIACIONES**

Una asociación “describe conexiones discretas entre objetos u otras instancias de un sistema. Una asociación relaciona una lista ordenada (tupla) de dos o más clasificadores, con las repeticiones permitidas. El tipo más común de asociación es una asociación binaria entre un par de clasificadores. Una instancia de una asociación es un enlace. Un enlace abarca una tupla (una lista ordenada) de objetos, cada uno dibujado a partir de su clase correspondiente. Un enlace binario abarca un par de objetos. Las asociaciones llevan la información sobre relaciones entre objetos en un sistema” (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999e: 42). Una asociación binaria es una línea o una trayectoria que conecta las clases que participan. El nombre de asociación se pone a lo largo de la línea, con el nombre de rol y la multiplicidad en cada extremo.

- **AGREGACIÓN Y COMPOSICIÓN**

Una agregación se define como “una asociación que representa una relación todo parte". De igual manera se puede describir a una composición como "una forma más fuerte de asociación, en la cual el compuesto es el responsable único de gestionar sus partes.” (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999f: 44).

Conocer estas definiciones permite representar en un diagrama de clases los componentes y comportamiento del proceso, en este caso permite hacer un esbozo de los elementos representados en clases, el funcionamiento de la comunicación PIC- PC para adquirir señales y representarlos de manera gráfica.

- **GENERALIZACIÓN**

La generalización es definida como “una relación taxonómica entre una descripción más general y una descripción más específica, que se construye sobre ella y la extiende. La descripción más específica es completamente consistente con la más general (tiene todas sus propiedades, miembros y relaciones), y puede contener información adicional. La descripción más general se llama padre; un elemento en la clausura transitiva es un antecesor La descripción más especifica se llama hijo; un elemento en la clausura transitiva es un descendiente. Se dibuja como una flecha desde hijo al padre, con un triángulo hueco en el extremo conectado con el padre. Varias relaciones de generalización se pueden dibujar como un árbol con una punta de flecha que se ramifica en varias líneas a los hijos.” (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999g: 45).

- **DIAGRAMA DE OBJETOS**

"Un diagrama de una instantánea es una imagen de un sistema, en un instante en el tiempo. Debido a que contiene imágenes de objetos, se llama diagrama de objetos. Puede ser útil como ejemplo del sistema, por ejemplo, ilustrar las estructuras de datos complicadas o mostrar el comportamiento con una secuencia de instantáneas en un cierto plazo." (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999h: 215).

De manera similar denota los diagramas que muestran los objetos y sus relaciones en un determinado instante de tiempo. Se puede considerar como un caso especial de diagrama de clases en el que se pueden mostrar tanto las clases como las instancias. A través de este diagrama es posible representar los componentes del desarrollo de la interfaz gráfica, para la adquisición de datos mediante la comunicación PIC-PC.

2.11.1.2 LA VISTA DE CASOS DE USO

"La vista de casos de uso captura el comportamiento de un sistema, de un subsistema, o de una clase, tal como se muestra a un usuario exterior. Reparte la funcionalidad del sistema en transacciones significativas para los actores-usuarios ideales de un sistema. Las piezas de funcionalidad interactiva se llaman casos de uso." (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999i: 55).

- **ACTOR**

"Un actor es una idealización de una persona externa, de un proceso, o de una cosa que interactúa con un sistema, un subsistema, o una clase. Un actor caracteriza las interacciones que los usuarios exteriores pueden tener con el sistema. En tiempo de ejecución, un usuario físico puede estar limitado a los actores múltiples dentro del sistema. Diferentes usuarios pueden estar ligados al mismo actor y por lo tanto pueden representar casos múltiples de la misma definición de actor. Cada actor participa en uno o más casos de uso." (Rumbaugh,

Jacobson, Booch, 1999j: 56).

- **CASO DE USO**

“Un caso de uso es una unidad coherente de funcionalidad, externamente visible, proporcionada por una unidad del sistema y expresada por secuencias de mensajes intercambiados por la unidad del sistema y uno o más actores. El propósito de un caso de uso es definir una pieza de comportamiento coherente, sin revelar la estructura interna del sistema.

La definición de un caso de uso incluye todo el comportamiento que implica: las líneas principales, las diferentes variaciones sobre el comportamiento normal, y todas las condiciones excepcionales, que pueden ocurrir; con tal comportamiento, junto con la respuesta deseada. Desde el punto de vista de los usuarios, éstas pueden ser situaciones anormales. Desde el punto de vista de los sistemas, son las variaciones adicionales que deben ser descritas y manejadas.

Un caso de uso se dibuja como una elipse con su nombre dentro o debajo de ella, se conecta por líneas con trazo continuo con los actores que se comunican con ella. Aunque cada instancia de un caso de uso es independiente, la descripción de un caso de uso se puede descomponer en factores de otros casos de uso más simples. Las relaciones de inclusión y extensión se dibujan como flechas de líneas discontinuas con la palabra clave «include» o «extend». La relación de inclusión apunta al caso de uso a ser incluido; la relación de extensión señala el caso de uso que se extenderá.” (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999k: 57).

Los actores identificados en este diseño son: usuario, Pc y PIC 16f877, para los cuales se describen diferentes casos de uso, los cuales permiten conocer el comportamiento de manera general del proceso de interacción del usuario con la interfaz gráfica, para adquirir datos mediante la comunicación PIC-PC.

2.11.1.3 LA VISTA DE INTERACCIÓN

"Los objetos obran recíprocamente para imp1ementar comportamiento. Esta interacción se puede describir de dos maneras complementarias, una de ellas se centra en los objetos individuales y la otra en una colección de objetos cooperantes. La vista de interacción proporciona una visión más integral del comportamiento de un sistema de objetos. Esta vista es modelada por colaboraciones" (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999l: 75). Para esto es necesario conocer la siguiente definición:

- **INTERACCIÓN**

"Una interacción es un conjunto de mensajes dentro de una colaboración que son intercambiados por roles de clasificador a través de roles de asociación. Cuando una colaboración existe en tiempo de ejecución, los objetos ligados a roles de clasificador intercambian instancias de mensajes a través de los enlaces ligados a los roles de asociación. Una interacción modela la ejecución de una operación, caso de uso, u otra entidad de comportamiento" (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999m: 76).

- **DIAGRAMA DE SECUENCIA**

"Un diagrama de secuencia representa una interacción como un gráfico bidimensional. La dimensión vertical es el eje de tiempo, que avanza hacia abajo de la página. La dimensión horizontal muestra los roles de clasificador que representan objetos individuales en la colaboración. Cada rol de clasificador se representa mediante una columna vertical-línea de vida. Durante el tiempo que existe un objeto, el rol se muestra por una línea discontinua. Durante el tiempo que dura una activación de un procedimiento en el objeto, la línea de vida se dibuja como una línea doble. Se muestra un mensaje como una flecha desde la línea de vida de un objeto a la del otro. Las flechas se organizan en el diagrama en orden cronológico hacia abajo" (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999n: 77).

Mediante el diagrama de secuencia es posible conocer la secuencia de pasos que se realiza en la comunicación del usuario con la interfaz gráfica en la adquisición de las señales a través del PIC, aquí se muestra el orden de las ocurrencias durante la ejecución de este proceso.

2.11.1.4 VISTAS FÍSICAS

"Gran parte de un modelo de un sistema se piensa para mostrar los aspectos lógicos y de diseño del sistema, independiente de su empaquetado final en un medio de implementación. Sin embargo, los aspectos de implementación son importantes para los propósitos de reutilización y del rendimiento. UML incluye dos tipos de vistas para representar unidades de implementación: la vista de implementación y la vista de despliegue.

La vista de imp1ementación muestra el empaquetado físico de las partes reuti1izab1es del sistema en unidades sustituib1es, llamadas componentes. Una vista de imp1ementación muestra la imp1ementación de los elementos del diseño (tales como clases) mediante componentes, así como sus interfaces y dependencias entre componentes. Los componentes son las piezas reutilizab1es de alto nivel a partir de las cuales se pueden construir los sistemas" (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999o: 83).

- **COMPONENTE**

"Un componente es una unidad física de imp1ementación con interfaces bien definidas pensada para ser utilizada como parte reemplazable de un sistema. Cada componente incorpora la imp1ementación de ciertas clases del diseño del sistema. Los componentes bien diseñados no dependen directamente de otros componentes sino de las interfaces que ofrecen los componentes. En ese caso, un componente en un sistema se puede sustituir por otro componente que ofrezca las interfaces apropiadas" (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999p: 83).

- **DIAGRAMA DE COMPONENTES**

"Un diagrama de componentes muestra dependencias entre los componentes. Cada componente ofrece algunas interfaces y utiliza otras. Si las dependencias entre componentes se hacen a través de interfaces, los componentes se pueden sustituir por otros componentes que realicen las mismas interfaces" (Rumbaugh, Jacobson, Booch, 1999q: 84).

Este diagrama es muy importante, porque muestra como los componentes definidos en el diseño de la aplicación, interactúan a través de las interfaces identificadas en el proceso de captura de datos por la interfaz gráfica mediante la comunicación con el microcontrolador.

La señal que se envía a través del microcontrolador es procesada y recepcionada por la computadora mediante el programa, el mismo que realiza la función de acondicionamiento de esa señal y luego de ser procesada, es posible monitorearla bajo el entorno de la interfaz.

CAPÍTULO III

MARCO REFERENCIAL

CAPÍTULO III

MARCO REFERENCIAL

ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE SEÑALES

El presente capítulo inicialmente está enfocado a la interpretación de los resultados obtenidos durante el diagnóstico del tema, los mimos dan respaldo a la presente investigación, además se describen y seleccionan principalmente, las características, elementos, funciones necesarias para el desarrollo del hardware para la adquisición de datos así como la selección de sensores adecuados.

Los sensores empleados en esta investigación, determinan los tipos de señales que son introducidos hacia el microcontrolador, para luego ser transmitidos hacia la computadora. Estas señales, como ya se mencionó anteriormente, son de tipo analógico y digital.

El acondicionamiento de las señales analógicas y digitales, permite tratar las mismas a través de la computadora y de esa manera lograr su manipulación mediante de un software adecuado. Sin embargo la realización de este proceso, habilita consecutivamente la fase de comunicación del microcontrolador con la computadora.

La comunicación PIC-PC, es un paso muy importante porque permite la transmisión de los datos de las diferentes señales que son captadas por diferentes sensores, esta comunicación es posible mediante el protocolo RS-232, logrando de esta manera la adquisición de datos.

3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

Actualmente es posible contar con herramientas informáticas aplicadas a la industria a través de sistemas SCADA, este tipo aplicaciones están enfocadas al uso de controladores de carácter industrial como son los PLCs, los cuales son controladores lógicos programables robustos, diseñados para el trabajo de campo, tal como se puede ver en la figura 3.1, los mismos que no son fácilmente accesibles económicamente por un usuario normal.

