



**UNIVERSIDAD DEL MAR
CAMPUS PUERTO ESCONDIDO**

**SISTEMA REMOTO PARA MONITOREO DE VARIABLES
FÍSICAS EN AMBIENTES CONTROLADOS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INFORMÁTICA**

**PRESENTA
ROLANDO PEDRO GABRIEL**

**DIRECTOR DE TESIS
M. EN C. CHRISTIAN AYALA ESQUIVEL**

PUERTO ESCONDIDO, OAXACA

2012



Universidad del Mar

Puerto Escondido ~ Puerto Angel ~ Huatulco

O A X A C A

Puerto Escondido, Oax., abril de 2012

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de realizar una revisión detallada de la Tesis titulada “**Sistema remoto para monitoreo de variables físicas en ambientes controlados**”, presentada por el pasante de la Licenciatura en Informática **Rolando Pedro Gabriel**, se considera que cumple con los requisitos y la calidad necesarios para ser defendida en el examen profesional.

COMISIÓN REVISORA


M. en C. **Christian Ayala Esquivel**
Universidad del Mar
Campus Puerto Escondido
Director de tesis


I.S.C. **Saúl Gómez Carreto**
Universidad del Mar
Campus Puerto Escondido
Revisor


M. en C. **Manuel Alejandro Valdés Marrero**
Universidad del Mar
Campus Puerto Escondido
Revisor


M. en C. **Jorge Ochoa Somuano**
Universidad del Mar
Campus Puerto Escondido
Revisor


M. en C. **José Francisco Delgado Orta**
Universidad del Mar
Campus Puerto Escondido
Revisor



Universidad del Mar

Puerto Escondido ~ Puerto Ángel ~ Huatulco

O A X A C A

Vice-Rectoría Académica
Jefatura de Carrera de Informática

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

Puerto Escondido, Oax., a 18 de septiembre de 2012

Rolando Pedro Gabriel

Egresado de la Licenciatura en Informática

Universidad del Mar campus Puerto Escondido

Después de haber atendido las indicaciones sugeridas por la Comisión Revisora en relación a su trabajo de tesis cuyo título es: "**Sistema remoto para monitoreo de variables físicas en ambientes controlados**", me es grato comunicarle que conforme a los lineamientos establecidos para la obtención del Título de Licenciado en Informática en esta Universidad, se le concede la autorización para que proceda con la impresión de su tesis.

Para los datos de clasificación de la tesis, el año de impresión deberá indicar **2012** y el número de tesis será el **No. 12**.

ATENTAMENTE

MARE NOSTRUM VERITABILE FACIENDUM

JEFE DE CARRERA DE INFORMÁTICA

M.T.I. JUAN CARLOS GARCÍA VILLEDA



c.f.p. M. en C. Gerardo Esteban Leyte Morales. Vice-Rector Académico. Para su conocimiento
Ing. Ruth Cruz Ríos. Jefa del Departamento de Servicios Escolares. Mismo fin
Archivo

Dedicatoria

*Con todo mi amor a **Dios** que ha depositado en mí el don de vivir y brindarme las fortalezas para suplir las adversidades, aprovechar los momentos oportunos para continuar en la trayectoria de mi vida con fe y esperanza.*

*Con todo mi amor y cariño a mis adorables padres **Simeón** y **Eulalia** que con la contribución de sus consejos y el bello conocimiento que me han brindado en el seno familiar, postergando una vida plena y sin preocupaciones con el fin de difundir una educación sustancial y depositando en mí una infalible fe hasta llegar a la culminación del éxito.*

*Con todo cariño a mis hermanos: **Manuela, Miguel, Clementina, Crispín, Lucio, Estela, María, Cipriano, Irineo, Cirenio, Froilán** y **Celso**, que junto con sus esfuerzos han contribuido en este proyecto.*

Con cariño y entusiasmo a todos mis sobrinos por todos los momentos tan bellos e inolvidables que hemos compartido.

Y a todos mis amigos que con sus ánimos provocan un aliento de prosperidad, además de compartir tantos momentos agradables.

Agradecimientos

Quiero agradecer en especial a mis padres por el apoyo y motivación que han inspirado en mí para emprender una trayectoria dentro del amplio campo de la educación.

Quiero agradecer sinceramente a mis hermanos por el apoyo incondicional que han aportado durante mi estancia en la universidad, en la elaboración de este proyecto de tesis y en la trayectoria de mi vida.

Al M. en C. Christian Ayala Esquivel que como director de este proyecto de tesis me ha ayudado a obtener un conocimiento más en el aprendizaje y mantener una buena amistad.

Al Ing. Saúl Gómez Carreto, M. en C. Jorge Ochoa Somuano y M. en C. Francisco Delgado Orta que me enseñaron a entender y comprender lo bueno y lo malo en el área profesional.

Al M. en C. Manuel A. Valdés Marrero por su apoyo y sugerencias para la revisión de este trabajo.

A la Universidad de Mar y a mis profesores por el apoyo y conocimiento que de ellos recibí.

Resumen

La implementación de sistemas de monitoreo ha abarcado diversas áreas de aplicación en la industria, agricultura, minería y sobre todo en las áreas de investigación, facilitando los procesos de medición para obtener una mayor precisión en los resultados e interactuar con el comportamiento de los procesos en tiempo real. La importancia de estos sistemas radica en la creación de nuevas técnicas y herramientas para aumentar la calidad en los resultados y reducir tiempo y costo.

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar e implementar un sistema de monitoreo de variables físicas, específicamente temperatura y humedad, para la caracterización en campo o laboratorios controlados con la finalidad de establecer una medición automatizada sobre la variable a medir. Este sistema fue desarrollado en Java, estableciendo una conexión a una base de datos implementada en MySQL. En este proyecto se utilizaron los siguientes componentes electrónicos, un sensor de temperatura LM35, un sensor de humedad HIH - 4000, un convertidor analógico – digital ADC0808CCN de 8 bits y un oscilador NE555, estos instrumentos electrónicos realizan el proceso de adquisición de datos para ser transmitidos a la computadora a través del puerto paralelo utilizando un conector DB – 25 macho. Para realizar el muestreo, por ejemplo de la temperatura, se deberá colocar el sensor LM35 con las características que se especificarán más adelante y asimismo con el sensor de humedad.

El desarrollo de este trabajo representa la facilidad de realizar muestreos de forma automática, programando el muestreo en un tiempo y una fecha determinada, asimismo, se puede realizar el muestreo de forma manual indicando el tiempo de inicio y final de muestreo. Toda la información obtenida en el proceso de medición se almacena en una base de datos, también se cuenta con la opción de exportar los datos en archivos con extensión CSV para su ejecución en herramientas de Microsoft, tales como Excel, Word o Bloc de Notas, y además permite exportar el comportamiento gráfico de muestreo a través de imágenes PNG.

Abstract

The implementation of monitoring systems has encompassed diverse areas of application in industry, agriculture, mining, and especially in research areas, facilitating the measurement processes by obtaining a better accuracy in the results and interacting with the behavior of real-time processes. The importance of these systems is the creation of new techniques and tools to increase quality on results and reduce time and costs.

The present work aims to develop and implement a monitoring system of physical variables, namely temperature and humidity, to the characterization in the field or laboratory controlled in order to establish an automated measurement on the variable being measured. This system was developed in Java, establishing a connection to a database implemented in MySQL. This project used the following electronic components, a LM35 temperature sensor, a humidity sensor HIH - 4000, an analog to digital converter ADC0808CCN 8-bit and a NE555 oscillator, these electronic circuits make the process of data acquisition to be transmitted to the computer through the parallel port using a DB - 25 male. For sampling temperature for example, temperature sensor LM35 should be placed with the characteristics specified later and also with the humidity sensor.

The development of this work is the ease of making samples automatically by programming the sampling time and a date. Sampling also can be performed manually by indicating the start and end time of sampling. All information obtained in the measurement process is stored in a database, it also has the option to export data in CSV files to run on Microsoft tools such as Excel, Word or Notepad, and also allows you to export the graphic behavior sampling through PNG images.

CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS.....	v
LISTADO DE TABLAS	ix
LISTADO DE ECUACIONES	xi
LISTADO DE CÓDIGO FUENTE.....	xiii
GLOSARIO DE TÉRMINOS	xv
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES	5
2.1. Estado del arte y trabajos relacionados.....	5
2.2. Justificación.....	10
2.3. Planteamiento del problema	10
2.4. Objetivos.....	12
2.5. Alcances y límites del estudio	12
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO	15
3.1. Sistema de adquisición de datos analógicos y digitales	15
3.2. Señales analógicas o continuas.....	17
3.3. Señales digitales	19
3.4. Convertidores	19
3.5. Sensores	22
3.6. Sensor de temperatura	25
3.7. Sensor de humedad.....	27
3.8. Circuito integrado NE555.....	29
3.9. Lenguaje de programación Java	30

3.10. Componentes de Java	31
3.11. Manejo de procesos en Java	33
3.12. MySQL	34
3.13. Comunicación de datos vía puerto paralelo.....	35
CAPÍTULO 4. DESARROLLO DEL TEMA.....	39
4.1. Estructura de la adquisición de datos	39
4.2. Lenguaje de programación, sistema operativo Windows y base de datos.....	40
4.3. Proceso de adquisición de datos	41
4.4. Programación del puerto paralelo.....	43
4.5. Resolución del ADC0808CCN.....	49
4.6. Salida digital del ADC0808CCN	49
4.7. Exportar datos en archivo CSV	50
4.8. Diseño del circuito de monitoreo.....	51
4.9. Características de los sensores.....	56
4.10. Diseño de la base de datos.....	56
4.11. Diagrama de clases	58
4.12. Implementación del código fuente	60
4.13. Pruebas del sistema.....	64
4.14. Muestreo de temperatura con el sensor LM35	65
4.15. Muestreo de humedad con el sensor HIH-4000	71
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS .	77
ANEXO A. COMPONENTES ELECTRÓNICOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD.....	81
ANEXO B. MANUAL DE USUARIO.....	85
B.1. Visualización del sistema en general	86
B.2. Administración de la base de datos.....	87
B.3. Importar o realizar un muestreo.....	88

B.4. Configuración del muestreo	89
B.5. Configuración de la fecha y hora de muestreo.....	91
B.6. Configuración de la velocidad de muestreo.....	93
B.7. Seleccionar la fecha	94
B.8. Visualización del comportamiento gráfico	94
B.9. Visualización de los datos de muestreo	95
B.10. Almacenamiento de datos	97
B.11. Visualización de los datos de muestreo de la base de datos o de un archivo con extensión CSV	97
B.12. Apertura de archivos con extensión CSV	99
B.13. Visualización de la información del sistema de monitoreo	99
ANEXO C. HOJAS DE DATOS	101
ANEXO D. INSTALACIÓN DE MYSQL	111
D.1. Instalación del manejador de base de datos MySQL.....	111
D.2. Instalación del entorno gráfico de MySQL	118
ANEXO E. RESTAURACIÓN Y RESPALDO DE LA BASE DE DATOS.....	123
E.1. Restauración de la base de datos.....	123
E.2. Copia de seguridad de la base de datos.....	126
ANEXO F. HERRAMIENTAS COMPLEMENTARIAS DEL SISTEMA	129
F.1. Enlaces de descargas	129
F.2. Agregar librerías JFreechart, Conector-Mysql y JCalendar	131
ANEXO G. CONTENIDO DEL CD.....	135
REFERENCIAS	139

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3.1. Elementos de un sistema de adquisición de datos digital.	17
Figura 3.2. Señal analógica.	18
Figura 3.3. Señal digital.....	19
Figura 3.4. Los convertidores ADC y DAC permiten conectar una computadora con el mundo analógico.	20
Figura 3.5. Tipos de ADC.	20
Figura 3.6. Diagrama de un convertidor ADC.	21
Figura 3.7. Convertidor analógico – digital ADC0808CCN.....	22
Figura 3.8. Características sensoriales del hombre.....	23
Figura 3.9. Sensor de temperatura LM35.....	27
Figura 3.10. Sensor de humedad HIH - 4000.....	29
Figura 3.11. Circuito integrado NE555.....	30
Figura 3.12. Interfaz gráfica del calendario que proporciona la librería JCalendar.	33
Figura 3.13. Diagrama de estados del ciclo de vida de un subproceso.	34
Figura 3.14. Interfaz del puerto paralelo.	36
Figura 3.15. Interfaz DB-25 macho y hembra para la conexión al puerto paralelo.	36
Figura 3.16. Puerto paralelo usado como entrada/salida de propósito general.	37
Figura 3.17. Clasificación de los pines del DB – 25.	38
Figura 4.1. Diseño del sistema de monitoreo a través del puerto paralelo.....	40
Figura 4.2. Diseño de la conexión de la base de datos en Java.	41
Figura 4.3. Señal de inicio para realizar la adquisición de los datos.....	42
Figura 4.4. Señal de espera del ADC0808CCN para realizar la conversión.....	42
Figura 4.5. Señal que indica la conversión de dato analógico a dato digital.....	43
Figura 4.6. Sistema cíclico del proceso de adquisición de datos.....	43
Figura 4.7. Procesos start y output enabled que realiza el ADC0808CCN.....	45
Figura 4.8. Diagrama del circuito para monitorear variables físicas.....	53
Figura 4.9. Diagrama del circuito para generar frecuencia.	54
Figura 4.10. Diagrama del circuito del sistema de monitoreo de variables físicas.	55

Figura 4.11. Diseño de la base de datos.	57
Figura 4.12. Diagrama de clases.....	60
Figura 4.13. Componentes para realizar pruebas del sistema.....	64
Figura 4.14. Circuito electrónico del sistema de monitoreo de variables físicas.	65
Figura 4.15. Temperatura normal que oscila entre 27 y 28 °C.....	67
Figura 4.16. Temperatura en mV medido con el multímetro.	67
Figura 4.17. Variación de la temperatura que produce una secadora.....	68
Figura 4.18. Voltajes registrados por el multímetro, al medir temperatura.....	68
Figura 4.19. Curva del muestreo de temperatura.....	69
Figura 4.20. Termohigrometro <i>Fisher Scienfic</i>	70
Figura 4.21. Medición de temperatura con el sistema propuesto y el Termohigrometro.....	70
Figura 4.22. Medición de humedad relativa del ambiente.	72
Figura 4.23. Cantidad de voltaje registrado por el multímetro, al medir la humedad.	72
Figura 4.24. Voltaje registrado por el multímetro, al medir humedad.	73
Figura 4.25. Variación en la medición de la humedad.	73
Figura 4.26. Cantidad de voltaje al medir la humedad.....	74
Figura 4.27. Comportamiento de la humedad relativa.	74
Figura 4.28. Cantidad de voltaje al medir la humedad.....	75
Figura 4.29. Voltaje máximo al medir la humedad.	75
Figura B.1. Ejecutable del sistema de monitoreo.	86
Figura B.2. Ventana para visualizar el sistema general.....	86
Figura B.3. Ventana para la administración de la base de datos.	88
Figura B.4. Ventana para importar o realizar un muestreo.	89
Figura B.5. Ventana para configurar el muestreo.....	91
Figura B.6. Ventana para configurar la fecha.....	92
Figura B.7. Ventana para configurar la velocidad de muestreo.	93
Figura B.8. Calendario para seleccionar fecha.	94
Figura B.9. Ventana para visualizar el comportamiento gráfico de muestreo.	95
Figura B.10. Ventana de visualización de datos.....	96
Figura B.11. Ventana para guardar datos.	97
Figura B.12. Ventana para importar datos.....	98