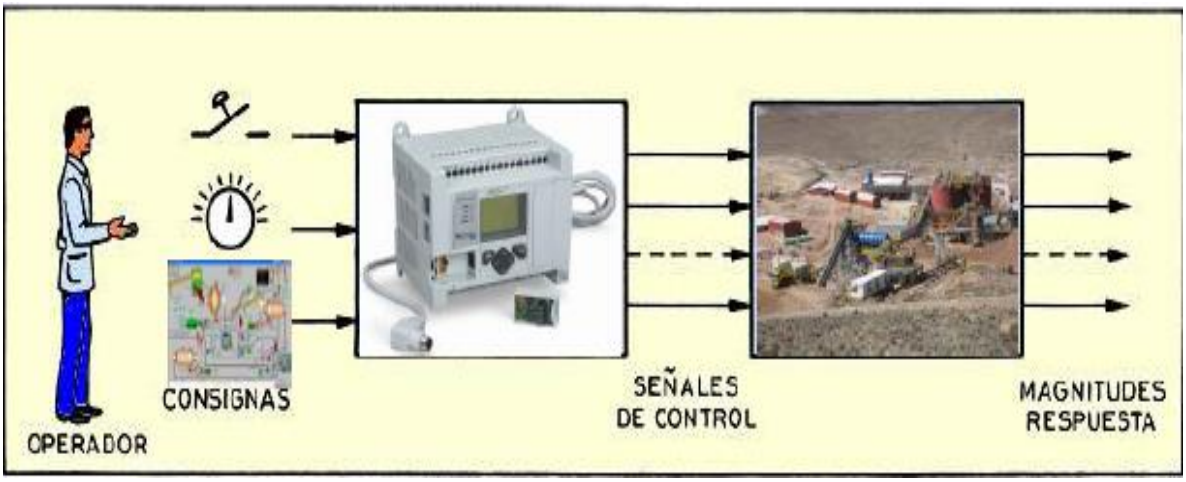


Figura 3.1 Sistema de control mediante PLCs

Fuente: Presentación "1a - Introducción PLC´s Sistemas de Control"

Sin embargo, existen otros procesadores, como son los microcontroladores, los cuales son fácilmente asequibles y de similar capacidad. Los sistemas de supervisión y control, a través de interfaces PIC-PC para la adquisición, registro y monitoreo de datos, son emprendimientos relativamente nuevos en su aplicación, este tipo de integrados muchas veces no son siempre usados en la industria, debido a la falta de difusión de los microcontroladores, sobre todo los de gama alta, los cuales presentan características similares a los PLCs.

Las dificultades que se identificaron en los sistemas de supervisión y control, a través de interfaces PIC-PC para la adquisición, registro y monitoreo de datos, son detallados a continuación:

- La falta de conocimiento de las diferentes funciones que tienen los microcontroladores en procesos industriales y domésticos.

- La necesidad de contar con un software capaz de realizar el control de procesos, empleando microcontroladores de diferentes gamas, es decir PICs con capacidades básicas e industriales.

- La necesidad de comunicación entre un PIC y una computadora a través de diferentes puertos y protocolos de comunicación.

Como solución a lo descrito anteriormente, y de acuerdo a los objetivos fijados para esta investigación, a continuación se describen las siguientes puntuaciones:

- Demostrar el funcionamiento del microcontrolador en aplicaciones sobre todo domésticas, debido al tipo de PIC utilizado, el cual es de gama media y es el 16f877.

- Realizar el diseño de interfaces gráficas que permitan la comunicación del microcontrolador con la computadora a través del puerto serial RS232, para la adquisición de diferentes tipos de señales, los cuales tengan que ser monitoreados y registrados.

Entonces, tomando en cuenta los factores mencionados, se considera emplear al PIC 16f877, el cual es un microcontrolador de gama media, que presenta las características necesarias para cumplir el propósito de adquisición de datos mediante la computadora y su posterior tratamiento a través de algoritmos adecuados. Para la adquisición de señales mediante la comunicación serial entre la computadora y el microcontrolador, es necesario montar un pequeño circuito de adaptación de las señales tratadas.

3.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL CUESTIONARIO REALIZADO A LOS PROFESIONALES ACERCA DE LA PROPUESTA

Para poder identificar los problemas y necesidades en el uso de interfaces desarrolladas para el control de diferentes tipos de controladores en especial del PIC 16f877, se ha aplicado un cuestionario a los profesionales dedicados a la automatización de procesos.

3.2.1 MUESTREO

El muestreo se realizó tomando como población enfocada para el diagnóstico exploratorio, a los profesionales dedicados a la automatización de procesos, los mismos que están entre egresados y titulados de la carrera de Ingeniería Electrónica, de esta se tomó una muestra de 20 personas elegidas según la teoría de muestreo, utilizando la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq}}$$

Donde:

n es el tamaño de la muestra: n = ?

Z es el nivel de confianza. Se considera un nivel de confianza del 70%, entonces considerando la proporción correspondiente sería Z = 0.70. Sin embargo empleando la función DISTR.NORM.ESTAND.INV() de Excel, se obtiene un valor para Z de 0.52

p es la variabilidad positiva; p = 50%, entonces p = 0.50

q es la variabilidad negativa; q = 50%, entonces p = 0.50

N es el tamaño de la población; N = 75, es decir que hay 75 profesionales dedicados a la automatización de procesos.

E es la precisión o el error, se considera un porcentaje de error del 5%, es decir E = 0.05

Entonces reemplazando los datos mencionados en la fórmula, se obtiene la siguiente muestra:
n = 19.87, la cual se redondea a n = 20, considerando entonces una muestra de 20 profesionales.

De la aplicación de la encuesta (Anexo 2: Guía Cuestionario), se tiene el siguiente análisis:

Iniciando con la pregunta 1 enfocada al conocimiento de algún tipo de software dedicado al desarrollo de interfaces Hombre-Máquinas, el 95% responde SI, y el 5% NO a dicho requerimiento.

Respecto a la pregunta 2, dependía de la afirmación de la 1, además que era abierta, entonces de acuerdo a la tabulación, el 53% de los profesionales maneja INTOCH, el 32% LABVIEW, un 5% FACTORY y el 10% que mencionan otros programas.

En la pregunta 3, respecto a la facilidad de acceso a los programas anteriormente mencionados, el 89% de los encuestados respondió que NO lo son, y 11% que SI.

Con respecto a interrogante número 4, el 89% indican que el controlador empleado para la interacción con el programa son los PLCs, el 11% los menciona a los Microcontroladores y el 0% a OTROS.

Tomando como controlador para la interactuar con el software al PIC, se cuestionó la posibilidad de contar con un programa que esté al alcance para la comunicación con el PIC, al cual el 89% de las personas contestaron que NO contaban con este y 11% respondieron que SI.

Para finalizar la encuesta, en la pregunta 6 del cuestionario, el 100% dieron su respaldo al tipo de software propuesto dedicado a la interactuación con el PIC en la automatización de procesos y el 0% para la opción de NO.

Según el objetivo planteado en esta investigación, se pudo establecer la necesidad de contar en este tipo de software, el cual pueda beneficiar a los usuarios que realizan la automatización de procesos y ofrecerlos incluyendo la monitorización y control a través de la computadora a sus clientes, mediante el tipo de propuesta que se presenta.

La realidad del entorno confirma a través de los resultados **(Anexo 3:** Presentación gráfica de resultados) la falta de una implementación que enmienden los problemas que los profesionales dedicados a la automatización de procesos se enfrentan al momento de realizar sus trabajos, además a través de esta encuesta se logró el apoyo, disponibilidad y además el respaldo necesario para considerarlo como un aporte significativo a la sociedad.

3.3 PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 ADQUISICIÓN DE DATOS A TRAVÉS DEL MICROCONTROLADOR

La adquisición de las diferentes señales que se manejan en esta propuesta, son posibles con el uso del microcontrolador. Para poder comprender mejor esta parte de la propuesta es necesario mostrar la siguiente figura:

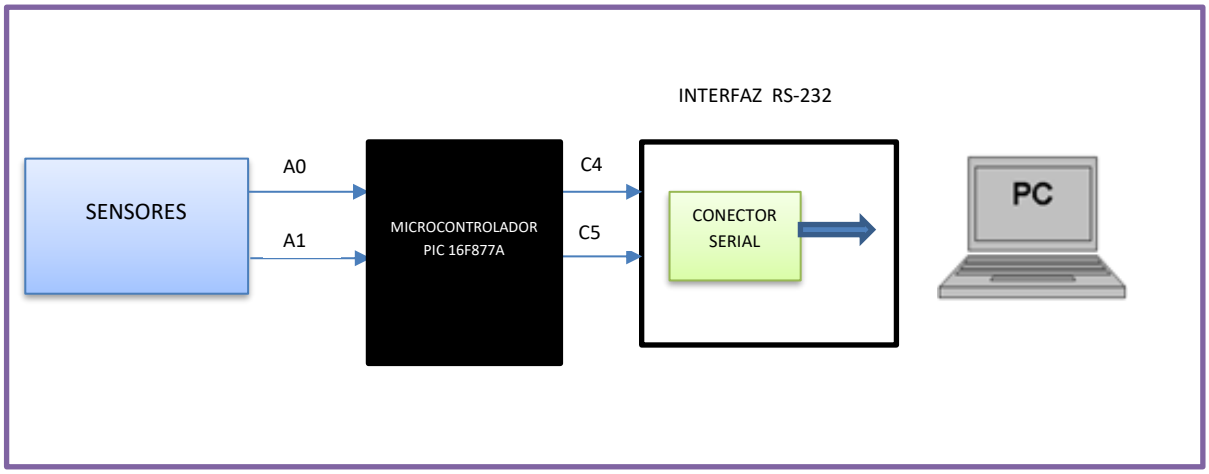


Figura 3.2. Diagrama de bloques Adquisición de Datos

Fuente: Diseño propio

Tal como se puede ver en la figura 3.2, esta etapa tiene el siguiente comportamiento: en un primer bloque, es necesario la intervención de sensores adecuados, que permitan capturar tanto las señales analógicas como las señales digitales, estas son introducidas hacia el microcontrolador, el cual mediante un software dedicado permite la adecuación de las señales mencionadas.

El microcontrolador necesita de una interfaz para establecer la comunicación con la PC, es por eso que, según el diagrama anteriormente mostrado, se establece el bloque interfaz RS-232 para lograr este propósito y así lograr la adquisición de datos de los sensores hacia la computadora.

A continuación, se presentan de manera general algunas de las características y funciones más sobresalientes de la fase de adquisición de datos.

- Especificaciones de las entradas analógicas.
- Número de canales.
- Velocidad máxima de muestreo.
- Resolución de los datos.
- Mecanismo de muestreo de las entradas analógicas.
- El bus de comunicación con la PC.
- El aislamiento eléctrico del dispositivo.
- Software controlador o driver para comunicarse con el equipo.

- **Especificaciones de las entradas analógicas.**

Las especificaciones de la entrada analógica, sirven para determinar la capacidad y precisión de los dispositivos de adquisición de datos. Las especificaciones más básicas son: el número de canales, la máxima velocidad de muestreo, la resolución y el rango de entrada.

  - **El número de canales.**

El número de canales analógicos de entrada se especifica en número de entradas diferenciales y entradas de Terminal sencilla. Las entradas de Terminal sencilla están referenciadas a una Terminal de tierra común. Normalmente en un PIC 16F877 se determina el siguiente número de canales:

Bits 5:3 **CHS2;CHS0:** Bits de selección de canal.

000 = Canal 0, (RA0/AN0).

001 = Canal 1, (RA1/AN1).

010 = Canal 2, (RA2/AN2).

011 = Canal 3, (RA3/AN3).

100 = Canal 4, (RA4/AN4).

101 = Canal 5, (RA5/AN5).

110 = Canal 6, (RA6/AN6).

111 = Canal 7, (RA7/AN7).

Siendo RAN/ANN, las patitas del microcontrolador disponibles para la entrada de señales analógicas.

- **Velocidad máxima de muestreo.**

La velocidad máxima de muestreo de un convertidor analógico/digital, determina la velocidad en que ocurren las conversiones. A mayores velocidades de muestreo, se adquieren más datos en un periodo de tiempo y por lo tanto se representa mejor la señal original.

El tiempo necesario para obtener el valor digital de la tensión analógica de entrada, depende de la fuente de reloj que se seleccione para la conversión. Para una correcta conversión A/D, el reloj debe seleccionarse para asegurar un tiempo T_{AD} de 1,6 µs.

Considerando los dos tiempos (de adquisición y de conversión) la secuencia completa de muestreo/retención y adquisición en los PICs de gama media como el PIC 16F87X, es necesario esperar un tiempo $2*T_{AD}$ antes de iniciar una nueva adquisición.

- **Resolución de datos.**

La resolución es el número de bits que el convertidor analógico/digital utiliza para representar la señal analógica. A mayores resoluciones, mejor será la detección en los cambios mínimos de voltaje de la señal.

Un PIC 16F877 tiene un número de bits de 10, por lo que su resolución es:

$$resolución = \frac{V_{IN}}{2^N - 1}$$

Siendo V_{IN} la tensión de entrada y N el número de bits del convertidor. Es decir, que para una tensión máxima de entrada (5V), la resolución es de 0.0048 V(4.8 mV).

- **Mecanismo de muestreo.**

Para configurar la etapa de adquisición de datos de múltiples canales, es importante no sólo considerar la máxima velocidad de muestreo y el número de canales, sino también el mecanismo de muestreo de los canales, ya que éste también determinará la velocidad de lectura de los canales de entrada y la precisión del dispositivo de adquisición de datos. En términos generales, se pueden identificar tres mecanismos para el muestreo de los canales analógicos: multiplexado simultáneo de muestreo y retención, simultáneo con múltiples convertidores de señal analógica/digital.

– **Aislamiento eléctrico del dispositivo.**

En muchas aplicaciones industriales donde se miden señales de voltaje, corriente, temperatura, presión, tensión y flujo, es común encontrar elementos que pueden dañar los sistemas de medición y perjudicar las mediciones como voltajes peligrosos, señales transitorias, voltajes de modo común y referencias a tierra fluctuantes. Para solucionar o prevenir estos problemas, los sistemas de medición para aplicaciones industriales deben contar con aislamiento eléctrico. El aislamiento separa eléctricamente las señales del sensor, que puedan estar expuestas a voltajes peligrosos, el plano del sistema de medición. De esta forma, el aislamiento protege contra todas las situaciones mencionadas: protege al equipo de medición, al usuario y los datos contra picos de voltaje; mejora la inmunidad al ruido; remueve los diferentes lazos de tierra y rechaza el voltaje de modo común.

- **Bus de comunicación con la PC.**

El propósito principal de un bus de comunicación es enviar comandos y datos entre el dispositivo de medición y una unidad central, como una PC, o entre diferentes dispositivos, como tarjetas insertables. Hoy en día, existe una gran variedad de buses de comunicación disponibles para dispositivos de adquisición de datos, en ese sentido por las ventajas que ofrece el puerto serial, se emplea la comunicación serial RS232.

- **Software controlador o driver para comunicarse con el equipo.**

El driver es la capa de software que permite la comunicación con el hardware desde el software de aplicación en la PC. El controlador permite al usuario indicar al hardware de adquisición de datos cuáles son los parámetros bajo los cuales debe operar (como el rango o la velocidad de muestreo) además de indicarle las operaciones que debe realizar (configurar la memoria de entrada, leer uno o múltiples canales, etc.).

3.3.2 COMUNICACIÓN PIC-PC

Para establecer la comunicación del microcontrolador con la PC, es necesario tener bien en claro las características específicas del microcontrolador a usar. Se sabe que el microcontrolador es un computador dedicado, en su memoria reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada; sus líneas de entrada/salida soportan la conexión de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar y todos los recursos complementarios disponibles tienen como única finalidad atender sus requerimientos. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente sirve para trabajar la tarea asignada para esta propuesta.

Además del PIC, es necesario establecer la interfaz de comunicación con la PC, en este caso es imprescindible conocer las especificaciones técnicas de RS-232(ver anexo 4), para poder utilizarlo en el establecimiento de la comunicación.

Para la comunicación del microcontrolador PIC16F877A con la computadora a través del puerto serial, es necesario tener en cuenta los niveles lógicos que utiliza el puerto serial de una computadora, los cuales son distintos a los niveles lógicos que maneja un microcontrolador. Por tanto, surge un problema de comunicación, pero para subsanar esto, se utiliza una interface de comunicación que es el MAX232, este integrado soluciona los problemas de los niveles lógicos, entonces la comunicación se realiza en ambas direcciones, es decir se envían y reciben datos binarios entre el microcontrolador y la computadora. La siguiente figura, muestra el circuito simulado del establecimiento de la comunicación PIC-PC.

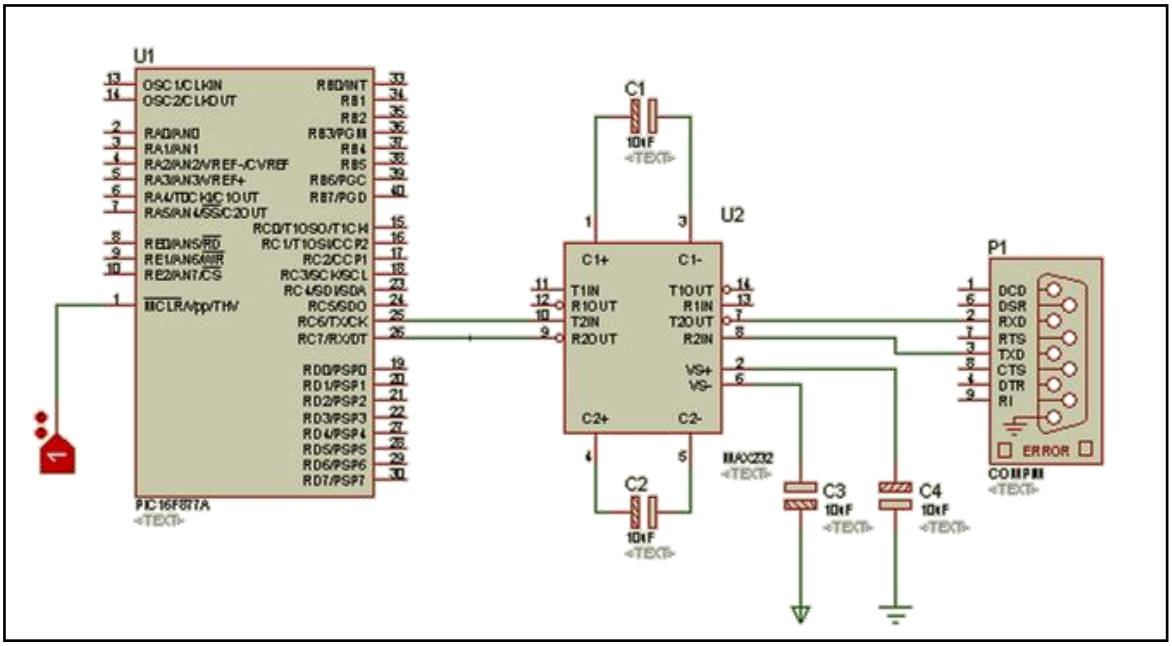


Figura 3.3. Circuito de Comunicación PIC16F877 – PC vía RS232
Fuente: Elaboración propia mediante simulador PROTEUS

El diseño de la anterior figura fue realizado en el programa electrónico denominado PROTEUS.

Para la elaboración del diseño del circuito para la comunicación del microcontrolador con la computadora, es necesario el empleo de diferentes componentes electrónicos, los cuales deben ser correctamente ubicados para el establecimiento de esta parte de la investigación. A continuación se desglosará los mismos en la siguiente tabla:

COMPONENTE	VALOR
MICROCONTROLADOR(U1)	16F877A
INTEGRADO(U2)	MAX232
C1(CAPACITOR)	10µF
C2	10 µF
C3	10 µF
C4	10 µF
INTERFAZ(P1)	RS232

Tabla 3.1 Lista de componentes empleados en el diseño del circuito

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 ACONDICIONAMIENTO DE LAS SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES

Una vez establecido la comunicación del PIC con la PC, es necesario describir la forma en que los datos recibidos a partir de ese enlace se adecuan una vez que están en la computadora. Como las señales introducidas pasan inicialmente por el microcontrolador, estas son tratadas a través de su conversor Análogo/Digital, es decir, que si a través de los sensores se han capturado señales analógicas, estas son digitalizadas gracias a este conversor que cuenta el microcontrolador.

Sin embargo, la señal digitalizada por el PIC, pasa a la computadora con datos no congruentes con la señal ingresada, por eso, una vez que el dato está en la computadora, es necesario acondicionarla mediante un escalamiento de esos datos para su posterior visualización, registro y control de esas señales.