Figura B.13. Ventana para abrir archivo con extensión CSV.	99
Figura B.14. Ventana que muestra información del sistema de monitoreo.....	99
Figura D.1. Ventana para iniciar el proceso de instalación.	112
Figura D.2. Ventana para seleccionar el tipo de instalación.	112
Figura D.3. Ventana con información de la instalación.	113
Figura D.4. Ventana con información general.	113
Figura D.5. Segunda ventana con información general.....	114
Figura D.6. Ventana para completar la instalación.	114
Figura D.7. Ventana de bienvenida.	115
Figura D.8. Ventana para seleccionar el tipo de configuración.....	115
Figura D.9. Ventana para seleccionar el entorno de trabajo.....	116
Figura D.10. Ventana para asignar la contraseña de root.	116
Figura D.11. Ventana para ejecutar la configuración.	117
Figura D.12. Ventana para finalizar la instalación.	117
Figura D.13. Ventana para iniciar la instalación.	118
Figura D.14. Ventana de licencia.	119
Figura D.15. Ventana para seleccionar la ruta de instalación.	119
Figura D.16. Ventana para seleccionar el tipo de instalación.	120
Figura D.17. Ventana con información de la instalación.	120
Figura D.18. Ventana para finalizar la instalación.	121
Figura E.1. Pasos para ingresar a MySQL Administrator.....	124
Figura E.2. Ventana para conectarse a MySQL Administrator.....	125
Figura E.3. Ventana para realizar la restauración de la base de datos.....	125
Figura E.4. Ventana para realizar la copia de seguridad de la base de datos.	126
Figura F.1. Ejecutable de la aplicación Eclipse.....	130
Figura F.2. Plataforma Eclipse.	130
Figura F.3. Seleccionar la opción para agregar paquetes.	132
Figura F.4. Seleccionar la opción para configurar las librerías.	132
Figura F.5. Seleccionar la opción para agregar librerías.	133
Figura F.6. Finalizar la instalación de las librerías.....	133

Figura G.1. Contenido del CD del sistema de monitoreo de variables físicas.	136
Figura G.2. Aplicaciones de MySQL.	136
Figura G.3. Base de datos para el funcionamiento del sistema.	136
Figura G.4. Conjunto de clases del sistema.	137
Figura G.5. Controlador del puerto paralelo.	137
Figura G.6. Ejecutable del sistema de monitoreo de variables físicas.	138
Figura G.7. Librerías que se utilizaron para el funcionamiento del sistema.	138

LISTADO DE TABLAS

Tabla I. Tipos de convertidores.	19
Tabla II. Características de los sensores.	24
Tabla III. Tipos de sensores.	24
Tabla IV. Sistema de medición de temperatura.	26
Tabla V. Representación del voltaje a °C.	27
Tabla VI. Algunos componentes de AWT y Swing.	31
Tabla VII. Configuración del puerto paralelo para la adquisición de datos.	41
Tabla VIII. Número de pines y el bit correspondiente a cada pin del registro de datos.	44
Tabla IX. Descripción del registro de control 37AH.	45
Tabla X. Combinación de los bits para configurar el registro de control 37AH.	46
Tabla XI. Combinación de valores del registro 37AH para configurar el proceso start on	47
Tabla XII. Combinación de valores del registro 37AH para configurar el proceso output enabled en on	47
Tabla XIII. Descripción del registro de datos 378H.	48
Tabla XIV. Combinación de bits del registro 378H para enviar un dato decimal a la computadora.	48
Tabla XV. Conversión analógico – digital.	50
Tabla XVI. Conexión del puerto paralelo con el ADC0808CCN, NE555 y sensor de medición.	51
Tabla XVII. Pines del puerto paralelo y del ADC0808CCN que no se conectan.	52
Tabla XVIII. Descripción de la tabla <code>muestreo</code>	58
Tabla XIX. Descripción de la tabla <code>datos_muestreo</code>	58
Tabla XX. Descripción de la tabla <code>nombre_tabla</code>	58
Tabla XXI. Costo de los componentes electrónicos.	81
Tabla XXII. Algunos medidores de temperatura y humedad.	82

LISTADO DE ECUACIONES

Ecuación 1. Conversión de voltaje a temperatura	27
Ecuación 2. Cálculo de la resolución del ADC	49
Ecuación 3. Obtención de la salida digital del ADC	50
Ecuación 4. Fórmula para obtener temperatura.....	65
Ecuación 5. Cálculo de la pendiente.....	66
Ecuación 6. Cálculo del error relativo	70
Ecuación 7. Normalización de los datos de humedad	71
Ecuación 8. Fórmula para obtener humedad	71

LISTADO DE CÓDIGO FUENTE

Código 1. Transferencia de datos por el puerto paralelo.....	61
Código 2. Almacenamiento de datos a la base de datos.....	62
Código 3. Control de tiempo de muestreo.....	63

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ADC0808CCN	Es un circuito integrado de adquisición de datos que permite convertir 8 bits analógicos a digital. Este dispositivo ofrece alta velocidad, alta precisión en la conversión de datos y consume energía mínima (National Semiconductor 2009).
BASE DE DATOS (BD)	“Es un conjunto de datos relacionados entre sí, organizados y estructurados, con información referente a algo” (Ramos Martín & Ramos Martín 2007, p. 2).
BIT	<i>Binary Digit</i> o dígito binario. “Unidad más pequeña de almacenamiento en un sistema binario dentro de una computadora” (Osorio Rivera 2008, p. 220).
BYTE	“Unidad de información utilizada por las computadoras. Cada byte está compuesto por ocho bits” (Osorio Rivera 2008, p. 220).
CONVERTIDOR ANALÓGICO – DIGITAL	<i>ADC Analog to Digital Converter</i> . “Es un dispositivo que ofrece una salida digital a partir de una señal analógica de entrada” (Pallás Areny 1993, p. 255).
CONVERTIDOR DIGITAL – ANALÓGICO (DAC)	<i>DAC Digital to Analog Converter</i> . Es un dispositivo que ofrece una salida analógica a partir de una señal digital de entrada (Pallás Areny 1993).
CORRIENTE CONTINUA O DIRECTA	“Es continua cuando las cargas eléctricas circulan siempre en el mismo sentido. Es la corriente que producen las pilas, dinamos, acumuladores, etc.” (Menéndez González 2006, p. 86).
CSV	<i>Comma Separated Values</i> o valores separados por coma. “Es un formato que muchos programas de contacto puede importar y exportar en estos días” (Pogue & Goldstein 2005, p. 171).
DATOS	“Son hechos, la materia prima de la información. Los datos se representan por medio de símbolos, pero sólo pueden considerarse como información en un sentido muy limitado” (Sanders 1990, p. 14).

DISTANCIÓMETRO	“Dispositivo electrónico para medición de distancias” (Gil Piqueras <i>et al</i> 2003, p. 55).
JDBC	<i>Java DataBase Connectivity</i> o Conectividad a la base de datos en Java. “Es un API que permite un acceso universal a los datos y la estructura de los mismos, contenidos en una base de datos relacional o cualquier otra fuente de datos, para realizar agregaciones, modificaciones y supresiones de los mismos” (Aumaille 2002, p. 41).
GNU	“El proyecto GNU es un movimiento iniciado en 1993 por Richard Stallman cuyo objetivo es crear un sistema operativo completo basado en el paradigma de las fuentes abiertas, en específico en el de software libre. Está conformado por cientos de desarrolladores de software alrededor del mundo” (Bermúdez Silva 2007, pp. 30-31).
GPL	<i>General Public License</i> o licencia pública general. “Es una licencia creada por la Free Software Foundation a mediados de los 80’s, y está orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de software, es decir, a favorecer el uso de software libre” (Pareja Aparicio 2008, p. 15).
GPS	<i>Global Position System</i> o sistema de posicionamiento global. “Es un sistema de posicionamiento por satélite que permite estimar de forma precisa la posición tridimensional para usuarios equipados con receptores adecuados. El sistema está disponible en cualquier lugar del planeta y a cualquier hora, independientemente de las condiciones atmosféricas” (Hernández Pajares, Juan Zornoza, & Sanz Subirana 2004, p. 1).
HHH – 4000	Es un sensor de humedad que está diseñado para medir la humedad relativa (HR). Este sensor tiene una salida de tensión lineal y por lo tanto se puede conectar directamente a un microcontrolador (Huang 2008).
HIPERTEXTO	“Textos enlazados entre sí. Haciendo clic con el mouse el usuario pasa de un texto a otro, vinculado con el anterior” (Poet Rodríguez 2007, p. 19).

INTERFAZ	“Unión de dispositivo distintos de tal forma que son capaces de funcionar de manera compatible y coordinada; conexión de la salida de un sistema con la entrada de otro sistema distinto con diferentes características eléctricas” (Tocci & Widmer 2003, p. 838).
INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO	“Un sistema operativo que funciona mediante el uso de imágenes, menús, ventanas y símbolos en vez de instrucciones se denomina interfaz gráfica de usuario (GUI). Las interfaces gráficas son programas amigables que le ayudan al usuario para que sus tareas sean mucho más fáciles y sin que tenga que memorizar nada” (Pérez Hernández & Duarte 2006, p. 126).
JAVA	“Es una plataforma de software desarrollada por Sun Microsystems, de tal manera que los programas creados en ella puedan ejecutarse sin cambios en diferentes tipos de arquitecturas y dispositivos computacionales” (Gálvez Rojas & García Sucino 2006, p. 13).
LECTURA	“Término usado para describir la condición cuando la CPU está escribiendo datos de otro elemento” (Tocci & Widmer 2003, p. 838).
LENGUAJE DE ALTO NIVEL	“Son los más utilizados por los programadores. Están diseñados para que las personas escriban y entiendan los programas de un modo mucho más fácil. Además, los programas escritos en lenguaje de alto nivel son independientes de la máquina, por lo tanto se pueden ejecutar en diferentes computadoras” (Alonso Jordá, García Granada & Onaindía de la Rivaherrera 1998, p. 7).
MEMORIA	“Dispositivo encargado de almacenar, tanto las instrucciones como los datos sobre los que operan las instrucciones durante la ejecución del programa” (Alonso Jordá, García Granada & Onaindía de la Rivaherrera 1998, p. 17).
MySQL	“MySQL es un sistema de administración de base de datos relacionales (SGBDR) rápido, robusto y fácil de usar. Se adapta bien a la administración de datos en un entorno de red, especialmente en arquitecturas

cliente/servidor. Se proporciona con muchas herramientas y es compatible con muchos lenguajes de programación” (Thibaud 2006, p. 6).

NE555 Es un circuito integrado muy estable cuya función primordial es la de producir pulsos de temporización con una gran precisión, funcionando como oscilador y estando especialmente diseñado para realizar multivibradores monoestables y astables (DatasheetCatalog 1998).

ODBC *Open DataBase Connectivity* o conectividad abierta de bases de datos. “Es una interfaz de Microsoft que permite acceder a base de datos en una red, estableciendo un lenguaje común para todas ellas” (Klein 2000, p. 142).

PIN “También llamando terminal o patilla, pin es cada uno de los contactos terminales de un conector o componente electrónico, fabricado de un material conductor de la electricidad. Muchos elementos hardware lo utilizan. Son como las "patitas" de muchos microprocesadores” (Poet Rodríguez 2007, p. 33).

PROGRAMA “Secuencia precisa de instrucciones que dirige a una computadora para realizar una tarea particular, una acción o para resolver un problema. Un programa completo incluye planes para la transcripción de datos, codificación para la computadora y planes para la absorción de los resultados en el sistema” (Thomas Dygdon *et al* 2006, Apéndice a15).

PUERTO “Conector en la parte externa del chasis de la computadora que permite la entrada y salida de información” (Beekman 1992, p. 334).

PUERTO PARALELO “Un conector en el chasis de una computadora con que se conectan la impresora y otros dispositivos externos. Se llama así porque los bits de datos no se mandan uno a otro, sino que se mandan en paralelo. Es decir, que admite la trasmisión de más de un bit al mismo tiempo. Es un enchufe bastante grande que tiene 25 pequeños conectores y por el que viajan 8 señales de datos a la vez” (Beekman 1992, p. 335).

PUERTO SERIAL	“Puerto en el cual los bits deben pasar uno por uno. Normalmente vienen incluidos en la placa base de la computadora” (Beekman 1992, p. 335).
RESOLUCIÓN	“En un convertidor digital – analógico, es el cambio menor que puede ocurrir en la salida para un cambio en la entrada digital: también llamado tamaño de escalón. En un convertidor analógico – digital, cantidad menor para producir un cambio en la salida digital” (Tocci & Widmer 2003, p. 841).
SENSOR	“Dispositivo capaz de registrar de forma directa, continua y reversible un parámetro físico (sensor físico) o la concentración de una especie química (sensor químico)” (Pérez Conde 1996, p. 21).
SERVO –ACELERÓMETRO	“Son transductores basados en un sistema de equilibrio de fuerzas en lazo cerrado para medida de aceleraciones. Son varios órdenes de magnitud más estables y precisos que los acelerómetros en lazo abierto” (Gonzalo Arribas 2005, p. 21).
SISTEMA MANEJADOR DE BASE DE DATOS (SMBD)	<i>Data Base Management System</i> o sistema manejador de base de datos. Es una aplicación que permite a los usuarios definir, crear y mantener la base de datos, y proporciona un acceso controlado a la misma” (Ramos Martín & Ramos Martín 2007, p. 3).
SISTEMA OPERATIVO	“Es un conjunto de programas que facilitan el acceso al hardware, ofreciendo una forma sencilla y flexible de acceso al mismo” (Morera Pascual & Pérez Campanero 2002, p. 21).
SOCKET	“Permite mantener una conexión entre dos procesos remotos conocidos para intercambiar información. Ambos procesos deben crear instancias de Socket. Un socket está asociado a un puerto de la computadora donde reside el proceso. A través del puerto el proceso se comunicará con el socket del proceso remoto que estará también asociado a un puerto en la computadora remota” (Caballé & Xhafa 2008, p. 102).
SOFTWARE	“Es un conjunto de programas que gestionan y controlan el hardware. Se encuentran almacenados en

dispositivos de almacenamiento como, por ejemplo, discos duros” (López Sanjurjo 2006, p. 2).

TCP/IP

Transmission Control Protocol / Internet Protocol o protocolo de control de transmisión / Protocolo de internet. “Conjunto de protocolos, de entre los cuales los más importantes son el TCP y el IP, usados en Internet, que permiten la conexión de redes diferentes” (Klein 2000, p. 192).

TIEMPO REAL

“Un sistema de tiempo real es aquél que responde de manera inmediata a un suceso externo, da respuesta a las señales de entrada en un tiempo mínimo” (Klein 2000, p. 195).

USB

Universal Serial Bus o bus universal en serie. “Este puerto sirve para conectar periféricos a la computadora” (Gallego Cano 2010, p. 80).

WWW

“Red global mundial o red de amplitud mundial. Es un sistema de hipertexto que funciona sobre Internet. Para ver la información se utiliza una aplicación llamada navegador Web para extraer elementos de información documentos o páginas Web de los servidores Web o sitios y mostrarlos en la pantalla del usuario. El usuario puede entonces seguir hiperenlaces que hay en la página a otros documentos o incluso enviar información al servidor para interactuar con él. A la acción de seguir hiperenlaces se le suele llamar navegar por la Web o explorar la Web” (Poet Rodríguez 2007, p. 50).

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se explica la importancia de las diferentes áreas de la ciencia para poder desarrollar un sistema automatizado y cómo han evolucionado desde los instrumentos rudimentarios hasta los que se conocen en la actualidad. También se hace mención de las ventajas y desventajas que ofrecen, el uso que se le puede aplicar en diversas actividades y la manipulación de señales analógicas y digitales a través de herramientas computacionales.

Enfoque general sobre sistemas automatizados

Con base en las aportaciones que brindan las diferentes áreas de la ciencia como son la computación, la electrónica, las matemáticas, la física y otras áreas científicas, la tecnología ha evolucionado constantemente ayudando al hombre a optimizar sus actividades laborales, domésticas, personales y demás. Una de estas tecnologías son los sistemas automatizados, que se componen de elementos electrónicos y computacionales, proporcionando grandes ventajas en la producción con características de alta calidad, aportando al hombre una

forma más eficiente de realizar sus actividades. Dichos sistemas han mejorado considerablemente en cuanto a la calidad y al resultado, favoreciendo al usuario.

Actualmente, muchas organizaciones invierten gran cantidad de recursos económicos en investigación, para desarrollar herramientas que permitan monitorear actividades periódicas, con la finalidad de obtener resultados precisos y que el procesamiento de datos se lleve a cabo en tiempo y forma. A estas herramientas se les conoce como sistemas automatizados, que se componen de la combinación de diferentes técnicas y procedimientos que se desarrollan en las áreas de la ciencia. Por ejemplo, el área de la computación tiende a desarrollar software para el manejo de procesamiento de datos, además permite almacenar la información en bases de datos. Otras aportaciones fundamentales se fijan en la electrónica, que mediante sistemas de adquisición de datos, como son sensores, radares, cámaras y algunos otros dispositivos, alimentan a los programas computacionales. Esta disciplina se compone principalmente de sistemas digitales y analógicos para la conversión de los datos, una señal digital tiene mayor facilidad de manipulación en los sistemas computacionales que una señal analógica.

Los sistemas de monitoreo son herramientas funcionales que permiten optimizar las actividades del hombre. Además, proporcionan la facilidad de realizar toma de decisiones seguras, evitando sucesos lamentables, al monitorear, por ejemplo, fenómenos naturales (actividades volcánicas, terremotos, maremotos, huracanes, tormentas tropicales y otros), que han provocado pérdidas humanas y materiales. Gracias a los avances científicos, esta tecnología ha mejorado considerablemente en la velocidad de procesamiento de datos y en la predicción de una solución eficiente. Las distintas actividades que se presentan en la actualidad obligan al ser humano a buscar medios o herramientas que faciliten su ejecución. Es por eso que la investigación es un proceso importante para buscar una solución a estos problemas, una solución que involucre variables como el costo económico, la facilidad de uso, facilidad de mantenimiento, flexibilidad y reparación.

Organización del documento de tesis

Capítulo 2. En este capítulo se describen algunos trabajos relacionados con este proyecto de tesis. Asimismo, se describe la justificación de este tema de tesis, el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos, también se detallan los alcances y limitaciones que se tienen después de desarrollar este trabajo.

Capítulo 3. En este capítulo se describen las herramientas y metodologías que se establecieron como base para poder desarrollar este proyecto. Se hace una breve descripción de la temperatura y humedad, el proceso para la adquisición de los datos, la interacción con las señales analógicas y digitales, así como los instrumentos electrónicos: sensores, convertidores y el circuito integrado NE555. También se describe el lenguaje de programación Java, el manejador de bases de datos MySQL y librerías de licencia libre para la implementación en Java, que son JFreeChart, conector MySQL y JCalendar. Adicionalmente, se explica la metodología de programación concurrente, el proceso de la comunicación de los datos a través del puerto paralelo utilizando un conector DB – 25.

Capítulo 4. En este capítulo se describe la configuración del ADC0808CCN junto con la configuración del puerto paralelo, la combinación correcta de los bits del ADC0808CCN para producir el dato digital y normalizar dicho dato para obtener el valor de la variable física del medio ambiente. También se describe el proceso que se requiere para exportar los datos de la base de datos a un archivo con extensión CSV, el diseño de la base de datos, la implementación del código y las pruebas que se realizaron.

Capítulo 5. En este último capítulo se escribe la conclusión que se obtuvo al desarrollar este trabajo, también se menciona lo que se desarrolló en los capítulos anteriores, las ventajas y desventajas que se tienen con la implementación de este sistema de monitoreo de variables físicas. También se explica una lista de recomendaciones que podrían aportar mayor eficiencia y eficacia para este sistema. Asimismo, se enlistan los trabajos futuros que podrán realizarse para proyectos o trabajos de tesis.

Anexo A. Este anexo contiene el costo económico de los componentes electrónicos empleados en este proyecto de tesis y el costo económico de algunos instrumentos de medición de temperatura y humedad.

Anexo B. Este anexo contiene el manual de usuario del sistema de monitoreo de variables físicas.

Anexo C. Este anexo contiene las hojas de datos de los dispositivos electrónicos (ADC0808CCN, LM35, HIH – 4000 y NE555).

Anexo D. Este anexo contiene el manual de instalación del manejador de base de datos MySQL y del entorno gráfico del mismo.

Anexo E. Este anexo contiene el manual para restaurar y hacer la copia de seguridad de la base de datos para el funcionamiento del sistema de monitoreo de variables físicas.

Anexo F. Este anexo contiene los enlaces para descargar las aplicaciones que se requieren para este sistema de monitoreo de variables físicas y los pasos para agregar las librerías.

Anexo G. Este anexo contiene la descripción de la estructura del CD, el cual contiene la tesis en formato PDF y DOCX, el ejecutable del sistema de monitoreo de variables físicas, el archivo SQL de la base de datos, el código fuente del sistema de monitoreo de variables físicas, las aplicaciones de MySQL para instalar, las librerías que se usaron JCalendar, JFreeChart y conector MySQL, también el controlador jnpout32 que permite la comunicación de datos a través del puerto paralelo.

En este capítulo se describió brevemente acerca de los sistemas automatizados y como ha venido influyendo la tecnología en las actividades del hombre. En el siguiente capítulo se hace una reseña de algunos trabajos realizados sobre sistemas de monitoreo, asimismo, se describe la justificación, el planteamiento del problema, los objetivos, alcances y límites de estudio para este proyecto de tesis.

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

Este capítulo abarca el dominio del tema, basándose en toda la información necesaria sobre los trabajos que se relacionan a este proyecto de tesis. Aquí se describe la problemática a resolver y por qué la necesidad de resolverlo. De igual forma, se plantea la conjetura que se espera probar, los objetivos que se desean obtener y el alcance que se tiene para abordar dicho tema y cuáles son las limitantes.

2.1. Estado del arte y trabajos relacionados

Desde tiempos remotos se han utilizado sistemas para vigilar el comportamiento de actividades que sufren cambios en tiempo real, empleando métodos empíricos e instrumentos rudimentarios, sin embargo, con el paso del tiempo esta técnica ha mejorado de forma sorprendente, abarcando minuciosamente cada uno de los rincones de las necesidades del hombre, realizando cambios que se han visto en las transformaciones de las herramientas de trabajo, ya que anteriormente eran muy voluminosos, consumían grandes

cantidades de energía, sufrían retardo durante su proceso de ejecución y muchas otras desventajas en comparación a las herramientas que existen en la actualidad, favoreciendo en gran escala el rendimiento productivo.

Un ejemplo claro se puede encontrar en las áreas industriales, ya que anteriormente para realizar la manipulación de las herramientas de producción, se empleaban grandes cantidades de energía eléctrica al realizar la transformación de materia prima a producto y controlar el conjunto de parámetros que se presentan durante el proceso de producción, sin embargo, estos sistemas presentaban deficiencia al usuario final, provocando el crecimiento de la competencia en la producción. No obstante, aparecieron los sistemas electrónicos, denominados técnicas de control y regulación industrial, contribuyendo en la optimización de la energía eléctrica. Existe una técnica, también conocida como sistema de bucle abierto; que consiste en aplicar influencia externa sobre magnitudes físicas, cotidianamente se observa este proceso en un conductor de automóvil, en el momento que interactúa con el volante (realiza cambios de direccionamiento) y acelerador (producción de velocidad). En contraparte el sistema de regulación, también nombrado como sistema de bucle cerrado; consiste en prefiar adecuadamente el aumento y disminución de parámetros de estudio. Por ejemplo, se tiene un calefactor para aumentar la temperatura de un baño, un termómetro para medir el nivel de temperatura y un agitador, el sistema de regulador que establece la temperatura mínima y máxima del baño, al conectarse, el termómetro envía una señal de temperatura y cuando llega a su máximo, el calefactor se desconecta y se activa el agitador hasta llegar a su temperatura mínima y volver a realizar el mismo procedimiento, manteniendo el baño a una temperatura adecuada (Mompín Poblet 1986).

Unas de las herramientas de tecnología que han aportado grandes beneficios a la humanidad son los sistemas de monitoreo, que se caracterizan por permitir el seguimiento de una actividad en tiempo real, aportando elementos indispensables para la prevención y la toma de decisiones. Actualmente se han desarrollado un gran número de trabajos sobre los sistemas de monitoreo, principalmente en el muestreo de variables ambientales.

Las líneas eléctricas que transmiten la energía en los hogares, industrias, fábricas y distintos lugares del mundo, cuentan con transformadores de potencia que regulan la corriente eléctrica, sin embargo, este equipo electrónico está expuesto a condiciones tales como temperatura excesiva, presencia de oxígeno y humedad, que combinadas con los

esfuerzos eléctricos aceleran el proceso de degradación del sistema de aislamiento, si se detectaran oportunamente algunas de estas anomalías, entonces se programa el transformador para efectuar una menor reparación. Por tanto, el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) del estado de Morelos ha comenzado a desarrollar e instalar desde el año 1996 Sistemas de Monitoreo en Línea para Transformadores de Potencia (SMLTP), para conocer en tiempo real las condiciones de operación y el estado del sistema aislante de los transformadores de potencia. Los sistemas de monitoreo en línea para SMLTP, monitorean en tiempo real los parámetros de 15 autotransformadores monofásicos de 400kV, tales como: tensión de fase, corriente de fase, temperatura del aceite, emisión ultrasónica, detección de cargas parciales, ruido ambiente, temperatura ambiente, corriente de bombas y operación de pasos de enfriamiento. Estos sistemas están constituidos por tres módulos principales; sensores, sistema de adquisición de datos y computadora maestra (Liñán *et al* 2001).

En 1994, gracias al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), del Instituto de Geofísica (IGF) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), junto con la colaboración con el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) se desarrolló un sistema de monitoreo para vigilar sigilosamente el comportamiento de las actividades que realiza el volcán Popocatépetl, que se localiza en la intersección de los estados de México, Morelos y Puebla. Dicho sistema opera mediante una central de adquisición y procesamiento de datos. De igual manera, cuenta con un análisis de rastreo específico, donde se van detectando los diferentes cambios que sufre este volcán, como pueden ser emisiones de lava, flujos piroclásticos, caída de cenizas, gases tóxicos, flujos de lodo, avalanchas, etc. Por las diferentes mediciones que se realizan, el sistema de monitoreo se clasifica en cuatro tipos, que son monitoreo visual, monitoreo sísmico, monitoreo geodésico y monitoreo geoquímico. Además, se emplearon diferentes instrumentos de mediciones, como son sismógrafos de banda corta, sismógrafos de banda ancha, inclinómetros biaxiales, sensores triaxiales, cámaras de video, detectores de flujo, radares y muchos otros instrumentos de mediciones geodésicas y para análisis químico. Este sistema de monitoreo es considerado como uno de los observatorios más completos, ya que se ha comprobado ser de gran eficacia y utilidad como sucedió en la crisis de diciembre de 2000 (Guevara *et al* 2003).

El Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara (UDG), ha desarrollado en el área de electrónica y computación en abril del año 2000 un sistema de monitoreo inalámbrico. Este sistema es aplicado a un motor de corriente directa para fines industriales, donde se realiza el control de variables, como son: temperatura, velocidad, sentido del giro, corriente y voltaje que se obtienen en función de la corriente consumida. Para la implementación de este sistema se contemplaron dos fases, la parte electrónica que se encarga de la comunicación por medio de sensores de luz infrarrojos y del acondicionamiento de la señal a través de convertidores, comparadores y otros dispositivos electrónicos para el control del motor de corriente directa y la parte que tiene la funcionalidad de controlar y monitorear el sistema en general. Esta última parte fue desarrollada en Delphi, la cual es un lenguaje de programación orientado a objetos (Nuño Turrado & Rosas Flores 2000).

En diferentes partes del mundo la tecnología va evolucionando constantemente, principalmente en los países desarrollados, que tienen alto nivel de desarrollo industrial, ya que muchos países subdesarrollados importan tecnología y otros tratan de desarrollar sus propias herramientas de aplicación. En México, en diciembre del año 2000, el Centro Nacional de Metrología (CNAM) del estado de Querétaro desarrolló un sistema de monitoreo y control de temperatura de un baño de agua, utilizando sensores de temperatura de estado sólido como instrumento de medición de la temperatura y un ADC0808CCN, la ventaja de utilizar estos instrumentos es que son económicos (Blancas & Conejo 2000).

Se sabe que la naturaleza es incontrolable, tales como son fenómenos naturales; huracanes, volcanes, sismos, cambios climáticos, cambios geológicos y astronómicos, todas estas anomalías que sufre frecuentemente el planeta, han afectado seriamente a muchas áreas geográficas, poblaciones, bienes materiales (edificios, industrias), flora y fauna. Por ello, se han realizado investigaciones para desarrollar medios de detección de estos fenómenos, para alertar a la población antes de que ocurra algún incidente. Una de las investigaciones que ha realizado el Instituto Geofísico de Perú es un sistema de monitoreo para el control de deslizamientos, que pueden ocurrir por algún fenómeno natural. Este sistema de monitoreo lleva el control por medio de señales satelitales apoyándose en instrumentos sofisticados, como el GPS, distanciómetro láser, teodolito robotizado y sensores adicionales (Cornejo Salazar 2004).

Los parámetros ambientales tales como temperatura, humedad, presión y velocidad del viento, son variables que se pueden medir usando instrumentos de calibración bien definidos. Estos instrumentos permiten supervisar variables físicas en distintos laboratorios de investigación. En el año 2004 se desarrolló un sistema de monitoreo de presión atmosférica en el Centro Nacional de Meteorología (CNAM) en la ciudad de Querétaro, tomando como referencia la altitud sobre el nivel del mar y la presión positiva, por los diferentes laboratorios con los que cuenta el CNAM, se diseñó el sistema de medición de presión atmosférica a través de la red interna de cómputo. En este proyecto se usó un manómetro de presión absoluta como referencia y un manómetro de presión diferencial (que están instalados dentro del laboratorio de presión), dos manómetros de presión absoluta (patrones de trabajo) previamente calibrados y caracterizados (Zúñiga González, Olvera Arana & Torres Guzmán 2004).

Hoy en día se han desarrollado sistemas de control para el cuidado del entorno ecológico. Entornos que constituyen el corazón de la humanidad y de la fauna en general. Por lo cual el Instituto de Astronomía y Meteorología (IAM) de la UDG ha desarrollado un proyecto de monitoreo de estaciones meteorológicas automáticas, para evitar que el entorno ecológico sufra de incidentes provocados por el hombre y prevenir en ocasiones los fenómenos naturales. En estos estudios se requirieron sensores básicos de magnitudes meteorológicas, para medir velocidad, dirección del viento, registro de precipitaciones, humedad, temperatura, etc., junto con la informática se va analizando el comportamiento del entorno ecológico (Ramírez Sánchez, Meulenert Peña & García Guadalupe 2005).

Con el estudio de estos trabajos se obtuvo la facilidad de abordar este proyecto de tesis, mostrando las diferentes herramientas electrónicas y computacionales, asimismo, la metodología para diseñar e implementar el sistemas de monitoreo. Las herramientas electrónicas que se asemejan en el proyecto propuesto son sensores de temperatura y humedad y el convertidor analógico – digital. También, la implementación del sistema de monitoreo a través del lenguaje de programación Java.

2.2. Justificación

Las organizaciones industriales, educativas, centros de medicina, centros empresariales y otros centros de investigación invierten grandes cantidades de recursos económicos, humanos y tecnológicos para mantener el control adecuado de las diferentes mediciones de variables físicas que se involucran en un campo de estudio. Las grandes empresas cuentan con recursos suficientes para adquirir sistemas de monitoreo automatizados, a diferencia de las pequeñas empresas que no cuentan con recursos económicos necesarios para adquirir tecnología costosa.

Actualmente muchas personas carecen de conocimiento sobre sistemas automatizados y temen implantarlos, creen que estos sistemas no proporcionan información confiable, no obstante, muchas otras personas desean migrar a nuevas tecnologías y evitar la fatiga de realizar sus actividades manualmente.

La elaboración del sistema de monitoreo de variables físicas se fundamenta de herramientas básicas del área de electrónica y herramientas de libre distribución de la informática y de diversos métodos de programación. Con el desarrollo de esta herramienta se pretende minimizar los factores que afectan al realizar mediciones de variables físicas, como son: tiempo, costo monetario, recursos humanos, materiales, entre otros, empleando herramientas de tecnología básica.

2.3. Planteamiento del problema

En la actualidad, muchos estudios de investigación que se realizan sobre el medio ambiente, especialmente en la toma de mediciones de variables reales ambientales como temperatura, humedad, presión, parámetros del viento y otros factores climáticos, se realizan mediante procedimientos manuales, obligando a la presencia del investigador en cada uno de los momentos que se requiere realizar el muestreo de dichas variables. Sin embargo, esto implica un alto consumo de recursos, principalmente monetarios y disponibilidad de tiempo, además, los resultados que se proporcionan no son muy precisos.