Normalmente una señal digitalizada está representada entre valores de, 0 a 1024 en decimal, 0 a FF en hexadecimal o 0000000000 a 1111111111 en binario, entonces es necesario realizar una adecuación de esos datos, para que puedan ser tratados con los mismos valores que ingresaron al controlador. En ese sentido, a continuación se muestra el diagrama de flujo del algoritmo que realizará el acondicionamiento de estas señales:

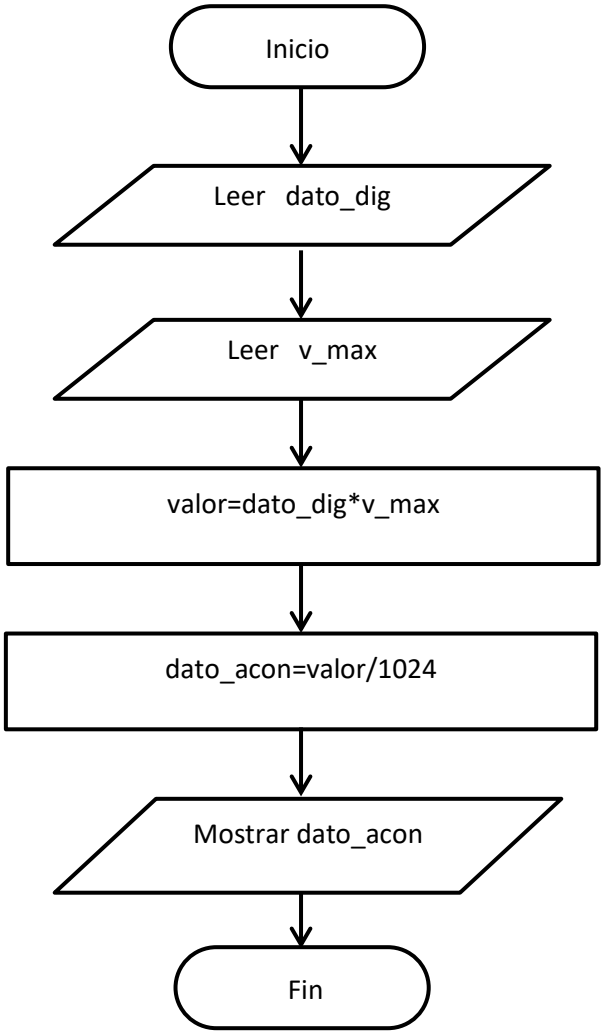


Figura 3.4 Diagrama de flujo general acondicionamiento de la señal

Fuente: Diseño propio

3.3.3.1 ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL ANALÓGICA PARA LA TEMPERATURA

El acondicionamiento de la señal como es la temperatura, necesita la aplicación de algunas conversiones y adecuaciones, debido al tipo de magnitud que tiene este. Es por eso, que además de aplicar el algoritmo anteriormente mostrado, es necesario realizar algunos procesos que permiten que el dato introducido a través del microcontrolador, pueda verse en la computadora de manera similar y sin alteraciones producto de la digitalización de esta señal.

3.3.4 DISEÑO DE LA INTERFAZ PARA LA ADQUISICIÓN, REGISTRO Y MONITOREO DE DATOS

Para cumplir con el propósito del diseño de interfaces para la adquisición, registro y monitoreo de datos mediante la comunicación PIC-PC, es necesario describirlo a través de un flujograma, el cual refleje los pasos que se siguen para el desarrollo de establecer la comunicación, acondicionamiento y visualización de los datos en la computadora. Para esto, a continuación se muestra el diagrama de flujo general de la propuesta:

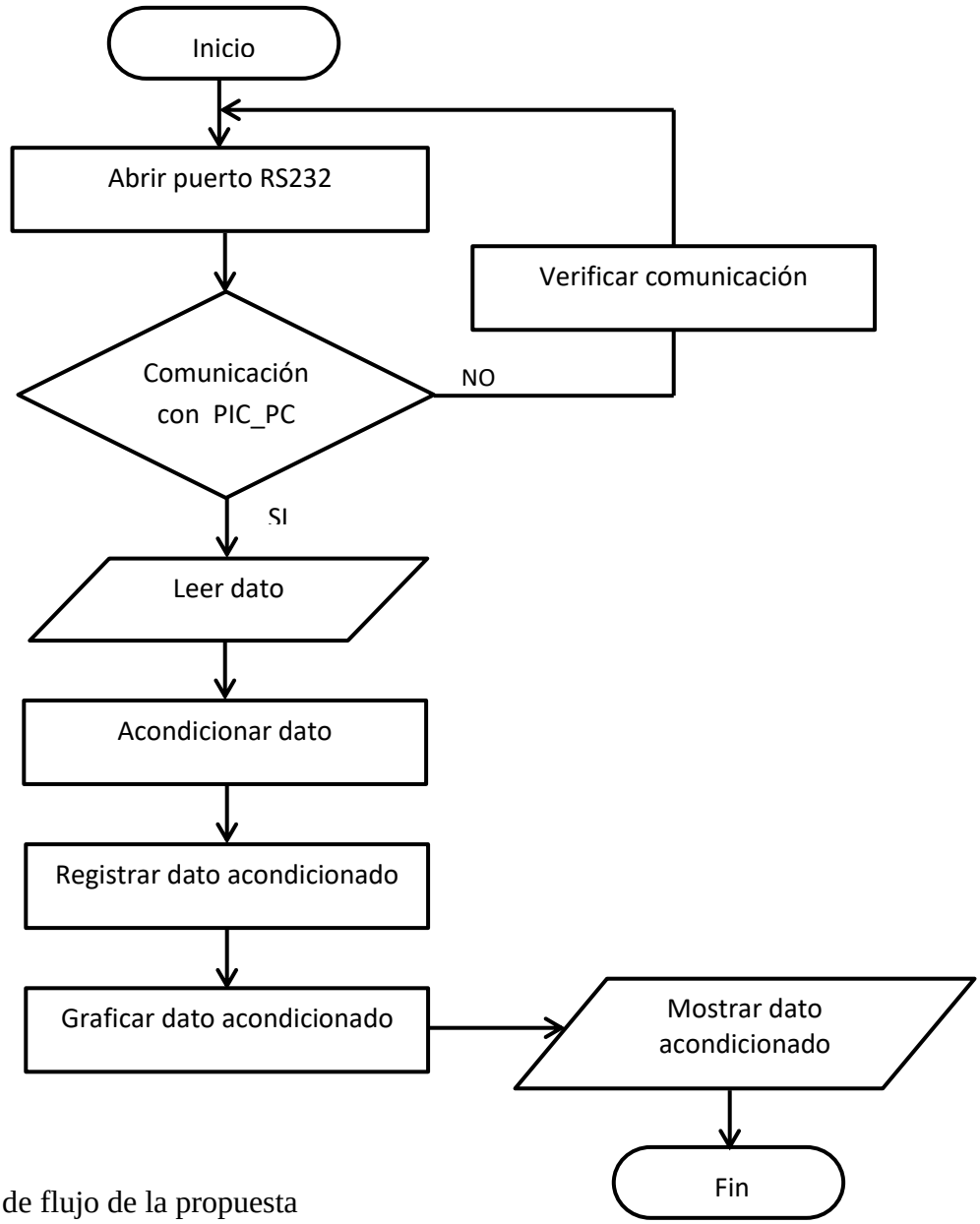


Figura 3.5 Diagrama de flujo de la propuesta

Fuente: Diseño propio

3.3.5 DISEÑO DE LA PROPUESTA

3.3.5.1 DIAGRAMA DE CLASES INTERFAZ PIC-PC

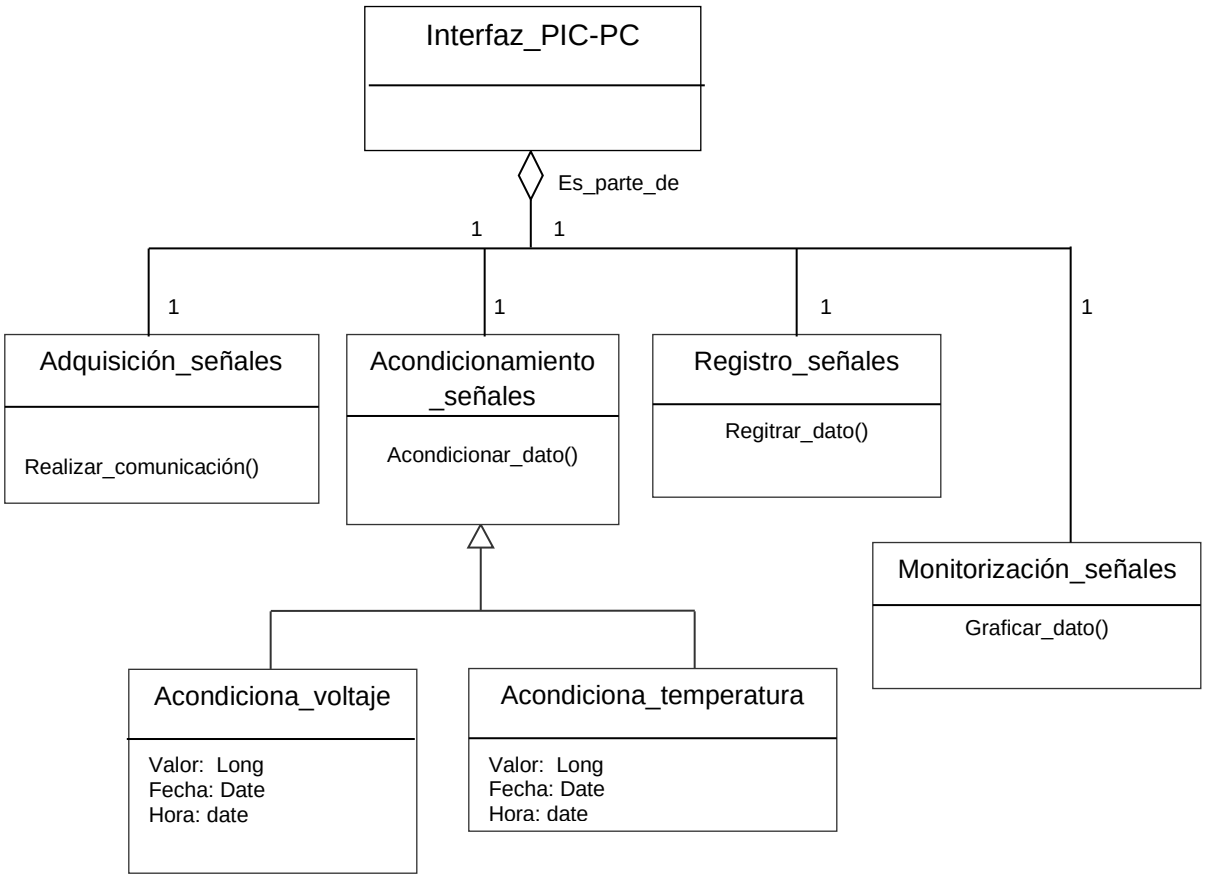


Figura 3.6 Diagrama de Clases Interfaz PIC-PC

Fuente: Diseño propio

3.3.5.2 VISTA DE CASOS DE USO

3.3.5.2.1 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

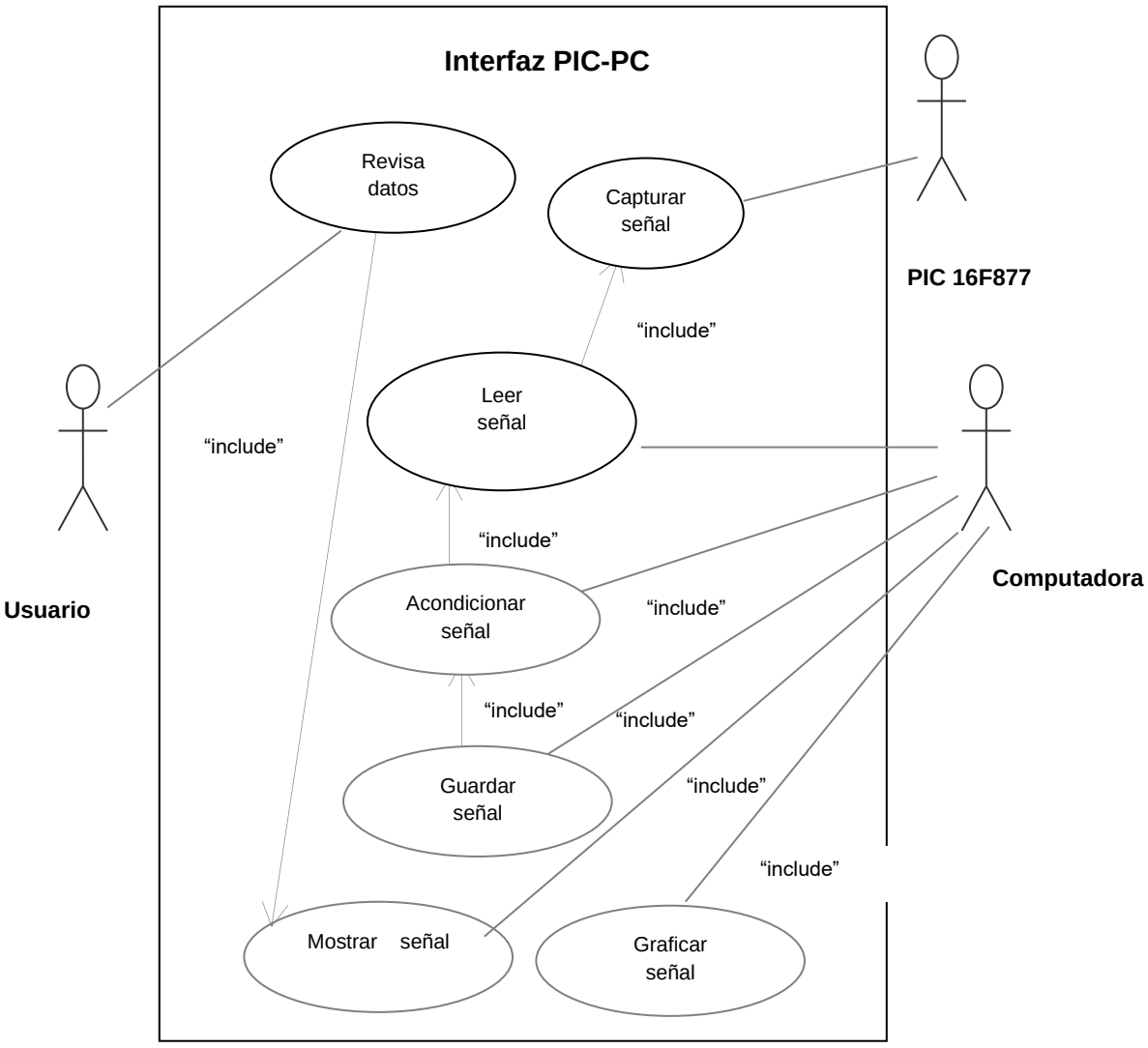


Figura 3.7 Diagrama de Casos de Uso del "Interfaz PIC-PC".
Fuente: Diseño propio

Los dos diagramas mostrados, permiten conocer de manera más específica al trabajo de investigación, aplicado en una interfaz, que permita la adquisición, registro y monitoreo de los datos que son capturados por el microcontrolador y enviadas hacia la computadora. En el diagrama de clases, se refleja a la clase Interfaz PIC-PC, de las cuales son parte de ella: las clases de adquisición, acondicionamiento, registro y monitoreo de los datos.

La clase acondicionamiento-señales puede ser de dos clases, uno para acondicionar voltaje y el otro para acondicionar la señal de la temperatura, los mismos que cuentan con sus respectivos atributos.

Así también, los casos de uso y los actores interactúan con la interfaz, cumpliendo cada uno sus roles respectivos en el diagrama de casos de uso PIC-PC. Cabe hacer notar que en este caso, se cuentan con tres actores que son: usuario, PIC 16F877 y Computadora.

3.3.5.3 VISTA DE INTERACCIÓN

3.3.5.3.1 DIAGRAMA DE SECUENCIA

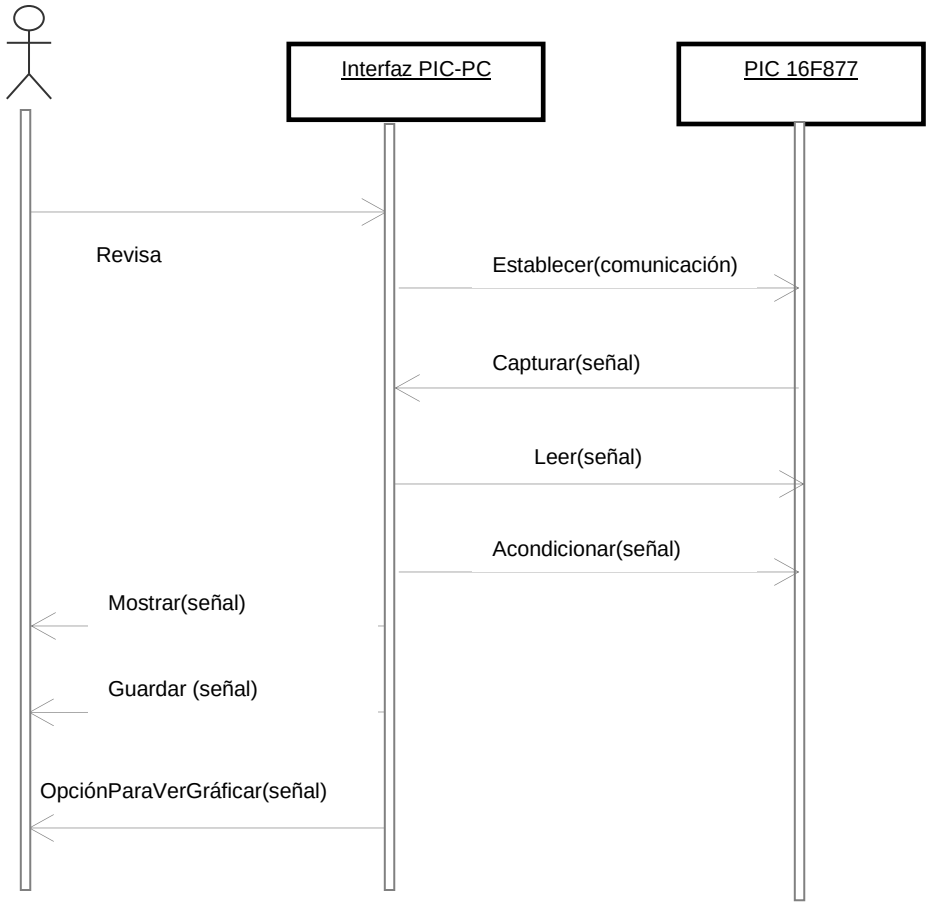


Figura 3.8 Diagrama de Secuencia del “Interfaz PIC-PC”.

Fuente: Diseño propio

De manera similar los siguientes diagramas: de interacción y de componentes, están relacionados a la etapa de implementación de la investigación, en los cuales se describe en primer lugar, a la interacción de la interfaz con el usuario, luego es posible modelar los componentes de la aplicación que son: INTERFAZ PIC-PC(Nombre asignado a la aplicación) y PIC 16F877.

3.3.5.4 VISTA FÍSICA

3.3.5.4.1 DIAGRAMA DE COMPONENTES

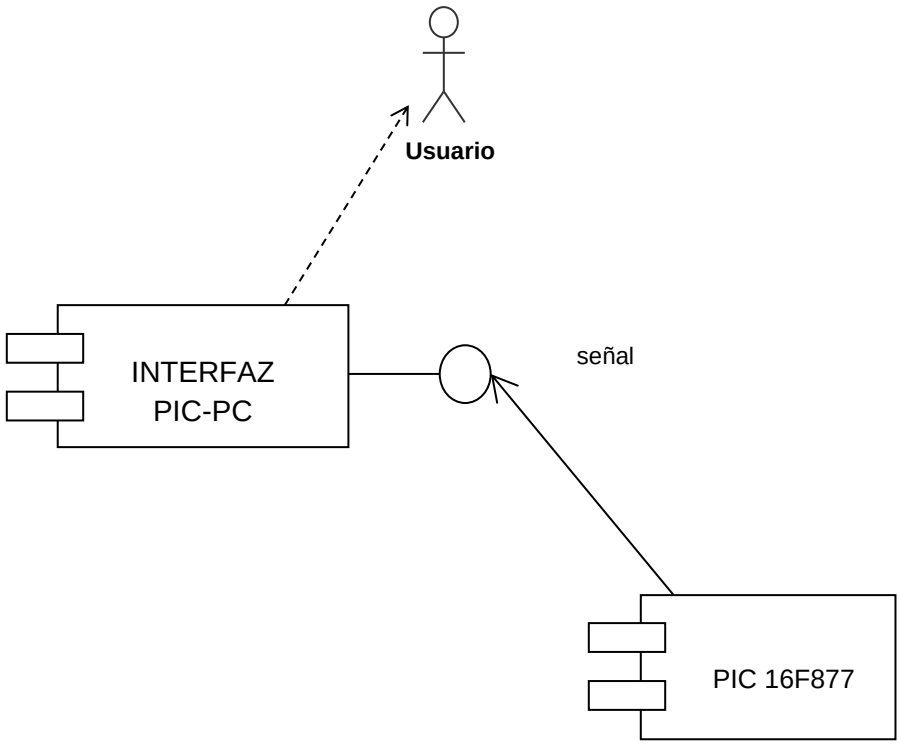


Figura 3.9 Diagrama de Componentes de “Interfaz PIC-PC”.
Fuente: Diseño propio

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA PROPUESTA

4.1 RESULTADOS A NIVEL HARDWARE Y SOFTWARE

De acuerdo a los objetivos planteados en esta investigación, fue posible desarrollar las etapas con las que cuenta la aplicación de la propuesta, es decir: la parte de hardware y la de software.

La parte de hardware consta del diseño de un pequeño circuito electrónico, el cual básicamente tiene como cerebro al microcontrolador 16f877. A través de este dispositivo electrónico, es posible recibir las señales analógicas enviadas por los respectivos sensores, como salida del PIC se obtiene una señal digitalizada para su posterior adecuación. Además del microcontrolador, el circuito cuenta con el respectivo medio de comunicación como es el RS-232, mediante el cual se realiza la transmisión de los datos enviados por el PIC hacia la Pc.

Con el empleo de simuladores electrónicos como PROTEUS, es posible realizar la simulación del circuito electrónico, el mismo que ayuda a verificar el funcionamiento correcto del circuito. Entonces, tras la ejecución de esta aplicación, es posible mostrar la siguiente imagen, la cual muestra el envío de señales de voltaje visualizados en una pantalla lcd y el hyperterminal de la computadora.

En la pantalla lcd, es posible ver el valor de la entrada del voltaje analógico y su respectivo dato digitalizado representado como ADC. Mientras que en pantalla del virtual terminal solo es posible ver la señal de voltaje introducido hacia el microcontrolador. Los valores visualizados en ambas pantallas son mostrados constantemente.