No obstante, los avances tecnológicos en el campo del aprendizaje automatizado, permiten establecer sistemas de control para la adquisición y procesamiento de datos,

contribuyendo en la facilidad de evaluar de forma eficaz el comportamiento de los parámetros de estudio y agilizar la toma de mediciones. Dentro del aprendizaje automatizado se encuentran los sistemas de monitoreo que son una de las técnicas que permiten vigilar en tiempo real actividades periódicas, proporcionando información con un alto grado de certidumbre.

En los últimos años se han desarrollado sistemas de monitoreo enfocados a mediciones de variables físicas en las áreas marítimas (profundidad, salinidad, nivel de contaminación del agua, temperatura en profundidad del agua, entre otros), terrestres (humedad, nutrientes de la tierra, vigilar actividades volcánicas, fenómenos naturales y temperatura del suelo) y aéreas (presión, velocidad y dirección del viento y contaminación del aire). Estos sistemas de monitoreo cuentan con características muy sofisticadas y proporcionan resultados precisos, sin embargo, no son de fácil uso para usuarios en general, estos sistemas requieren capacitación y documentación. Aunado a esto, estos sistemas de monitoreo se constituyen de diversos componentes electrónicos como radares, cámaras de video, redes de computadoras para la adquisición y procesamiento de datos, haciendo que el sistema completo tenga un alto costo monetario.

Hoy en día, muchas personas u organizaciones tienen la necesidad de realizar estudios de investigación de campo, muestrear variables físicas en laboratorios, en áreas de producción industrial, áreas de producción agrícola y demás sectores productivos. Para llevar a cabo estas mediciones utilizan instrumentos manuales, que requieren de una calibración precisa para obtener datos eficientes, sin embargo, presentan severas desventajas que ocasionalmente generan pérdidas en recursos económicos, además se requiere demasiada disponibilidad de tiempo, aún así, las personas no optan por emplear sistemas automatizados que les permitan optimizar sus actividades. Esto sucede por el temor a ser sustituidos o por la falta de conocimiento acerca de los sistemas automatizados, o no cuentan con los recursos económicos necesarios para adquirirlos, como también existe la incredulidad en los resultados que proporcionan estos sistemas, todos estos factores provocan que los usuarios sigan realizando sus actividades de forma manual.

Con el sistema que aquí se propone, se pretende contribuir al área de automatización con las características de que el sistema sea sencillo, estándar para sensores que cuenten con las características mencionadas en el apartado 4.9 y que tenga un costo accesible.

2.4. Objetivos

Objetivo general

Desarrollar una aplicación que sea capaz de medir las variables físicas temperatura y humedad del medio ambiente bajo el lenguaje de programación Java e implementar un componente electrónico utilizando sensores de medición de variables físicas y un convertidor analógico – digital, asimismo, establecer la comunicación entre ambos componentes vía puerto paralelo, para obtener un conjunto de información de dichas variables físicas, efectuándose en tiempo real.

Objetivos específicos

- Construir un circuito electrónico multiplexado en un *protoboard*.
- Hacer la comunicación entre la computadora y el *protoboard*.
- Hacer la comunicación entre el circuito y el sensor de medición de variable física.
- Diseñar e implementar una base de datos en MySQL, para almacenar el conjunto de datos que se muestrean.
- Implementar un sistema en el lenguaje de programación Java para el control de muestreo de variables físicas.

2.5. Alcances y límites del estudio

Los alcances que se obtuvieron al desarrollar el sistema de monitoreo son:

- Se consiguieron los sensores de temperatura LM35 y de humedad HIH – 4000, un convertidor de 8 bits ADC0808CCN y un circuito integrado NE555.
- Se diseñó correctamente el circuito para realizar el muestreo.
- El sistema realiza el muestreo de datos en tiempo real.
- El sistema permite realizar correctamente el muestro de temperatura o el muestreo de la humedad.
- El sistema permite realizar muestreo de forma manual y automática. La forma manual consiste en que el usuario inicie un muestreo, entonces el proceso se detiene cuando el usuario decida detenerlo. En cambio, la forma automática consiste en que

el usuario puede programar la fecha y hora de inicio de muestreo, asimismo, programar la fecha y hora que concluya el muestreo.

- Para la visualización gráfica se cuenta con un zoom para aumentar y disminuir el tamaño.
- El sistema permite crear tablas en la base de datos para el almacenamiento de los datos.
- El sistema permite exportar los datos a un archivo con extensión CSV.
- El sistema permite visualizar gráficamente el comportamiento de los datos de muestreo.
- El sistema permite exportar imágenes PNG de tamaño máximo de 600 x 390 píxeles.
- La humedad relativa se muestrea entre 0 y 100 %.

Las limitantes que se encontraron al desarrollar el sistema de monitoreo son:

- El circuito se estableció en un *protoboard* y no en una placa electrónica.
- En el circuito no se conectan los sensores (temperatura y humedad) a la vez.
- El sensor de medición está directamente conectado en el *protoboard*, por lo tanto, tiene la limitante de censar datos en lugares no ideales al sensor o al circuito.
- El sensor de temperatura LM35 permite censar de -50 °C a 150 °C, sin embargo, en este proyecto de tesis únicamente se muestrean temperaturas de 0 °C a 150 °C.
- La velocidad de muestreo tiene un tiempo de retardo de 0.5 segundos como mínimo.
- El sistema no cuenta con características de la toma de decisiones en cuanto a los datos muestreados.
- En el comportamiento gráfico de muestreo en tiempo real no se pueden observar muestras censadas. Sin embargo, el sistema permite abrir desde la base de datos o de un archivo con extensión CSV los datos y poder visualizar el comportamiento gráficamente.
- Al visualizar el comportamiento gráfico, se tiene una desventaja, ya que cuando la gráfica haya rebasado el borde izquierdo de la pantalla, ésta se pierde, y no se vuelve a visualizar.

- No se permite modificar o ajustar la escala de la gráfica.
- Se tenía contemplado realizar pruebas de medición de presión, sin embargo, no se consiguió el dispositivo con las características mencionadas en el apartado 4.9.
- Cuando la temperatura aumenta a más de 150 °C, el comportamiento gráfico no se alcanza a visualizar, ya que esta se corta en la parte superior de la ventana y no se envía un mensaje de error o alerta, del mismo modo, cuando se mide la temperatura bajo 0 °C no se alcanza a visualizar el comportamiento gráfico. También se debe de considerar las limitantes que presenta el sensor de temperatura LM35 ya que este únicamente tiene un alcance de -55 °C a 150 °C

En este capítulo se describió una reseña de algunos trabajos realizados sobre sistemas de monitoreo, asimismo, se describió la justificación, el planteamiento del problema, los objetivos, los alcances y límites de estudio para este proyecto de tesis. En el siguiente capítulo se describe la metodología de adquisición de datos, los componentes electrónicos ADC0808CCN, LM35, HIH – 4000 y NE555, el lenguaje de programación Java, el sistema de base de datos MySQL, las librerías JFreeChart, conector MySQL y JCalendar, y el puerto paralelo.

CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

Este capítulo contiene toda la información que permite abordar este proyecto de tesis, aquí se describe acerca de los sistema de adquisición de datos, también se mencionan las variables físicas temperatura y humedad, sensores y convertidores, el método de comunicación vía puerto paralelo, el sistema operativo Windows, el lenguaje de programación Java en el cual se desarrolló el proyecto y la utilización de librerías bajo términos GNU JFreeChart, conector MySQL y JCalendar.

3.1. Sistema de adquisición de datos analógicos y digitales

Para realizar mediciones de variables físicas generalmente se requiere del uso de instrumentos como medio físico para determinar las magnitudes de dichas variables. El ser humano cuenta con capacidad sensorial para determinar ciertos estados de la naturaleza, también se basa en experiencias para poder predecir sobre el comportamiento de algunas variables del entorno natural. Sin embargo, el margen de error no podría ser mínimo, por

tanto, es indispensable el uso de los instrumentos de medición. Los instrumentos de medición que se usan en la actualidad son los instrumentos electrónicos, que se basan en principios eléctricos o electrónicos para efectuar una medición. Existen instrumentos electrónicos muy sencillos que presentan un margen de error bastante grande, por lo tanto, los avances tecnológicos han demandado instrumentos de calidad y con mayor precisión.

En relación a los sistemas de instrumentación, Cooper y Helfrick (1991) afirman que los instrumentos electrónicos básicamente tienen la funcionalidad de medir y registrar señales, además, se puede clasificar en dos tipos de datos: analógicos y digitales. Un sistema analógico se puede definir como una función continua y los sistemas digitales manejan información en forma discreta.

A continuación se describen algunos elementos que constituyen un sistema de adquisición de datos analógicos y un sistema de adquisición de datos digitales:

Sistema de adquisición de datos analógicos:

- Transductores para la transformación de parámetros físicos en señales eléctricas.
- Acondicionadores de señales para la amplificación, modificación o selección de ciertas partes de estas señales.
- Dispositivos de presentación visual para monitoreo continuo de las señales de entrada.
- Instrumentos de registro de gráfica para obtener un registro permanente de los datos de entrada.
- Instrumentación de cinta magnética para guardar los datos de entrada, conservar su forma eléctrica original y reproducirlos posteriormente para un análisis más detallado.

Un sistema de adquisición de datos digital puede estar constituido con algunos o todos los elementos. Las operaciones esenciales dentro de un sistema digital incluyen: manipulación de señales analógicas, medición, conversión y manejo de datos digitales, programación y control interno. A continuación se describe la función que realiza cada uno de los elementos (Fig. 3.1) (Cooper & Helfrick 1991).

- Transductor. Transforma parámetros físicos en señales eléctricas aceptables para el sistema de adquisición.
- Acondicionador de señal. Por lo general incluye la circuitería de soporte para el transductor.
- Explorador o multiplexor. Acepta múltiples entradas analógicas y las conecta secuencialmente a un instrumento de medición.
- Convertidor de señal. Transforma la señal analógica en una forma aceptable para el ADC.
- Convertidor analógico / digital. Convierte el voltaje analógico a su forma digital equivalente.
- Sistema programador y equipo auxiliar. Esta sección contiene instrumentos para funciones de programación de sistemas y procesamiento digital de datos.
- Registrador digital. Registra información digital en tarjetas perforadas, cinta de papel perforado, cinta magnética, páginas mecanografiadas o una combinación de estos sistemas.

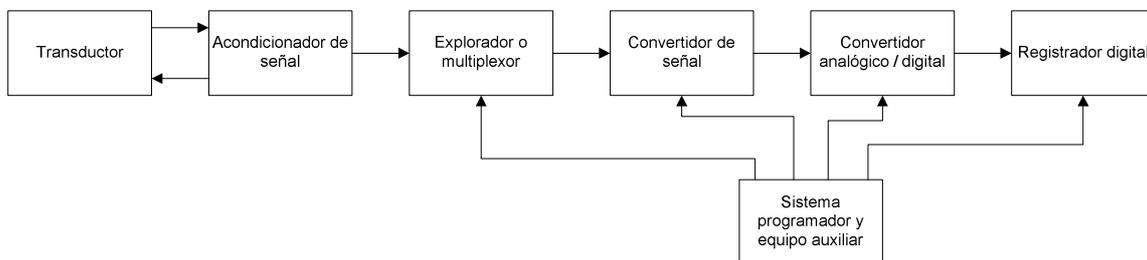


Figura 3.1. Elementos de un sistema de adquisición de datos digital.

3.2. Señales analógicas o continuas

Dentro del medio ambiente se encuentran diversos tipos de magnitudes físicas o químicas, como son temperatura, intensidad lumínica, voz, presión, humedad, pH, velocidad del viento, calor, potencia, etc.; parámetros que se pueden medir por el hombre y visualizar su comportamiento a través de herramientas manuales, mecánicas, electrónicas o a través de sistemas computacionales. En especial se emplean sensores para medir estos tipos de variables, esta herramienta es capaz de convertir las magnitudes físicas o químicas a

magnitudes eléctricas. Una magnitud eléctrica es una señal eléctrica, al igual se le considera como señal analógica que se representa como una función matemática continua, que sufre una variación continua dependiendo del estado del medio ambiente que le rodea. Por ejemplo, los voltajes que se generan de la voz y del video son señales analógicas que perciben una variación de acuerdo al sonido o la variación de la iluminación.

La mayoría de las magnitudes físicas, como la temperatura, la humedad, el sonido, la velocidad del viento y la intensidad de la luz se pueden transformar, mediante transductores, en señales de tensión o de corriente que varía con el tiempo.

Matemáticamente, las señales se representan como funciones de una o más variables independientes. Por ejemplo, las señales consistentes en tensiones o corrientes que varían con el tiempo, son funciones de una sola variable (el tiempo).

Una forma de clasificar las señales es atendiendo a la naturaleza de la variable independiente. Si la variable independiente es continua, la correspondiente señal se denomina señal en tiempo continuo, y está definida para valores continuos de la variable independiente. Ejemplos de señales continuas pueden ser una señal telefónica o de radio como función del tiempo, o la presión atmosférica como función de la altitud. En la figura 3.2 se muestra una señal analógica o señal en tiempo continuo, donde t es tiempo y $temp$ es temperatura, entonces, se dice que la temperatura está en función del tiempo (Soliman & Srinath 1999).

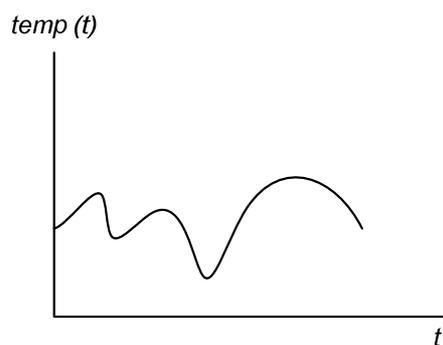


Figura 3.2. Señal analógica.

3.3. Señales digitales

“Las señales digitales son cuantificadas; varían a intervalos (escalones), entre los cuales no toman valores intermedios. Las señales digitales con que operan los sistemas electrónicos digitales son binarias, es decir, sólo toman dos estados diferenciados, denominados nivel lógico alto y nivel lógico bajo y representados por 1 y 0 respectivamente” (Fig. 3.3) (Hermosa Donate 1995, p. 1).

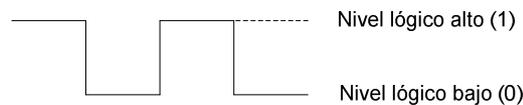


Figura 3.3. Señal digital.

3.4. Convertidores

En la toma de mediciones de variables físicas que por lo general no es una cantidad eléctrica, se tiene la necesidad de transformar estas mediciones en otro tipo de dato. Por ejemplo, si durante una fase de medición se obtienen datos analógicos, para operar con mayor facilidad esta información, es preciso llevar a cabo la conversión a dato digital, entonces para efectuar este proceso se requiere de elementos electrónicos que son los convertidores (Tabla I).

Tabla I. Tipos de convertidores.

Nombre	Señal de entrada	Señal de salida
Convertidor Analógico – Digital	Analógica	Digital
Convertidor Digital – Analógico	Digital	Analógica
Convertidor de Potencia	Analógica	Analógica

Los convertidores más usados son los ADC y DAC. La característica fundamental por la que se usan los convertidores electrónicos es que permiten la facilidad de conectarse a una computadora y transmitir o recibir información a través de los puertos de la computadora; por ejemplo, el puerto paralelo, el puerto serie y el puerto USB (Fig. 3.4) (Tocci & Widmer 2003).

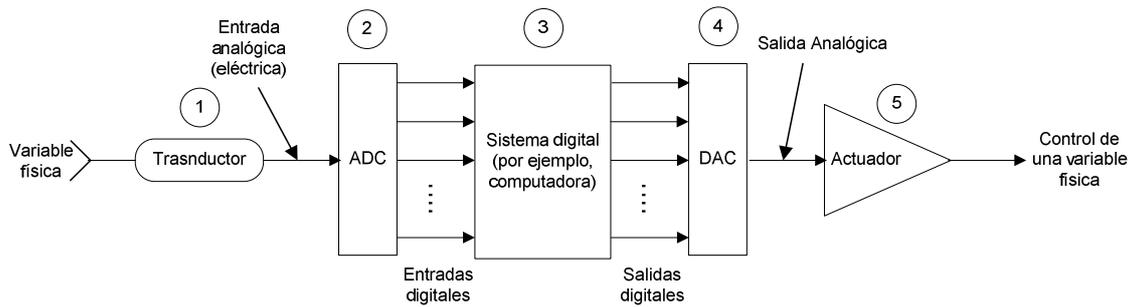


Figura 3.4. Los convertidores ADC y DAC permiten conectar una computadora con el mundo analógico.

Convertidor analógico digital (ADC)

Un ADC toma un voltaje analógico de entrada y produce un código digital de salida que representa la entrada analógica. La comparación entre un ADC y DAC es que un ADC es más complejo y más tardado en el proceso de realizar la conversión, también hay que resaltar que varios tipos de ADC internamente utilizan un DAC como parte de su circuitería, tal es el caso del ADC de tipo escalera, seguimiento y aproximaciones sucesivas (Fig. 3.5 y 3.6).

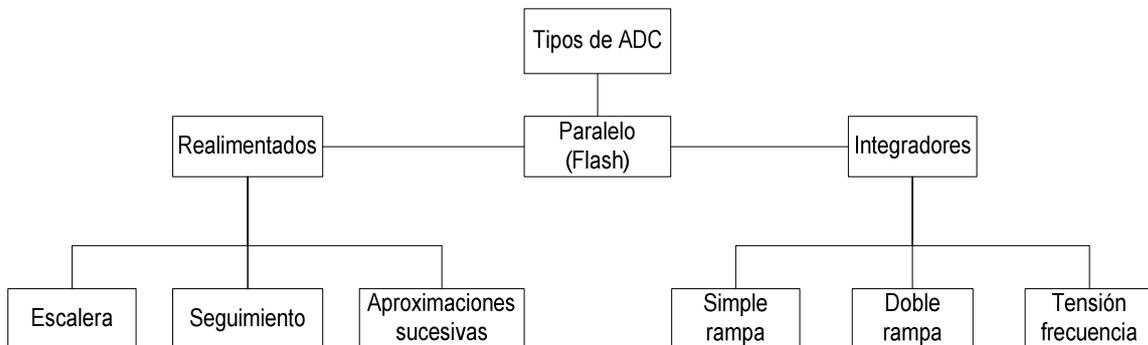


Figura 3.5. Tipos de ADC.

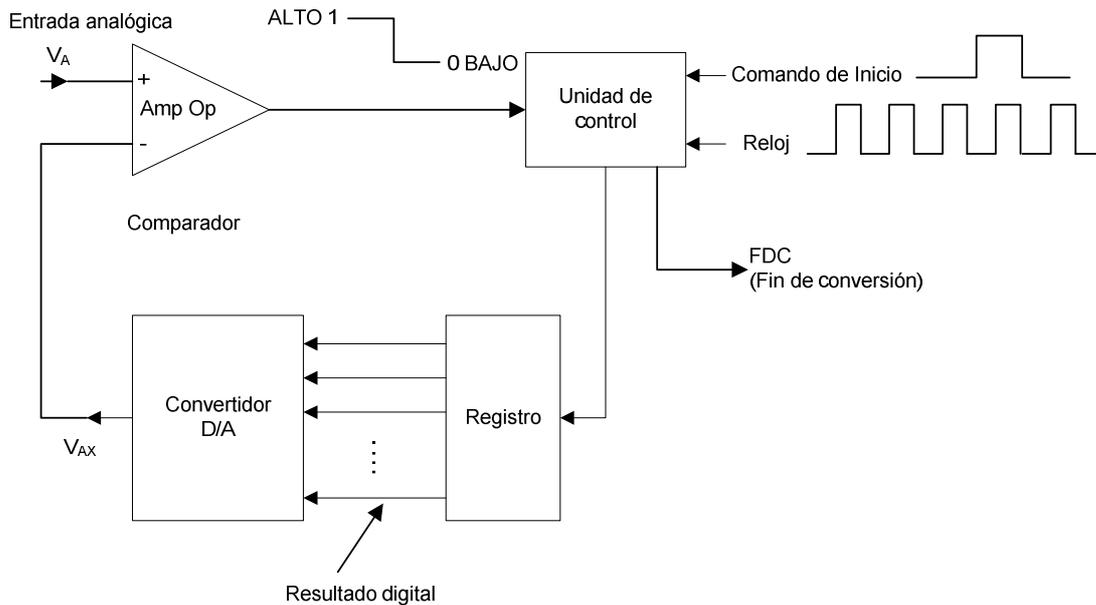


Figura 3.6. Diagrama de un convertidor ADC.

Las operaciones básicas que realiza un ADC consisten en los siguientes pasos (Tocci & Widmer 2003):

- El impulso de Comando de Inicio comienza la operación.
- En la frecuencia determinada por el reloj, la unidad de control modifica de manera continua el número binario que está almacenado en el registro.
- El número binario en el registro se convierte en un voltaje analógico, V_{AX} mediante el DAC.
- El comparador verifica V_{AX} con la entrada analógica V_A . Siempre que $V_{AX} < V_A$, la salida del comparador permanece en ALTO. Cuando V_{AX} excede V_A cuando menos por una cantidad igual a V_T (voltaje umbral), la salida del comparador pasa a BAJO y detiene el proceso de modificación del número de registro. En este punto, V_{AX} es un valor muy aproximado V_A . El número digital en el registro, que es el equivalente de V_{AX} , también es el equivalente digital aproximado de V_A , dentro de la resolución y precisión del sistema.
- La lógica de control activa la señal de fin de conversión, FDC, cuando ésta se completa.

Convertidor analógico digital ADC0808CCN

El ADC0808CCN es un circuito integrado de adquisición de datos que permite convertir 8 bits analógicos a digital. Este dispositivo ofrece alta velocidad, alta precisión en la conversión de datos y consume energía mínima. Este ADC tiene las siguientes características (Anexo C):

- Tiene 28 pines
- Tensión de alimentación: 0 a 5 VDC
- Resolución de 8 bits.
- Tiempo de conversión 100 μ s

Estas características hacen de este dispositivo ideal para aplicaciones de control o procesos automatizados (Fig. 3.7).



Figura 3.7. Convertidor analógico – digital ADC0808CCN.

3.5. Sensores

Un sensor es cualquier dispositivo que detecta una determinada acción externa. Desde luego, el hombre posee características sensoriales, empleando los cinco sentidos, que son la vista, el tacto, el oído, el gusto y el olfato (Fig. 3.8). Gracias a estos sentidos el hombre experimenta sensaciones como calor o frío, duro o blando, fuerte o flojo, agradable o desagradable, pesado o ligero. Además, a estas sensaciones se les han ido derivando más particularidades, por ejemplo: frío, fresco, tibio, templado, caliente y tórrido (Mayné 2003).

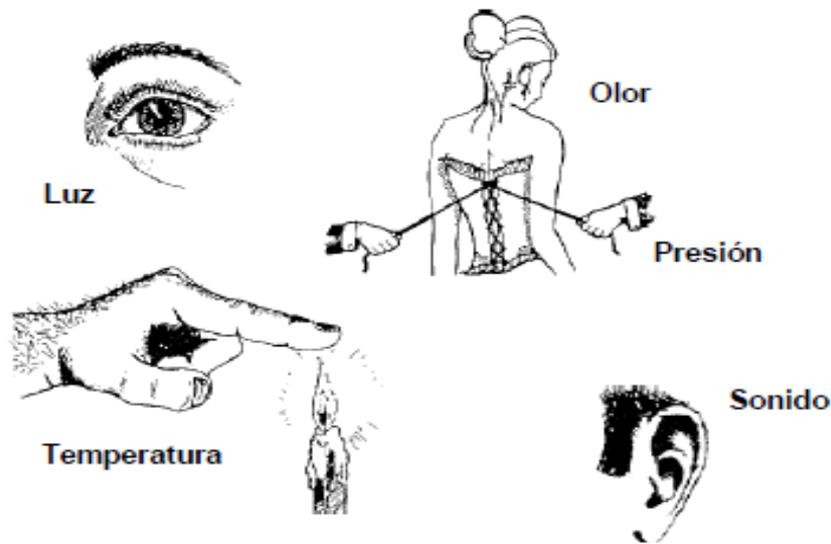


Figura 3.8. Características sensoriales del hombre.

Sensores electrónicos

Los sensores son elementos de un sistema que lo conectan con su entorno físico, excluido el usuario. Los sensores poseen la función de generar señales eléctricas en respuesta a magnitudes de entrada no eléctricas (Pallás Areny 1993). Esta herramienta ha aportado grandes avances en diferentes campos de estudio, además de proporcionar resultados de mediciones con exactitud, ofrecen la facilidad de operar con esas mediciones (Mayné 2003).

Los sensores se clasifican en analógicos y digitales, dependiendo de la forma de su señal de salida. Los sensores digitales generan señales de salida más simples que las que generan los sensores analógicos, sin embargo, no existen muchos dispositivos con la capacidad de dar directamente una salida digital en respuesta a una magnitud física de entrada. Los sensores digitales más comunes son los codificadores de posición. Los sensores analógicos se pueden clasificar en moduladores y generadores. Los moduladores requieren de un aporte de energía de alimentación para efectuar la transducción, en cambio, los generadores no la requieren, ya que la energía de su señal de salida procede del sistema o proceso dónde se mide. El objetivo de un sensor según sus características (Tabla II), es generar una salida eléctrica que corresponda con una determinada magnitud aplicada a su entrada (Pallás Areny 1993).

Tabla II. Características de los sensores.

Características	Descripción
Rango de medida	Dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor
Precisión	Es el error de medida máximo esperado
Offset o desviación de cero	Valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el <i>offset</i>
Linealidad o correlación lineal	Capacidad para proporcionar una indicación que tenga una relación lineal con una magnitud determinada distinta de una magnitud de influencia.
Sensibilidad de un sensor	Relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada
Resolución	Mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida
Rapidez de respuesta	Puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada
Derivas	Son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor
Repetitividad	Error esperado al repetir varias veces la misma medida

En la tabla III se muestran algunos de los tipos de sensores, su clasificación de transductor y su característica analógica y digital (Cruz Juárez 2008).

Tabla III. Tipos de sensores.

Magnitud	Transductor	Características
Posición lineal o angular	Potenciómetro	Analógica
	Encoder	Digital
Desplazamiento y deformación	Transformador diferencial de variación lineal	Analógica
	Galga extensiométrica	Analógica
	Magnetostrictivos	Analógica - Digital
	Magnetostrictivos	Analógica
Velocidad lineal y angular	LVDT	Analógica
	Dinamo tacométrica	Analógica
	Encoder	Digital
	Detector inductivo	Digital
	Servo – inclinómetros	Analógica - Digital
	RVDT	Analógica
Aceleración	Giróscopo	Analógica
	Acelerómetro	Analógica
	Servo – acelerómetro	Analógica
Fuerza y par (deformación)	Galga extensiométrica	Analógica
	Triaxiales	Analógica – Digital
Presión	Membranas	Analógica
	Piezoeléctricos	Analógica
	Manómetros digitales	Digital
Caudal	Turbina	Analógica
	Magnético	Analógica

Tabla III. Tipos de sensores (Continuación).

Temperatura	Termopar	Analógica
	RTD	Analógica
	Termistor NTC	Analógica
	Termistor PTC	Analógica
Sensores de presencia	Bimetal	1/0
	Inductivos	1/0
	Capacitivos	1/0
	Ópticos	1/0 y Analógica
Sensores táctiles	Matriz de contacto	1/0
	Piel artificial	Analógica
Visión artificial	Cámaras de video	Procesamiento digital
	Cámara CCD o CMOS	Procesamiento digital
Sensor de proximidad	Sensor final de carrera	Analógica
	Sensor capacitivo	Analógica
	Sensor inductivo	Analógica
	Sensor fotoeléctrico	Analógica
Sensor acústico (presión sonora)	Micrófono	Analógica
Sensor de acidez	IsFET	
Sensor de luz	Fotodiodo	Analógica
	Fotorresistencia	Analógica
	Célula fotoeléctrica	Analógica
Sensores captura de movimiento	Sensores inerciales	Analógica – Digital

3.6. Sensor de temperatura

“La temperatura es una magnitud física que indica la velocidad con que se mueven los átomos y las moléculas de la materia; se mide con el termómetro y se expresa en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$ o centígrados), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) o Kelvin ($^{\circ}\text{K}$). La escala más común es la de Andrés Celsius, ideada en el siglo XVIII por este científico sueco. Se divide en cien partes, cuyas bases son el punto de ebullición (100°C) y el de congelación (0°C) del agua pura a la presión atmosférica del mar. La radiación que incide en la superficie terrestre mantiene una temperatura promedio de 15°C ” (Aguilar Rodríguez 2004, p. 147).

La temperatura es una variable física clasificada como temperatura termodinámica que se considera como una de las cantidades básicas del Sistema Internacional (SI) y se representa por la unidad Kelvin. A esta unidad se le conoce como escala fundamental a la cual todas las unidades de temperatura deben referirse. Sin embargo, en 1972 la Seventh General Conference of Weights and Measure adoptó una escala práctica, la cual se ha modificado varias veces y ahora se llama escala práctica internacional de temperatura (Cooper & Helfrick 1991).

La temperatura está relacionada con muchas otras variables físicas que mantienen una relación entre sí por medio de las llamadas “funciones de estado”. En la actualidad la temperatura se ha convertido en algo básico y fundamental para establecer el estado de un sistema a controlar.

Para la medición de temperatura se han establecido sistemas o escalas térmicas de medida (Tabla IV), que se definieron con referencia a las condiciones particulares del agua pura a nivel del mar y en el Ecuador, el punto de fusión del agua y el punto de ebullición.

Tabla IV. Sistema de medición de temperatura.

Escala	Simbología	Valor
Centígrada o Celsius	°C	0 °C y 100 °C
Fahrenheit	°F	32 °F y 212 °F
Kelvin	°K	273.2 °K y 373.2 °K
Reamur	°R	0 °R y 80 °R

La diversidad de las aplicaciones ha provocado el desarrollo de dispositivos para censar la temperatura, como son sensores y transductores. Los sensores de temperatura se clasifican en termopares, resistivos y semiconductores (Mayné 2003).

Actualmente existen diversas herramientas para censar temperatura, sin embargo, para este proyecto de tesis se usó un sensor de temperatura LM35, este sensor es un transductor de tipo termopar que proporciona una salida analógica (Fig. 3.9), el cual es un circuito integrado de precisión que actúa como un sensor de temperatura calibrado directamente en grados centígrados (°C). Su tensión de salida es lineal y proporcional a la escala Celsius de temperatura, por tanto el LM35 posee la ventaja, frente a los circuitos integrados calibrados en grados Kelvin, de que no necesita sustraer una tensión constante elevada de su salida para ajustarse a una escala centígrada. EL LM35 tiene las siguientes características (García Moreno 1999):

- Tiene 3 pines
- Tensión de alimentación: 4 a 30 VDC
- Precisión Calibrada de 1 °C
- Salida lineal equivalente a 10 mV/°C
- Rango de medición de -55 °C a 150 °C

La variable física humedad se clasifica en (Samir 2001):

Humedad relativa (HR): es la razón entre la presión parcial de vapor actual y la presión de vapor de saturación, expresada generalmente en porcentaje (%). O de otra manera, es la cantidad de agua que contiene un gas expresada en tanto por ciento de la cantidad que el gas tendría en estado de saturación, a la misma temperatura y presión absoluta.

Humedad absoluta (HABS): es la razón entre la masa de agua presente en la mezcla (en [kg]), y el volumen (en [m^3]) de la misma (aire, tierra, etc.).

Humedad específica: es la razón entre la masa de agua y la masa de sustancia seca presentes en la mezcla ($[kg \text{ agua}] / [kg \text{ sustancia seca}]$).