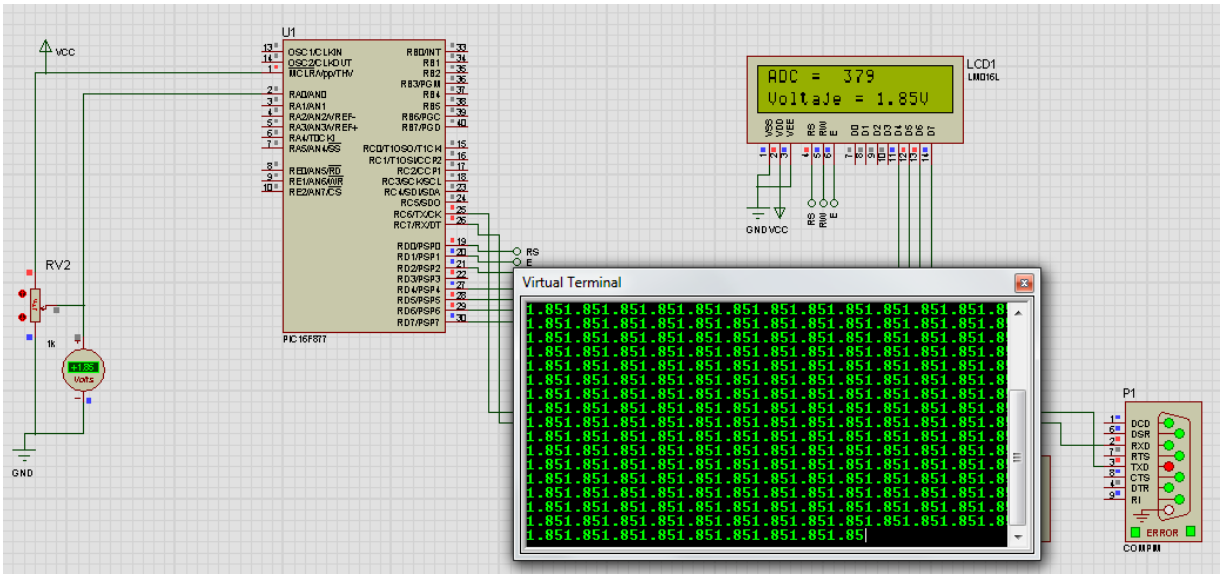


Figura 4.1 Imagen de la simulación del circuito electrónico.
Fuente: Realización propia

La siguiente etapa, es la de software, la cual corresponde a la elaboración de la propuesta en sí. Los datos enviados por la parte electrónica son recibidos en la computadora a través de una aplicación, este caso, mediante la implementación de la interfaz PIC-PC para la adquisición, registro y monitoreo de datos.

El desarrollo de la aplicación, fue realizado en el lenguaje de programación visual C#, el cual permitió cumplir las metas trazadas por las herramientas que posee para la implementación de la interfaz gráfica. Mediante esta aplicación es posible adquirir la señal enviada por el PIC, luego la adecuación a través de algoritmos que permiten recepcionar la señal con el mismo valor que se envió.

La adquisición de las señales por la computadora, es realizada mediante la interfaz gráfica, a través de la cual se realiza el monitoreo de los datos en línea, mediante la gráfica

constante de la señal que es enviada por el microcontrolador. A continuación se muestran las imágenes de la monitorización en línea de la adquisición de la señal de voltaje.

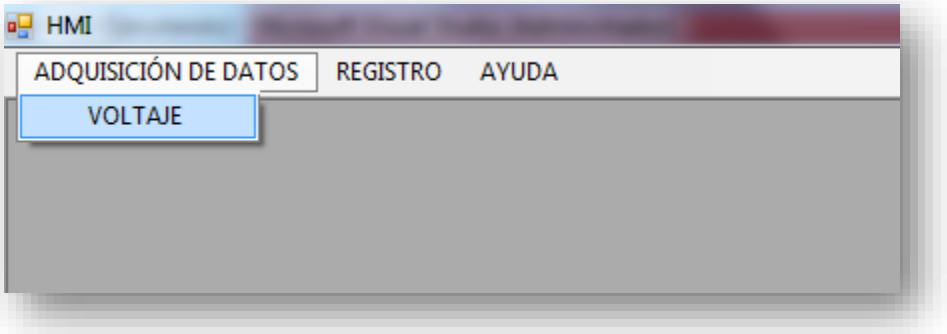


Figura 4.2 Imagen del menú de la aplicación.
Fuente: Realización propia

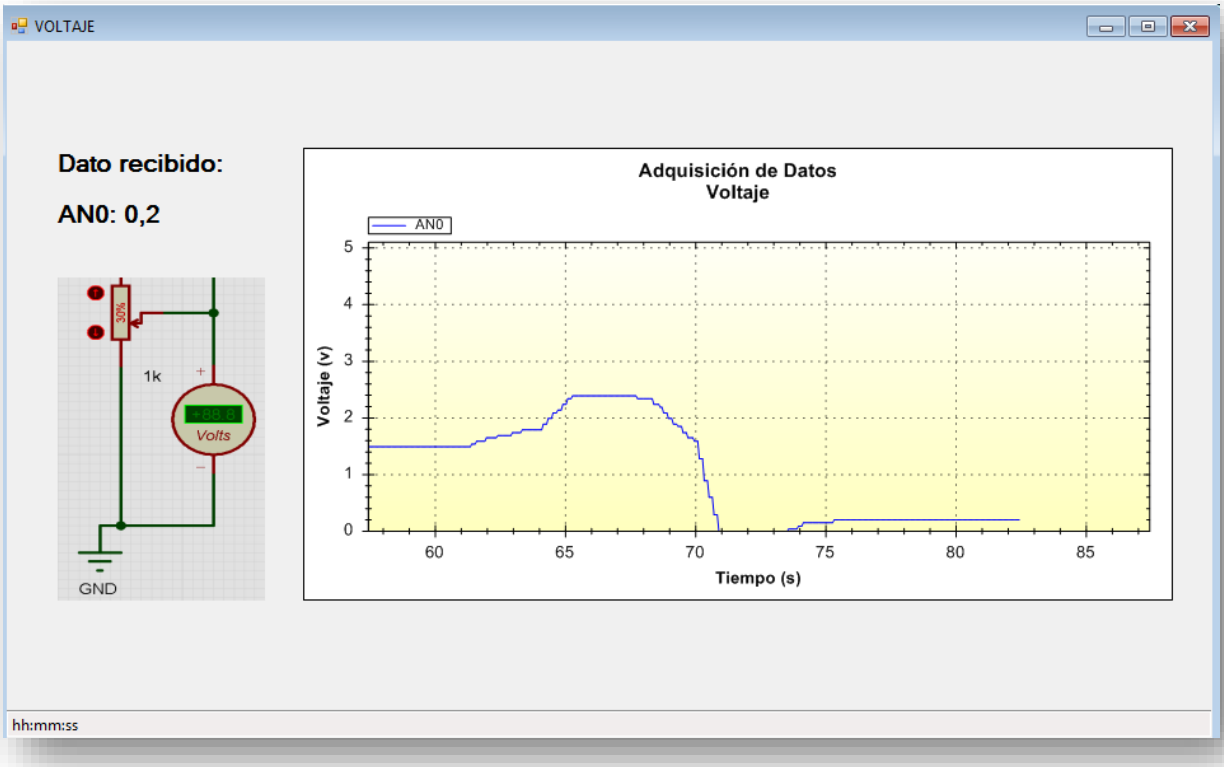


Figura 4.3 Imagen de la adquisición del voltaje
Fuente: Realización propia

En las figuras anteriores, es posible observar inicialmente el acceso al menú adquisición de datos, luego de elegir el voltaje, aparece la ventana de monitorización en línea de manera gráfica y textual, de la señal de voltaje introducida mediante el microcontrolador.

El monitoreo de la señal es realizado en línea y de forma constante, de modo que es necesario desarrollar el registro y reporte de todos los datos que llegan a la computadora. La aplicación permite tener un registro de todos los datos que son capturados a través de la interfaz gráfica, este reporte, posibilita ver el comportamiento que tuvo la señal a lo largo del tiempo, entonces se desarrolló la siguiente interfaz, la cual permite visualizar dicho comportamiento en diferentes fechas que el usuario puede elegir.



Figura 4.4 Imagen menú Registro, Reporte
Fuente: Realización propia

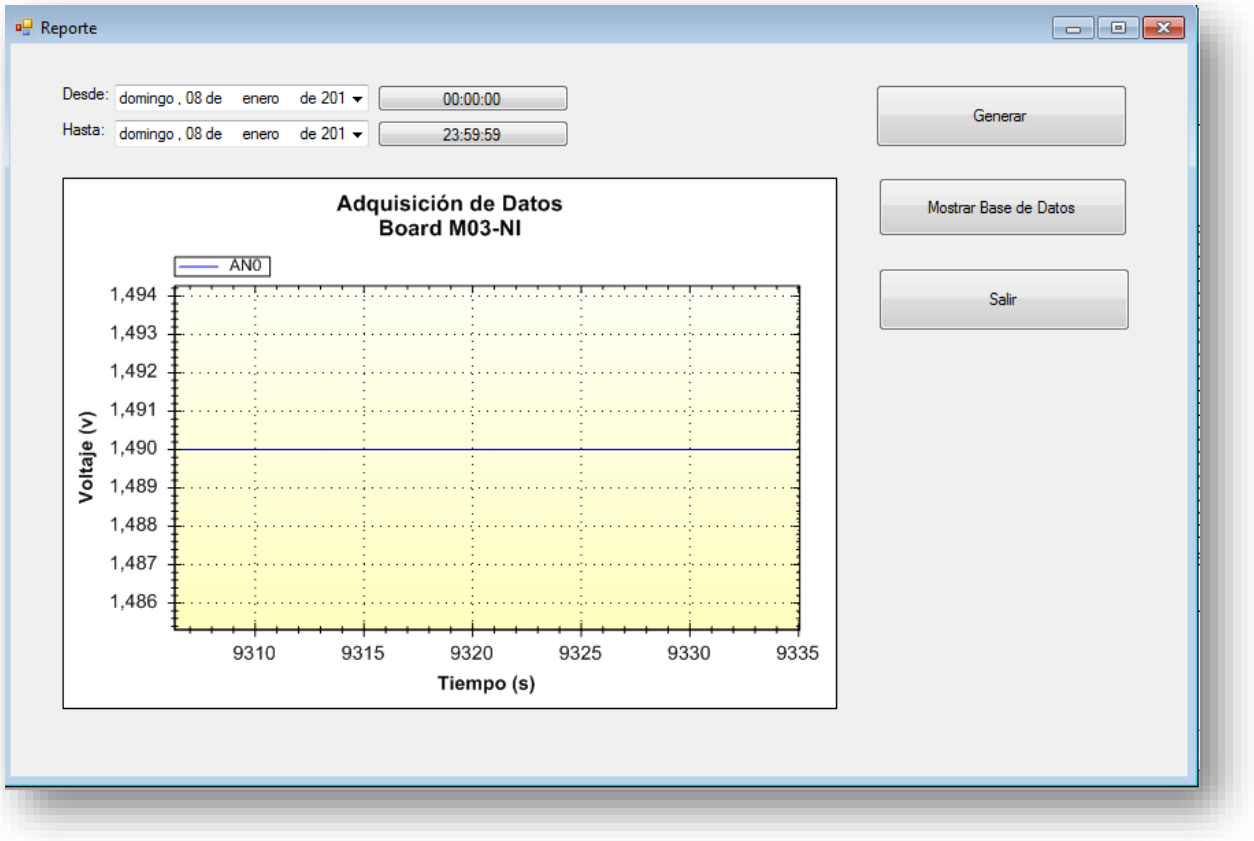


Figura 4.5 Imagen del reporte de la señal de voltaje
Fuente: Realización propia

Los resultados obtenidos tras la ejecución del reporte, permiten visualizar de manera general, la gráfica de comportamiento que tuvo la señal en es transcurso de tiempo, tal como se mostró en la anterior gráfica, los datos mostrados son obtenidos de la base de datos que cuenta la aplicación.