Sensores de humedad:

- Sensores mecánicos
- Bulbos húmedos y secos
- Sensores por condensación
- Sales higroscópicas
- Sensores electrolitos
- Sensores por conductividad
- Sensores capacitivos
- Sensores infrarrojos
- Sensores piezoeléctricos
- Sensores de humedad en el suelo

En este proyecto de tesis se usó un sensor de humedad HIH – 4000, este sensor se clasifica en los tipos de sensores capacitivos (Fig. 3.10), que tiene las siguientes características:

- Tiene 3 pines de 2.5 mm de separación.
- Tensión de alimentación: 4 a 5.8 VDC.
- Rango de medición: 0 a 100 % de HR (humedad relativa).
- 0% HR es igual 0.958 V.
- 75.3% HR es igual 3.268 V.

Este sensor tiene aplicaciones en refrigeración, secadores, instrumentación, controles industriales, meteorología y resiste a vapores contaminantes, solventes orgánicos, cloro, amoníaco, etc. (Anexo C).

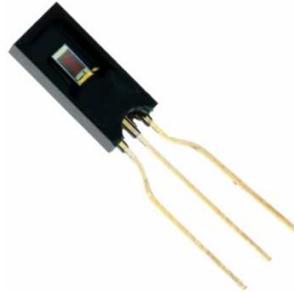


Figura 3.10. Sensor de humedad HIH - 4000.

3.8. Circuito integrado NE555

Es un circuito integrado monolítico muy popular, perteneciente al grupo de los temporizadores (*timers*), de bajo coste y elevadas prestaciones. Es un circuito muy estable cuya función primordial es la de producir pulsos de temporización con una gran precisión, funcionando como oscilador y estando especialmente diseñado para realizar multivibradores monoestables y astables (Anexo C).

El 555 presenta ciertas características que lo hacen aún más interesante (Carretero *et al* 2009) (Fig. 3.11):

- Alimentación simple, no necesita una tensión simétrica (dual), en su versión de bajo consumo oscila entre 2 V y 18 V.
- El ancho de los pulsos de salida es independiente de la tensión de alimentación, no necesitando una tensión estabilizada.
- En su funcionamiento como astable, la relación entre el tiempo en estado alto y en estado bajo de la señal de salida es regulable mediante resistencias externas.
- Su corriente de salida puede alcanzar hasta los 200 mA, cuando la tensión de salida se encuentra en estado alto.



Figura 3.11. Circuito integrado NE555.

3.9. Lenguaje de programación Java

En 1991 Sun Microsystems inició un proyecto a través de un grupo de trabajadores dirigidos por James Gosling para crear un hardware polivalente, con un sistema operativo (SunOs) y un lenguaje de programación denominado Oak en honor a un roble que tenía a la vista desde su ventana en las oficinas de Sun. Sin embargo, al finalizar en 1992, este proyecto no tuvo éxito, porque el costo era excesivo en comparación a los demás sistemas similares. Posteriormente, aparecieron los servicios a través de la red de redes, apareció el Mosaic y la World Wide Web que permiten difundir información libremente. Fue entonces cuando Sun aprovechó para difundir el lenguaje de desarrollo Oak por las redes del WWW, de tal manera que el proyecto llegó a manos de muchos programadores que aportaron sus mejoras al lenguaje de desarrollo Oak, haciendo que el proyecto fuera completamente funcional. Sin embargo, ya existía otro sistema con este nombre, fue por eso que se le asignó el nombre de Java, que se refiere a un tipo de café y tiene como logo una taza humeante. Entonces, para 1995 Sun distribuyó las primeras versiones de Java.

Java es un lenguaje de desarrollo de propósito general, y como tal, es válido para realizar todo tipo de aplicaciones profesionales.

Para la correcta ejecución de Java indistintamente del sistema operativo, es necesario tener instalado la máquina virtual de Java, por sus siglas en inglés JVM (Java Virtual Machine). La JVM es un programa totalmente gratis que permite interpretar y ejecutar instrucciones expresadas en código binario (bytecode), el bytecode es un archivo que se genera a partir del archivo fuente de java a través del compilador de Java. Otra herramienta fundamental que se requiere para realizar aplicaciones en Java es el JDK (en inglés Java Development Kit) o kit de desarrollo Java, que se compone de un compilador y un intérprete (JVM) para las líneas de comandos (Deitel & Deitel 2004).

3.10. Componentes de Java

Java proporciona poderosas herramientas para diseñar interfaces gráficas de usuario (GUI) con una apariencia visual única, esto hace que los usuarios puedan interactuar con mucha mayor facilidad con los programas. Desde los inicios de este lenguaje de programación, se tuvo la necesidad de crear herramientas de contexto gráfico AWT (Abstract Windows Toolkit), la cual contiene diferentes componentes para el desarrollo gráfico como son: botones, etiquetas, cuadros de listas desplegables, cuadro de texto y otros. La clase principal de AWT es la clase *java.awt.component*, de aquí se basan todos los componentes visuales de AWT. Por ejemplo, la clase *Button*, *java.awt.Button*, viene de *java.awt.Component* y la clase *Component*, se deriva directamente de la clase *java.lang.Object*. Cada uno de los componentes tiene a su vez métodos. Sin embargo, se ha creado otra herramienta mucho más extensa que AWT, esta herramienta se llama Swing que es un conjunto de paquetes construido en la parte más alta de AWT y proporciona un gran número de clases reconstruidas (aproximadamente 250 clases y 40 componentes GUI). Todos los componentes de Swing se derivan de la clase *JComponent* y ésta se deriva de la clase AWT *Container*. Todos los componentes Swing son componentes AWT y se pueden mezclar controles AWT con controles Swing en los programas (Holzner 2005).

En la tabla VI se muestran algunos componentes que incluyen el AWT y Swing.

Tabla VI. Algunos componentes de AWT y Swing.

AWT	Swing
Applet	JApplet
Button	JButton
Combobox	JComboBox
Dialog	JDialog
Frame	JFrame
Label	JLabel
List	JList
Menu	JMenu
—	JMenuBar
—	JMenuItem
—	JOptionPane
Panel	JPanel
—	JPasswordField

Tabla VI. Algunos componentes de AWT y Swing (Continuación).

RadioButton	JRadioButton
—	JScrollBar
—	JSeparator
ScrollPane	JScrollPane
—	JTable
TextArea	JTextArea
TextField	JTextField
—	JTree
—	JSplitPane

Librería JFreeChart

La librería JFreeChart es totalmente libre, sujeta bajo los términos GNU (General Public Licence) para desarrollar aplicaciones gráficas en plataforma Java (Applets, Servlets y JSP). Fue creada en el año 2000 por David Gilbert. Esta librería soporta la implementación de gráficas circulares, gráficas de barra (horizontal, vertical, regular y con efecto 2D y 3D opcional), gráficas lineales, gráficas de dispersión, gráficas de termómetro, gráficas de serie de tiempo, gráficas de área, gráficas de Gantt y muchas otras gráficas más.

JFreeChart, permite realizar diferentes tipos de salidas de formatos de archivos, incluyendo los componentes de Swing, archivos de imagen (PNG Y JPEG), gráficas vectoriales y archivos con formato (PDF, EPS y SVG), también cuenta con las características de zoom interactivo, eventos y herramientas (Gilbert 2002).

JCalendar

La librería JCalendar es un componente de la interfaz gráfica de Java (Swing) que proporciona la facilidad para seleccionar fechas (año, mes y día), esta librería permite agregar un calendario de fechas en Java, mostrando una interfaz gráfica de un calendario normal, asimismo, se pueden recorrer meses anteriores y posteriores al mes actual, al igual que los años. La librería JCalendar contiene muchas propiedades que permiten configurar el calendario adecuadamente, programar una configuración de los días hábiles, días festivos que hay que tomar en cuenta dentro del sistema de trabajo (Fig. 3.12) (Ber 1995).



enero 2011						
l	m	m	j	v	s	d
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

Figura 3.12. Interfaz gráfica del calendario que proporciona la librería JCalendar.

3.11. Manejo de procesos en Java

La técnica de ejecución de procesos o programación concurrente consiste en realizar más de una actividad a la vez de forma paralela. Por ejemplo, cuando se descarga un video, es tedioso esperar hasta que termine la descarga para reproducirlo, es por eso que las tareas se dividen en procesos, un proceso estará descargando el video, mientras que el otro proceso ejecuta la parte del video que se haya descargado en memoria. En este ejemplo únicamente se mencionaron dos procesos, sin embargo, un sistema se puede componer de muchos procesos que trabajen de forma paralela, y también cada proceso puede contener a su vez otros subprocesos (Fig. 3.13). El lenguaje de programación Java soporta y proporciona gran facilidad para usar esta técnica o método. Los procesos contienen una sucesión de códigos en ejecución que se denominan Thread (hilos) o también se le conoce como multitarea, esto pasa cuando una computadora realiza varias tareas a la vez (Deitel & Deitel 2004).

Los threads realizan operaciones por medio de la interfaz *java.lang.Runnable*, esta interfaz se define con un solo método llamado `run()` que puede contener cualquier código. El cual se ejecutará cuando se enlace el Thread. Por lo tanto, para que una clase realice tareas concurrentes, se debe implementar *Runnable* y programar el método `run()`. La implementación de Thread consiste en (Sánchez 2004):

1. Crear una clase que implemente *Runnable*.
2. Definir el método `run()` y en él las acciones que tomará el hilo de programa.
3. Crear un objeto Thread tomando como parámetro un objeto de la clase anterior.
4. Ejecutar el método `start()` de Thread para ejecutar el método `run()`.

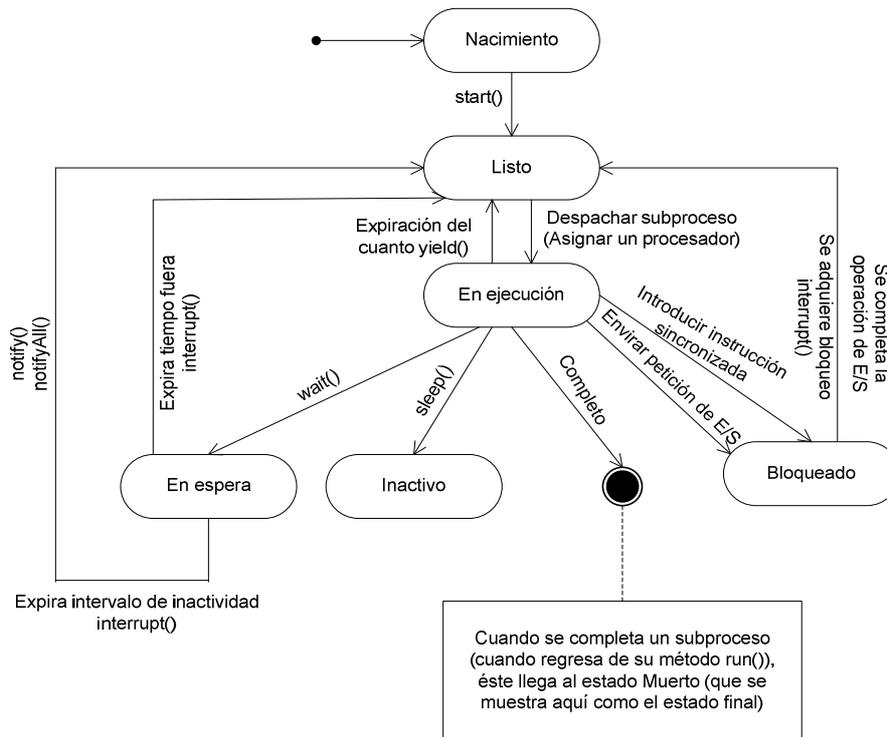


Figura 3.13. Diagrama de estados del ciclo de vida de un subproceso.

3.12. MySQL

MySQL es un sistema gestor de bases de datos (SGBD), una gran mayoría de aplicaciones han utilizado esta poderosa herramienta porque ofrece simplicidad y notable rendimiento. Esta herramienta ha sido utilizada en aplicaciones comerciales y de entretenimiento, precisamente por su facilidad de uso y la rapidez en responder a las peticiones. Además de estas características, MySQL se obtiene como libre distribución en Internet bajo licencia GPL que proporciona alto grado de estabilidad y un rápido desarrollo.

Este sistema manejador de base de datos está disponible para diversas plataformas de sistemas operativos Windows, Linux y MAC.

MySQL ha obtenido popularidad por tener las siguientes características (Casillas Santillán, Gibert Ginestá & Pérez Mora 2005):

- Está desarrollado en C/C++.
- Se distribuyen ejecutables para diecinueve plataformas diferentes.
- La API se encuentra disponible en C, C++, Eiffel, Java, Perl, PHP, Python, Ruby y TCL.

- Está optimizado para equipos de múltiples procesadores.
- Es muy destacable su velocidad de respuesta.
- Se puede utilizar como cliente – servidor o incrustado en aplicaciones.
- Cuenta con un rico conjunto de tipos de datos.
- Soporta múltiples métodos de almacenamiento de las tablas, con prestaciones y rendimiento diferentes para poder optimizar el SGBD a cada caso concreto.
- Su administración se basa en usuarios y privilegios.
- Se tiene constancia de casos en los que maneja cincuenta millones de registros, sesenta mil tablas y cinco millones de columnas.
- Sus opciones de conectividad abarcan TCP/IP, sockets UNIX y sockets NT, además de soportar completamente ODBC.
- Los mensajes de error pueden estar en español y hacer ordenaciones correctas con palabras acentuadas o con la letra ñ.

Conector MySQL

Para realizar la comunicación entre el lenguaje de programación Java y el manejador de bases de datos MySQL es importante hacer la llamada a la librería que permita realizar esta conexión (conector MySQL) con el JDBC. Esto sucede porque no todas las bases de datos funcionan de igual forma, en caso de que se realizara la comunicación de Java a una base de datos en Microsoft Access, es preciso agregar la base de datos al ODBC desde las herramientas administrativas de Windows, sin embargo, Sun Microsystems Inc., desarrolló el conector MySQL para realizar directamente la comunicación a JDBC.

3.13. Comunicación de datos vía puerto paralelo

En el año de 1981, cuando la IBM (International Business Machines) lanza las primeras computadoras personales (PC), estas computadoras ya contaban con el puerto paralelo y el puerto serie, con la característica de que en el puerto paralelo se transmitían 8 bits a la vez y en el puerto serie se hacía uno por uno. Desde un principio, el puerto paralelo se creó para controlar las operaciones de una impresora, no obstante, actualmente un gran número de desarrolladores emplean el puerto paralelo para establecer la comunicación con diferentes

dispositivos electrónicos, por eso mismo, los proyectos en las universidades emplean este medio de transmisión de datos, por ejemplo, armar brazos mecánicos, aplicaciones de seguridad a través de cámaras y muchas otras aplicaciones en donde se desea enviar y recibir datos.

Actualmente, por medio del puerto paralelo se pueden enviar y recibir 8 bits de manera bidireccional.

A través del puerto paralelo se pueden comunicar infinidad de dispositivos electrónicos, adecuándose al propósito del usuario. Cada uno de los lenguajes de programación tiene específicamente su metodología de comunicación con el puerto paralelo, la comunicación se establece por medio de un conector DB – 25, dispositivo de 25 pines (Fig. 3.14) (Timossi 2008).

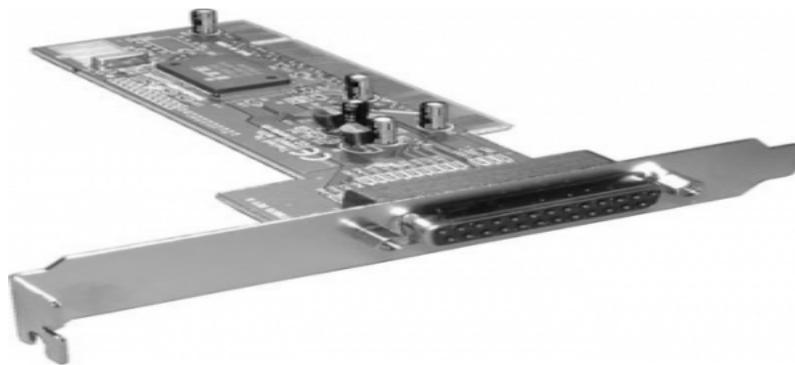


Figura 3.14. Interfaz del puerto paralelo.

Dispositivo DB – 25 conector físico del puerto paralelo

Para establecer la comunicación entre un dispositivo electrónico y la computadora a través del puerto paralelo se usa el conector DB-25 de 25 pines, en el cual, los pines se agrupan con diferentes características. El conector DB – 25 se clasifica en hembra y macho (Fig. 3.15).

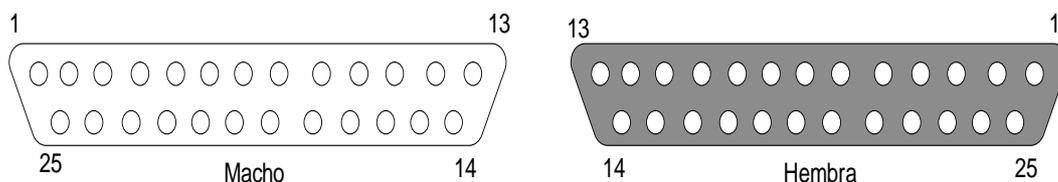


Figura 3.15. Interfaz DB-25 macho y hembra para la conexión al puerto paralelo.

El puerto paralelo se visualiza de dos formas, visto desde la arquitectura del hardware y software; en la parte del hardware el puerto cuenta con un conector hembra DB – 25 y la parte del software, el puerto paralelo cuenta con tres registros (datos, estado y control) que ocupan tres direcciones de Entrada/Salida (I/O) consecutivas de la arquitectura x86 (Fig. 3.16) (González Fernández 2003).

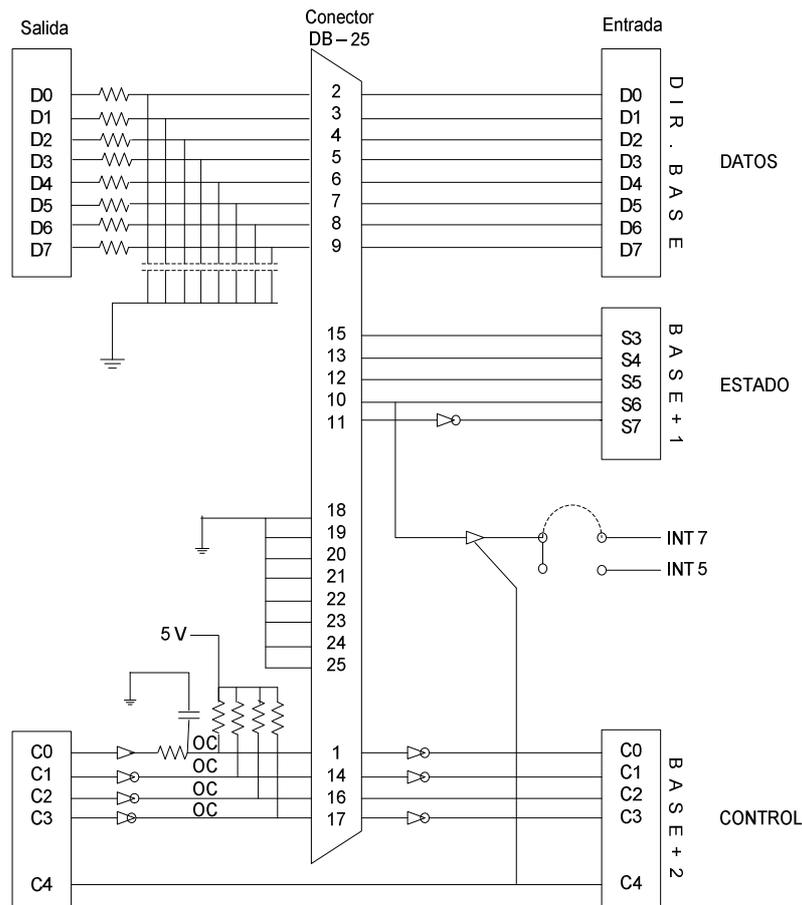


Figura 3.16. Puerto paralelo usado como entrada/salida de propósito general.

El puerto paralelo está formado por 17 líneas de señales y 8 líneas de tierra. Las líneas de señales están formadas por tres grupos (Fig. 3.17).

- Líneas de control.
- Líneas de estado.
- Líneas de datos.

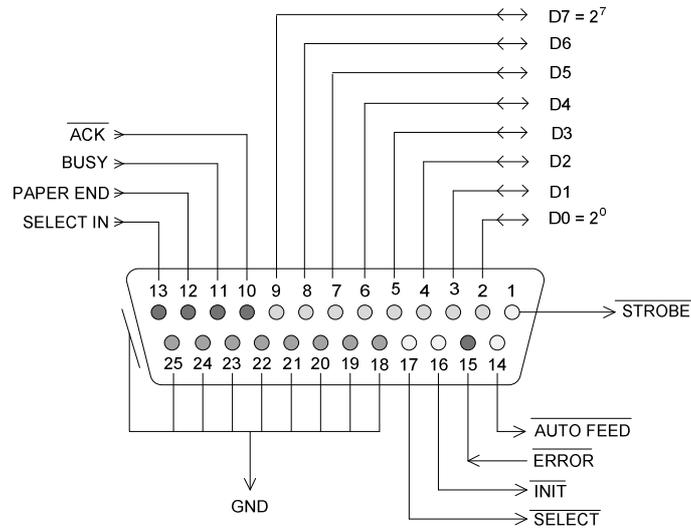


Figura 3.17. Clasificación de los pines del DB – 25.

- 8 pines son para salida de datos (registro de datos). Sus valores son únicamente modificables a través de software, y van del pin 2 (D0) al pin 9 (D7).
- 5 pines son de entrada de datos (registro de estado). Únicamente modificables a través del hardware externo. Estos pines son el 10, 11, 12, 13 y 15, del más al menos significativo.
- 4 pines son de control (registro de control), numerados del más al menos significativo 17, 16, 14 y 1. Habitualmente son salidas, aunque se pueden utilizar también como entradas. Se pueden modificar tanto por software como por hardware.
- Las líneas 18 a 25 van a tierra.

En este capítulo se describió la metodología de adquisición de datos, los componentes electrónicos, como son el ADC0808CCN, LM35, HIH - 4000 y NE555, el lenguaje de programación Java, el sistema de base de datos MySQL, las librerías como son JFreeChart, conector MySQL y JCalendar, así como el puerto paralelo. En el siguiente capítulo se describe el proceso de adquisición de datos, la programación del puerto paralelo, la resolución y la salida digital del ADC0808CCN, la representación del muestreo de temperatura, normalización y exportación de datos, diseño del circuito y de la base de datos, la implementación del código fuente y las pruebas del sistema.

CAPÍTULO 4. DESARROLLO DEL TEMA

En este capítulo se describe el proceso de adquisición de datos, la lectura de los datos a través del puerto paralelo, la normalización y la exportación de los datos en archivos con extensión CSV, también se describe el diseño del circuito, el diseño de la base de datos, la programación y las pruebas del sistema.

4.1. Estructura de la adquisición de datos

En la implementación del sistema de monitoreo de variables físicas se contemplaron varias formas para transmitir los datos que se están monitoreando con los instrumentos electrónicos. Se puede hacer la transferencia por medio del puerto serial, puerto paralelo o puerto USB. En este caso se empleó el puerto paralelo a través de un conector DB-25 como medio de comunicación de datos de la PC al *protoboard*, donde se encuentra el circuito que recoge las señales que envía el sensor de medición de variables físicas y hace la transferencia de datos a la computadora donde se almacenan en una base de datos y se

muestra la interpretación de los datos en forma gráfica. Se optó este medio de transmisión de datos porque es más sencillo y su función es muy adecuada para este tipo de aplicación (Fig. 4.1).

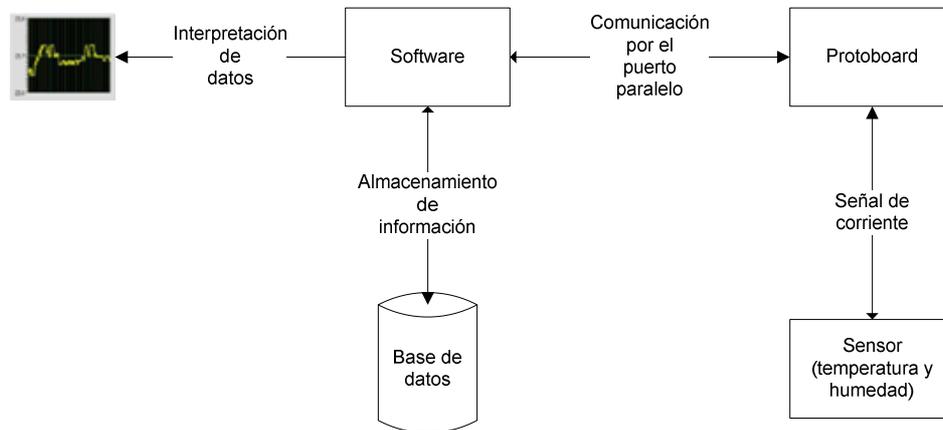


Figura 4.1. Diseño del sistema de monitoreo a través del puerto paralelo.

4.2. Lenguaje de programación, sistema operativo Windows y base de datos

El sistema de monitoreo de variables físicas se desarrolló en el lenguaje de programación Java, que es un lenguaje multiplataforma de alto nivel y proporciona herramientas útiles para desarrollar interfaces de calidad, también permite interactuar con otros lenguajes de programación, manteniendo la transacción de la información con el manejador de base de datos MySQL. Esta herramienta permite administrar grandes cantidades de información a través de tablas, manteniendo la integridad de información según el diseño del usuario. El sistema de monitoreo de variables físicas se desarrolló en el sistema operativo Windows, manteniendo todos los procesos de transacción de datos de forma adecuada. Se eligieron estas herramientas porque son más fáciles de operar, ya que se está familiarizado con ellas (Fig. 4.2).

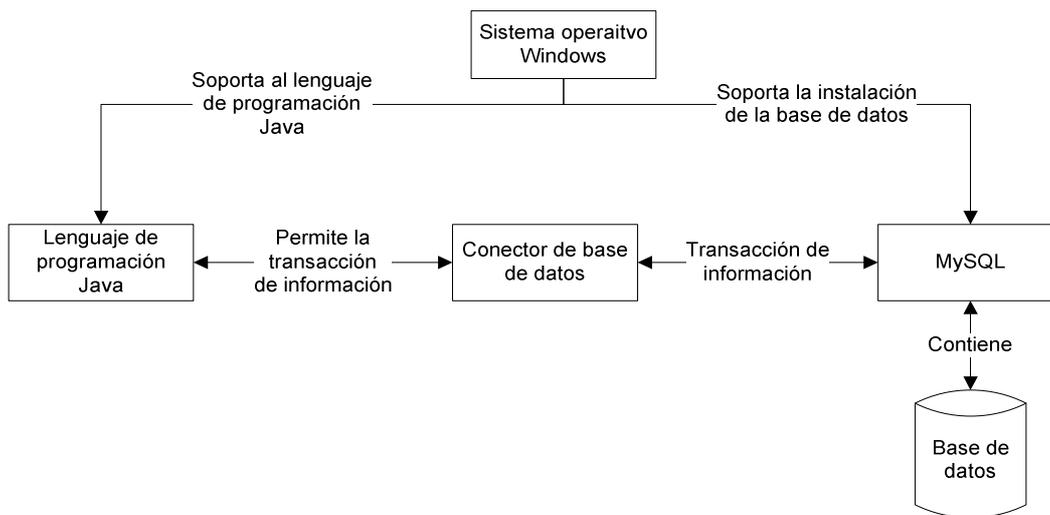


Figura 4.2. Diseño de la conexión de la base de datos en Java.

4.3. Proceso de adquisición de datos

Para llevar a cabo el proceso de adquisición de datos, se requiere de la configuración del puerto paralelo de la computadora. En la tabla VII se muestra de forma general la configuración del puerto paralelo (37AH y 378H) a través del DB – 25, ya que en el apartado 4.4 se describe con mayor detalle dicha configuración. El puerto 37AH se usa como entrada de datos al circuito electrónico, lo cual indica que la PC envía una petición al circuito, éste resuelve la petición y envía los resultados por el puerto 378H, el cual está configurado como salida de datos del circuito a la PC. Para encontrar los valores que a continuación se mencionan, se realizaron varios experimentos, hasta hallar los valores que proporcionan mayor precisión en la adquisición de los datos.

Tabla VII. Configuración del puerto paralelo para la adquisición de datos.

Puerto	Bit activado	Valor decimal para activar	Tiempo de retardo en milisegundos	Pin del db – 25	Procesos en ejecución
37AH	C5	43	—	—	Prepara los registros para realizar una acción
37AH	C0(-) y C5	42	1	1 (encendido)	start on
37AH	C5	43	200	1 (apagado)	start off
37AH	C1(-) y C5	41	100	14 (encendido)	output enabled on
378H	C0, C1, C2, C3, C4, C5, C6 y C7	—	50	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	Se envían los datos a la PC
37AH	C5	43	50	14 (apagado)	output enabled off

Para esta configuración se especifica qué número del pin del DB-25 va a realizar el inicio **start** de la llamada de datos. En este caso se optó por programar el pin 1, que se considera un pin del registro de control (37AH), dicho pin establecerá la comunicación a través del convertidor ADC0808CCN. Es preciso recordar que el ADC que se emplea para este proyecto de tesis es de 8 bits, por tanto, se debe especificar un tiempo de inicio al ADC0808CCN, para que éste a su vez realice la conversión del dato de la variable física, que como tal es una señal eléctrica (señal analógica) y se tiene que transformar a señal digital (Fig. 4.3).



Figura 4.3. Señal de inicio para realizar la adquisición de los datos.

Después de realizar el proceso de inicio **start** de la captura de datos, se debe especificar un tiempo de espera, en este caso se establecieron 200 milisegundos para habilitar el proceso de la conversión **output enabled**. Para realizar este proceso se programó el pin 14 que se encuentra dentro del registro de control (37AH), esto sucede porque el ADC0808CCN requiere de un tiempo mínimo para efectuar la conversión de dato analógico a dato digital y enviar el dato convertido a la computadora a través del puerto paralelo (Fig. 4.4).

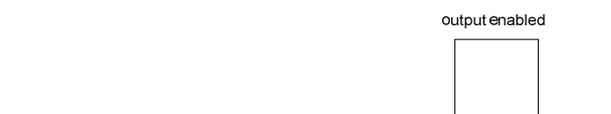


Figura 4.4. Señal de espera del ADC0808CCN para realizar la conversión.

Cuando el ADC0808CCN haya concluido con el proceso de conversión del dato analógico a dato digital, entonces se debe enviar la información a la computadora o indicar que se ha finalizado el proceso de conversión. En la figura 4.5 se muestra el valor de impedancia **Z** que equivale a 0, que se refiere al tiempo de retardo en realizar la conversión de dato analógico a dato digital y el bloque **Dato** es el dato convertido para ser enviado a la computadora.

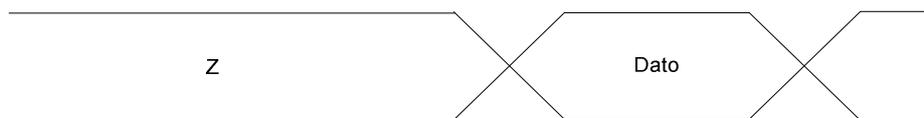


Figura 4.5. Señal que indica la conversión de dato analógico a dato digital.

Los tres procesos (**start**, **output enabled** y **Z**) que se describieron anteriormente, conforman el ciclo repetitivo para la medición de variables físicas. Esto sucede cuando el sistema de monitoreo realiza una petición de dato al ADC0808CCN a través del puerto paralelo (Fig. 4.6).