El registro de la llegada de los datos se realiza en línea, es decir, dato que es adquirido, dato que es registrado en la base de datos de la aplicación, de manera que es posible la consulta de esos datos en cualquier momento. A continuación se muestra la pantalla donde también se puede ver los datos que se registraron en la base de datos reflejados en una tabla.

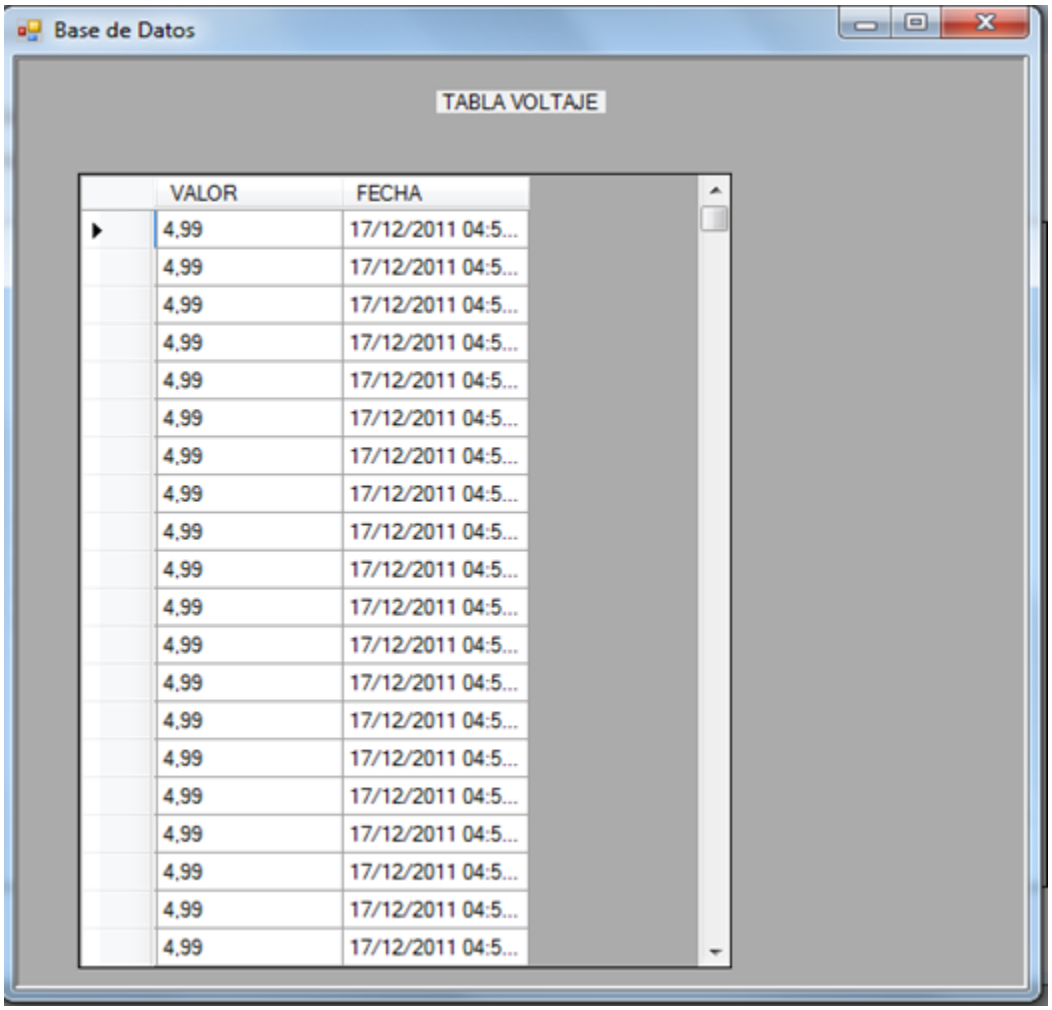


Figura 4.6 Imagen de la base de datos de la aplicación, tabla voltaje
Fuente: Realización propia

Para el registro de los datos adquiridos por la interfaz gráfica, se empleó SQL Server 2008, el cual se consideró adecuado para la versión de Visual Studio empleado en el desarrollo de la propuesta.

Por consiguiente, los resultados que se obtuvieron fueron óptimos y de acuerdo a lo planteado en los objetivos de la parte introductoria de la investigación, a través de las imágenes mostradas anteriormente es posible evidenciar el funcionamiento correcto del software que realiza la comunicación con el hardware anteriormente explicado.

CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El desarrollo de la investigación permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- Se cumplió con el objetivo de desarrollar el diseño de interfaces gráficas PIC-PC para la adquisición, registro y monitoreo de datos, a través de sus canales de entrada, de diferentes señales analógicas y/o discretas, a través de la aplicación de los conocimientos teóricos y prácticos.

- Fue posible manipular señales analógicas y discretas, a través de sensores para demostrar la adquisición de datos.

- Se pudo realizar el envío de información adquirida desde el circuito electrónico a través de un puerto adecuado hacia a la computadora, mediante el diseño y el empleo de un simulador de circuitos electrónicos, como es PROTEUS.

- Se logró utilizar el lenguaje de programación Visual Studio C# para recolectar y analizar los datos enviados por el PIC, registrar, interpretar y graficar la información recibida.

- Se desarrolló la base de datos de la aplicación, para manejar los respectivos datos y cálculos que se hallen inmersos en la adecuación de los datos.

- Los resultados hallados fueron satisfactorios y de acuerdo a los parámetros establecidos en esta investigación.

- El tipo de comunicación establecida con la computadora y el microcontrolador 16f877, es realizado en ambos sentidos, es decir que se puede enviar y recibir datos pero no al mismo.

- La monitorización de las señales a través de la interfaz gráfica es posible mediante el puerto RS232, sin embargo este está limitado a realizar una conexión local.

- El acondicionamiento de las señales enviadas por el microcontrolador, requiere de la aplicación de algoritmos especificados para tipo de señal.

RECOMENDACIONES

Conforme al empleo de la aplicación y las nuevas tendencias a seguir con este tipo de trabajo, se tiene las siguientes:

- El uso de esta aplicación, está orientado a todo tipo usuarios tanto domésticos como industriales.

- Actualmente con la evolución de la tecnología dedicada a los microcontroladores, ya se están dedicando a fabricar PICs que establecen su comunicación a través de Ethernet, con estas virtudes será posible la monitorización de forma remota de los diferentes tipos de procesos.

- Si se quiere lograr la comunicación de forma remota entre la computadora y el PIC, será necesario utilizar otro tipo de puertos y protocolos, adecuados para ese tipo de aplicación.

- El desarrollo de la investigación servirá como base para futuras investigaciones relacionadas a este tipo de tarea. Además es posible actualizarla y mejorarla mediante otros métodos, dispositivos y estrategias.

- La presente investigación pretende difundir el empleo del microcontrolador en el control de procesos industriales y domésticos, debido al fácil acceso que se tiene a este tipo de integrados, por ello se recomienda el empleo de los microcontroladores en sus diferentes gamas.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMÉSTEGUI MORENO, M. Control, Regulación y Automatización Industrial. Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, 2002.

2. ARCHER, T. C# a fondo. Primera Edición. España: McGraw-Hill, 2001.

3. AYALA, ROBALINO, Implementación del interfaz humano máquina para el Laboratorio CIM, mediante el FACTORY SUITE A. Ecuador. 2007. Disponible en: http://www3.espe.edu.ec:8700/bitstream/21000/182/1/T-ESPE-014594.pdf

4. DELANEY K. A fondo Microsoft SQL Server 2000. España: Ed. Mcgraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U., 2001.

5. ESCALERA, S. Manual de Tesis de Grado para Ciencias y Tecnología. Tercera Edición. Cochabamba-Bolivia: 1994.

6. GÓMEZ, G.E. Interfaces Físicas y Medios de Transmisión. Disponible en: http://www. mediost.com/RS232_V35.pdf

7. HAWRYSZKIEWYCZ I. T. Análisis y diseño de Bases de Datos. Segunda Edición. México: Editorial LIMUSA S.A. Grupo Noriega Editores, 1994.

8. MÉNDEZ, C. E. Metodología Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación. Tercera Edición. Colombia: Mc Graw Hill, 1995.

9. MIRAYA, F. Conversores D/A Y A/D. Segunda Edición. Argentina, 2004.

10. NISE, N. S. Sistemas de Control para Ingeniería. Primera Edición. México: Compañía Editorial Continental, 2002.

11. PALACIOS, REMIRO y LOPEZ, Microcontrolador PIC 16F84. 2da Edición. México: Alfaomega Grupo Editor, 2006.

12. PALLAS, R. Sensores y Acondicionadores de Señal. 3ra Edición. México: Alfaomega-marcombo, 2001.

13. REYES. Sensores y Actuadores. Ingeniería de Sistemas y Automática. Disponible en: http://Upload.Wikimedia.Org/Wikipedia/Tema7.pdf, (24-05-11).

14. ROMAGOSA J, GALLEGO D y PACHECO R. Sistemas SCADA, España 2004.

15. RUMBAUGH, JACOBSON y BOOCH. El Lenguaje Unificado de Modelado, Manual de Referencia. Primera Edición. España: Addison Wesley, 1999.

16. TORRES T. Miguel, Microcontroladores Pic, consultado en: http://web.ing.puc.cl/~mtorrest/downloads/pic/tutorial_pic.pdf(14-05-11).

17. VIGNOLO B. J. Introducción al Procesamiento Digital de señales. Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso, 2008.

18. Sistema de Adquisición de Datos de Sensores Analógicos y Digitales [en línea]. [fecha de consulta: 18 Octubre 2011]. Disponible en:

http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=sistemadquisicion.pdf&aq=f&aqi=&aql=&oq

19. Lexicón disponible en: http://elies.rediris.es/elies9/4-2.3.htm

ANEXOS

ANEXO 1

VARIABLES E INDICADORES: OPERATIVIZACIÓN

VARAIBLES	INDICADORES: OPERACIONALIZACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Adquisición de señales a través del microcontrolador	• Capacidad del microcontrolador • Dimensionamiento de los sensores adecuados • Capacidad de establecer la comunicación de la PC con la computadora. • Tipo de puerto seleccionado para la comunicación • Tipo de señales adquiridas	• Experimentación • Experimentación • Experimentación • Experimentación • Experimentación
Interfaces gráficas para el registro y monitoreo de datos en la Computadora.	• Necesidad de contar con el diseño de software adecuado para tratar estas señales. • Conocimiento de programas dedicados al control y monitoreo de procesos. • Facilidad de acceso a los programas que conocen los usuarios • Conocimiento de software dedicado al control de procesos usando PICs	• Cuestionario • Cuestionario • Cuestionario • Cuestionario

ANEXO 2

GUÍA CUESTIONARIO

UNIVERSIDAD PRIVADA DOMINGO SAVIO
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

Encuesta para conocer los aspectos primordiales en la falta de software dedicado a la automatización de procesos empleando un microcontrolador

N° de Boleta.....

Nombres y Apellidos: .....

Ocupación: .....

- Responda a las siguientes interrogantes subrayando o encerrándolo en un círculo

1. ¿Conoce algún tipo de software dedicado al desarrollo de interfaces Hombre-Máquina?

   SI **NO**

   Si contestó SI, pase a la pregunta 2, sino continúe con la pregunta 6

2. ¿Podría mencionar algunos de esos programas?

   .....

3. ¿Los programas que utilizan son fáciles de acceder?

   SI **NO**

4. ¿Qué tipo de controlador es empleado en la interacción con el programa?

   PLC **Microcontrolador** **Otros**

5. Considerando como controlador al PIC, ¿Es posible contar con software suficiente y al alcance para la interacción con este dispositivo?

   SI **NO**

6. ¿Quisiera contar con software o programa que permita la interactuación con los microcontroladores en la automatización de procesos?

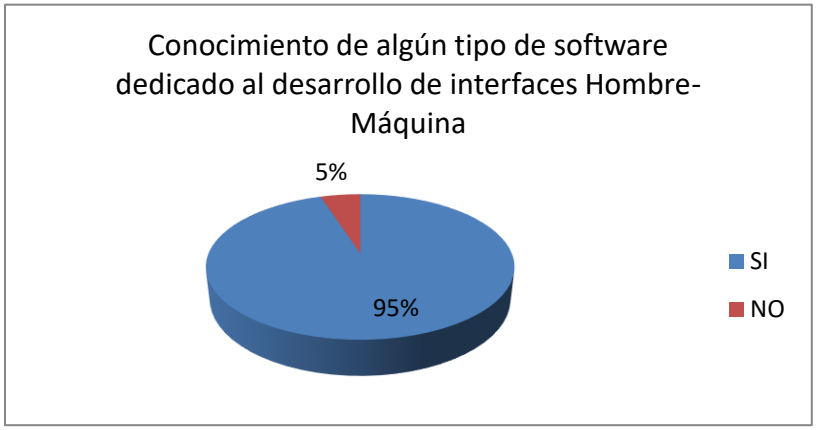
   SI **NO**

ANEXO 3

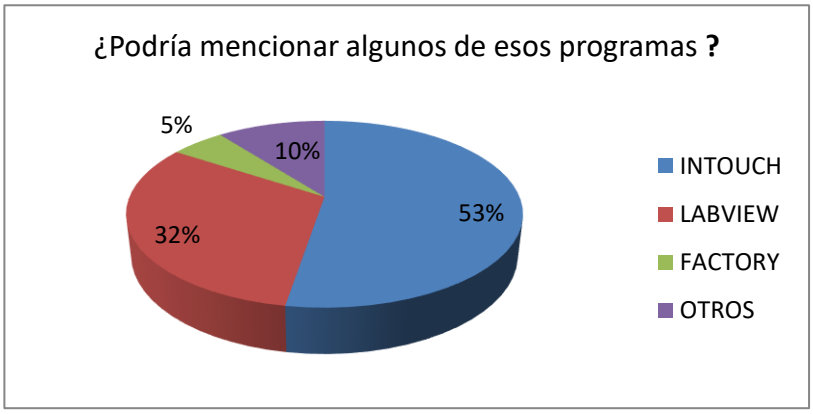
PRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Los gráficos están desglosados según el número de pregunta del cuestionario.

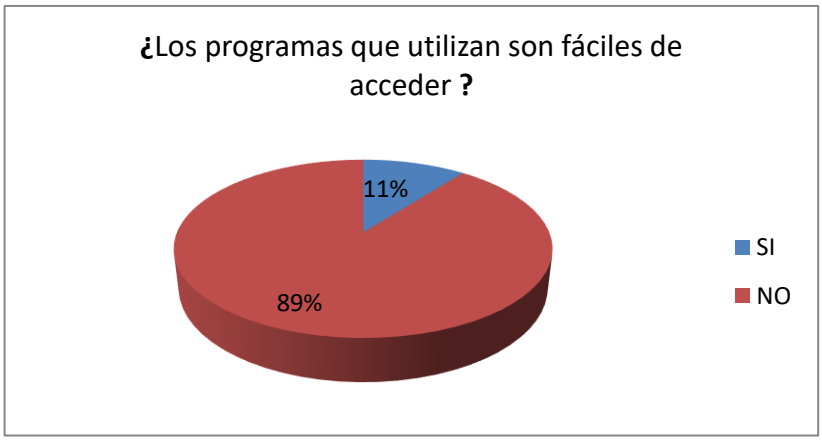
1.



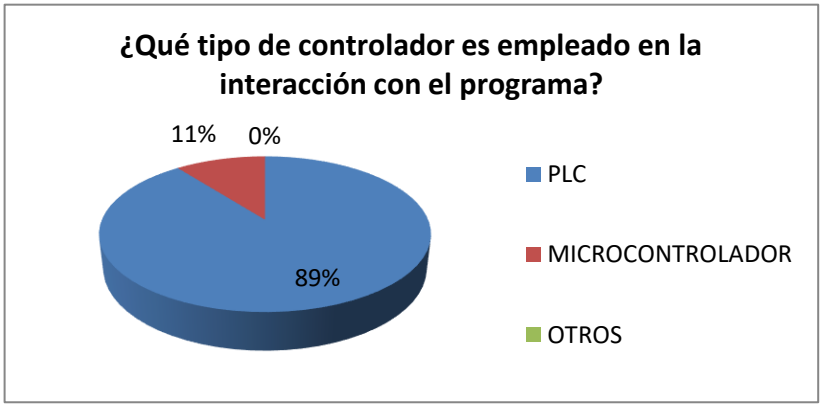
2.



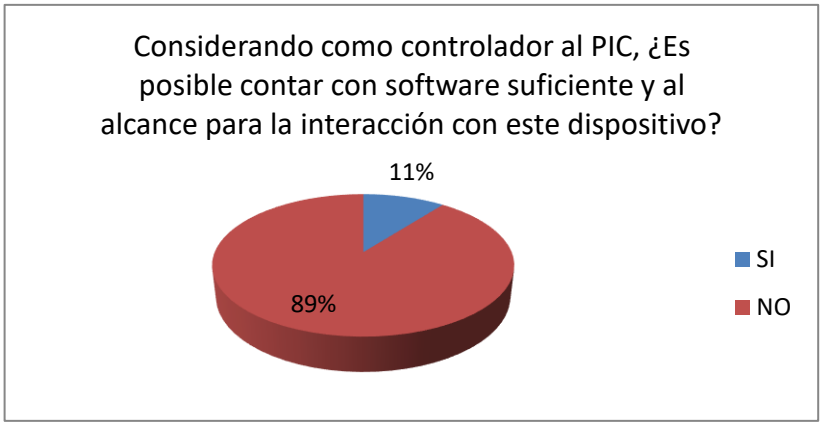
3.


¿Los programas que utilizan son fáciles de acceder ?
11%
89%
SI
NO

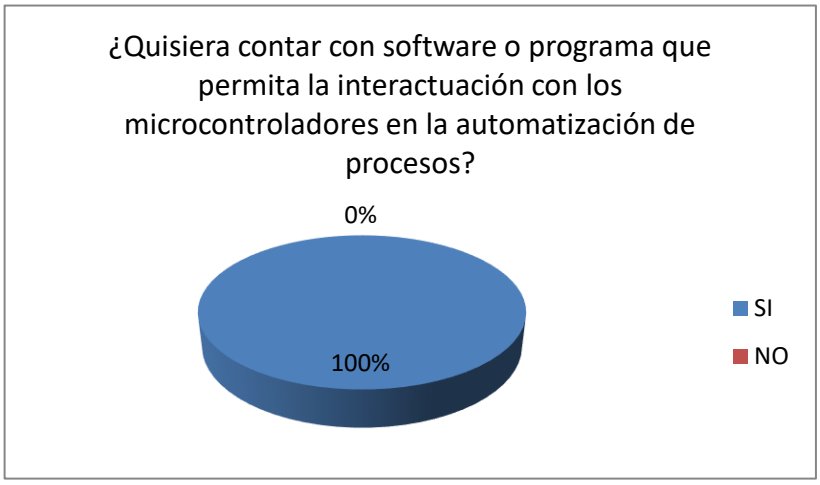
4.


¿Qué tipo de controlador es empleado en la interacción con el programa?
11%
0%
89%
PLC
MICROCONTROLADOR
OTROS

5.


Considerando como controlador al PIC, ¿Es posible contar con software suficiente y al alcance para la interacción con este dispositivo?
11%
89%
SI
NO

6.


¿Quisiera contar con software o programa que permita la interactuación con los microcontroladores en la automatización de procesos?
0%
100%
SI
NO

ANEXO 4

Especificaciones RS232

SPECIFICATIONS		RS232	RS423
Mode of Operation		SINGLE -ENDED	SINGLE -ENDED
Total Number of Drivers and Receivers on One Line		1 DRIVER 1 RECVR	1 DRIVER 10 RECVR
Maximum Cable Length		50 FT.	4000 FT.
Maximum Data Rate		20kb/s	100kb/s
Maximum Driver Output Voltage		+/-25V	+/-6V
Driver Output Signal Level (Loaded Min.)	**Loaded**	+/-5V to +/-15V	+/-3.6V
Driver Output Signal Level (Unloaded Max)	**Unloaded**	+/-25V	+/-6V
Driver Load Impedance (Ohms)		3k to 7k	>=450
Max. Driver Current in High Z State	**Power On**	N/A	N/A
Max. Driver Current in High Z State	**Power Off**	+/-6mA @ +/-2v	+/-100uA
Slew Rate (Max.)		30V/uS	Adjustable
Receiver Input Voltage Range		+/-15V	+/-12V
Receiver Input Sensitivity		+/-3V	+/-200mV
Receiver Input Resistance (Ohms)		3k to 7k	4k min.