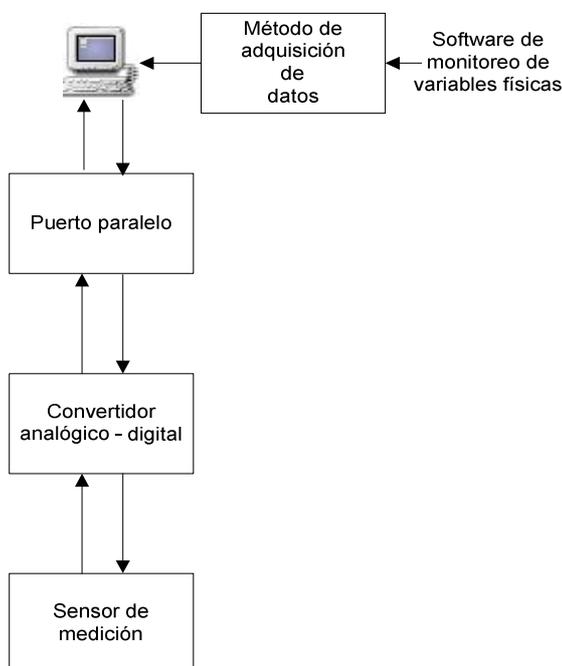


Figura 4.6. Sistema cíclico del proceso de adquisición de datos.

4.4. Programación del puerto paralelo

El puerto paralelo permite establecer la comunicación del *protoboard* dónde se encuentra montado el ADC0808CCN y el sensor de medición con la computadora. Para esto se requiere la configuración de los pines del puerto paralelo, los cuales se agrupan de la siguiente forma:

- Registro de datos: 378H
- Registro de estado: 379H
- Registro de control: 37AH

Para establecer la comunicación en el sistema de monitoreo de variables físicas únicamente se usan los registros de datos y de control. El registro de datos normalmente está configurado como salida, sin embargo, se puede configurar como entrada. Para realizar esta configuración se debe tomar el registro de control y hacer que el bit C5 de la tabla VII en la fila 2 tome el valor de 1 o activado. Los pines del registro de datos (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9) tienen un determinado número de bit, como se muestra en la tabla VIII.

Tabla VIII. Número de pines y el bit correspondiente a cada pin del registro de datos.

PIN	Bit	
2	C0	Menos significativo LSB (Least Significant Bit)
3	C1	
4	C2	
5	C3	
6	C4	
7	C5	
8	C6	
9	C7	Más significativo MSB (Most Significant Bit)

En cada toma de medición de variable física se debe realizar la configuración del ADC0808CCN para que se lleve a cabo el proceso de la conversión de datos analógico a digital de forma correcta. El Sistema de monitoreo de variables físicas debe enviar una señal de inicialización, denominada **start on**. Con esta instrucción el ADC0808CCN se prepara para comenzar a pedir un dato analógico al sensor de medición, cuando el convertidor capta la señal analógica es cuando la señal de **start on** pasa a **start off**, y aquí se hace la conversión de dato analógico a dato digital. A este proceso se le denomina **output enabled**, posteriormente se envía la información a la computadora, a través de los 8 pines del registro de datos.

Los tiempos que se muestran en la figura 4.7, permiten configurar el proceso de conversión que realiza el ADC0808CCN.

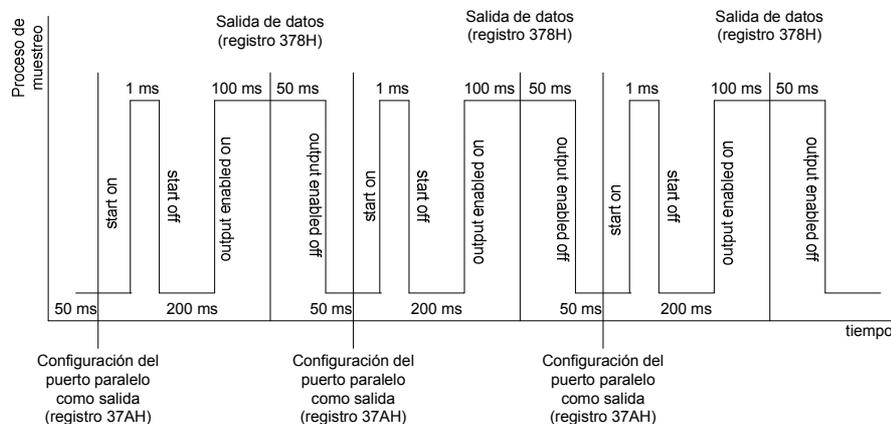


Figura 4.7. Procesos **start** y **output enabled** que realiza el ADC0808CCN.

La ventaja que se obtiene al utilizar el lenguaje de programación Java es la facilidad de manipular varios procesos a la vez. Por ejemplo, en la programación del sistema de monitoreo se ejecutan varios procesos a la vez, un proceso puede llevar el control del tiempo de muestreo (fecha, horas, minutos y segundos), otro proceso se encarga de almacenar los datos en la base de datos y otro proceso se encarga de visualizar los datos y la gráfica de muestreo.

Configuración del registro de control 37AH como entrada

En la tabla IX se muestra la descripción del registro de control 37AH, aquí se representan los valores que toma cada uno de los pines de este registro, el número de bit que le corresponde y su respectivo nombre.

Tabla IX. Descripción del registro de control 37AH.

Bit	Pin	Nombre	Valor	
C0	1	STROBE	0 = alto	1 = bajo
C1	14	AUTO FEED	0 = alto	1 = bajo
C2	16	INIT	1 = alto	0 = bajo
C3	17	SELECT	0 = alto	1 = bajo
C4	—	IRQ ENABLE	1 = activado	0 = desactivado
C5	—	BIDIREC. PORT	1 = disponible (entrada) 0 = no disponible (salida)	

Para realizar un proceso de muestreo a través del puerto paralelo, se debe configurar el puerto de entrada, esto con la finalidad de preparar los registros y puedan ejecutar una acción. En este caso, para que el registro de control pueda estar configurado como entrada, el bit C5 debe estar activado. Se debe considerar que algunos de los bits están negados, cuando esto sucede, entonces, el valor que produce el bit se invierte. Por ejemplo, si se escribe un 1, entonces se produce un 0, de lo contrario se produce un 1. En la tabla X se muestra la configuración del registro de control 37AH, donde se indica que el bit C5 debe estar activado y todos los demás bits desactivados. Esta configuración genera el valor binario de 101011 que equivale a 43 en decimal.

Tabla X. Combinación de los bits para configurar el registro de control 37AH.

C5	C4	C3 (-)	C2	C1(-)	C0 (-)	Decimal
1	0	1	0	1	1	= 43

En la línea 12 del código 1 (apartado 4.12) se muestra cómo el registro de control (37AH) recibe el valor 43 para configurar el puerto de control como entrada.

Configuración del registro de control 37AH como start y output enabled

Después de haber configurado este registro como entrada, ahora se tomará el pin 1 para configurar el proceso **start** y el pin 14 para configurar el proceso **output enabled**. El pin 1 se encarga de activar el **start on** (activado) del convertidor ADC0808CCN, esto se debe a que cada vez que se realice la petición de una muestra al ADC0808CCN, éste se activa para efectuar el proceso de conversión del dato analógico a dato digital. Algo muy importante es saber qué dato se le va enviar al puerto para que se ejecute esta petición. Considerando que el pin 1 corresponde al bit 0, se toma el valor 42; este proceso se lleva a cabo como se muestra en la tabla XI. Entonces el número 42 configura el pin 1 como estado activo, como se muestra en la línea 13 del código 1 (apartado 4.12). Ahora se le asigna un tiempo para que el ADC0808CCN se active, en este caso se le asignó el tiempo de 1 milisegundo como se muestra en la línea 14 del código 1.

Tabla XI. Combinación de valores del registro 37AH para configurar el proceso **start on**.

C5	C4	C3 (-)	C2	C1(-)	C0 (-)		Decimal
1	0	1	0	1	0	=	42

Después de ejecutar el **start on**, se prepara el ADC0808CCN para realizar el proceso de **output enabled** conversión de dato analógico a dato digital. Sin embargo, se debe considerar que el puerto no puede ejecutar más de dos operaciones a la vez. Por lo tanto, se requiere reiniciar la configuración del puerto como se mencionó anteriormente, tomando el mismo valor 43 (Tabla X) como se muestra en la línea 15 del código 1. Este proceso también es de utilidad para cambiar el valor de **start on** a **start off** (activado - desactivado) y asignar un tiempo de 200 milisegundos para que el ADC0808CCN pueda ejecutar este proceso, esto se muestra en la línea 16 del código 1.

Cuando el ADC0808CCN está preparado para continuar con la señal de **output enabled** se activa el pin 14 del registro de control (37AH). El pin 14 se representa como bit 1 que equivale a C1(-), entonces, para estar activado debe tomar un valor de 0, lo cual se invierte y produce un 1 y todos los demás deben estar desactivados. En la tabla XII se muestra el valor binario de 101001 que equivale a 41 en decimal. En la línea 17 del código 1 se muestra como asignar el valor de 41 y en la línea 18 el tiempo de retardo de 100 milisegundos.

Tabla XII. Combinación de valores del registro 37AH para configurar el proceso **output enabled** en **on**.

C5	C4	C3(-)	C2	C1(-)	C0 (-)		Decimal
1	0	1	0	0	1	=	41

Después de que se haya enviado los datos a la computadora, es necesario reiniciar la configuración del puerto paralelo tomando el mismo valor 43 (Tabla X), este valor se configura en la línea 21 del código 1. Este proceso también se utiliza para activar la señal de **output enabled** en **on** a **off** (activado - desactivado) y se asigna un tiempo de 50 milisegundos para que se pueda reiniciar los procesos del ADC0808CCN, esto se muestra en la línea 22 del código 1.

Configuración del registro de datos 378H

En la tabla XIII se muestra la descripción del registro de datos 378H, los valores que toma cada uno de los pines, el número que le corresponde y su respectivo nombre.

Tabla XIII. Descripción del registro de datos 378H.

Bit	Pin	Nombre	Valor	
C0	2	D0	1 = alto	0 = bajo
C1	3	D1	1 = alto	0 = bajo
C2	4	D2	1 = alto	0 = bajo
C3	5	D3	1 = alto	0 = bajo
C4	6	D4	1 = alto	0 = bajo
C5	7	D5	1 = alto	0 = bajo
C6	8	D6	1 = alto	0 = bajo
C7	9	D7	1 = alto	0 = bajo

A través de estos 8 pines se transmiten los datos de muestreo que procesa el ADC0808CCN del sensor de medición. El registro de datos 378H tiene la función de enviar los datos digitales que se obtienen del circuito a la computadora, donde el sistema recolecta dicha información y la almacena en la base de datos. En la línea 19 del código 1 se muestra la instrucción para enviar los datos a la computadora y en la línea 20 se muestra el tiempo de retardo de 50 milisegundos para continuar los procesos de configuración del registro de control mencionado anteriormente.

Cuando el ADC0808CCN envía el valor convertido a través del registro de datos 378H, los registros toman valores binarios 0's y 1's en el rango decimal de 0 a 255. Por ejemplo, si el ADC0808CCN envía un valor de 25, los registros de datos del puerto paralelo se activan con el valor 00011001 = 25. La tabla XIV, muestra más ejemplos de la combinación de valores en los registros, para enviar un valor decimal al sistema de monitoreo de variables físicas.

Tabla XIV. Combinación de bits del registro 378H para enviar un dato decimal a la computadora.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	=	Valor decimal censado
0	0	0	0	0	0	0	0	=	0
0	0	0	0	0	0	0	1	=	1
0	0	0	0	0	0	1	0	=	2
0	0	0	0	0	0	1	1	=	3
0	0	0	0	0	1	0	0	=	4
0	0	0	0	0	1	0	1	=	5
0	0	0	0	1	0	1	0	=	10
0	0	0	1	0	1	0	0	=	20

Tabla XIII. Combinación de bits del registro 378H para enviar un dato decimal a la computadora

(Continuación).

0	0	0	1	1	1	1	0	=	30
0	0	1	0	1	0	0	0	=	40
0	0	1	1	0	0	1	0	=	50
0	1	1	0	0	1	0	0	=	100
1	0	0	1	0	1	1	0	=	150
1	1	0	0	1	0	0	0	=	200
1	1	1	1	1	1	1	1	=	255

4.5. Resolución del ADC0808CCN

Para censar los datos de una variable física usando el componente electrónico ADC0808CCN, se debe considerar la resolución que produce el mismo, tomando en cuenta que a mayor resolución del ADC mayor será la precisión del resultado (Ec. 2). Asimismo, se debe tener en especial consideración el voltaje que se le suministra al ADC0808CCN.

$$LSB = \frac{\text{voltaje}}{2^n - 1}, \quad (2)$$

donde:

LSB = Resolución
 voltaje = Voltaje de entrada suministrado al ADC
 n = Número de bits del ADC

El ADC0808CCN que es de 8 bits tiende a recibir como voltaje de entrada 5 V, entonces aplicando la ecuación 2 se obtiene 0.0196 V, lo cual indica que por cada 0.0196 V que aumenta el nivel de tensión de la entrada producirá una variación de una unidad en su salida digital del ADC0808CCN.

4.6. Salida digital del ADC0808CCN

Tomando la resolución (LSB) de la ecuación 2 y el voltaje que muestrea el sensor de medición se puede obtener la salida digital del ADC0808CCN, como se muestra en la ecuación 3:

$$salidaDigital = \frac{voltajeSensor}{LSB}, \quad (3)$$

donde:

<i>salidaDigital</i>	=	Es el valor digital convertido de un valor analógico.
<i>voltajeSensor</i>	=	Es el voltaje que recibe el ADC0808CCN para convertir
<i>LSB</i>	=	Resolución

Para obtener la salida digital que convierte el ADC0808CCN se aplica la ecuación 3. Los datos que le envía el sensor al ADC0808CCN son datos analógicos o voltaje, donde la cantidad de voltaje varía dependiendo del comportamiento del ambiente. En la tabla XV se muestra un ejemplo de la conversión del voltaje del sensor a la salida digital en forma binaria.

Tabla XV. Conversión analógico – digital.

Voltaje de entrada – analógico (V)	Valor salida – digital
0	0000 0000
0.1	0000 0101
0.2	0000 1010
0.3	0000 1111
0.4	0001 0100
0.5	0001 1001
1	0011 0011
5	1111 1111

4.7. Exportar datos en archivo CSV

La información que se obtiene en cada muestreo, automáticamente se almacena en los registros de la base de datos y por cada dato que se registra ocupan bytes en memoria, quizás no debería preocupar tanto porque hoy en día se pueden adquirir dispositivos de almacenamiento de capacidades muy grandes, sin embargo, el sistema de monitoreo de variables físicas proporciona la facilidad de respaldar los datos de la base de datos a un archivo con extensión CSV. Los archivos con extensión CSV permiten estructurar los datos de una forma estándar, para poder abrirlos en otros programas de aplicación y manipularlos con mayor facilidad, por ejemplo en las herramientas de Excel y Word de Microsoft.

4.8. Diseño del circuito de monitoreo

Para realizar el muestreo de las variables físicas temperatura y humedad, se diseñó un circuito electrónico como sistema de adquisición de datos utilizando los siguientes componentes:

- Un convertidor analógico – digital ADC0808CCN.
- Un sensor de temperatura LM35.
- Un sensor de humedad HIH – 4000.
- Un conector DB – 25.
- Un *protoboard*.
- Un circuito integrado NE555.
- Dos capacitores de 0.01 μ F.
- Dos resistencias de 22 k Ω y de 51 k Ω .
- Un adaptador de corriente Vcc de 5 V.
- Cables.

Las hojas de datos del ADC0808CCN, sensor de temperatura LM35, sensor de humedad HIH - 4000 y circuito integrado NE555 se encuentran en el anexo C.

En la Figura 4.8 se muestra el diagrama del diseño del circuito con los componentes enlistados anteriormente de la siguiente manera:

Para establecer la conexión entre los componentes electrónicos, puerto paralelo, ADC0808CCN, circuito integrado NE555 y el sensor de medición de la variable física se realizan las conexiones mostradas en la tabla XVI.

Tabla XVI. Conexión del puerto paralelo con el ADC0808CCN, NE555 y sensor de medición.

Pines del puerto paralelo	Pines del ADC0808CCN	Descripción
1	6 (start)	Establece la configuración del puerto paralelo
2	17 (2^8 LSB)	Se envían 2^0 cantidad de datos
3	14 (2^7)	Se envían 2^1 cantidad de datos
4	15 (2^6)	Se envían 2^2 cantidad de datos
5	8 (2^5)	Se envían 2^3 cantidad de datos
6	18 (2^4)	Se envían 2^4 cantidad de datos

Tabla XVI. Conexión del puerto paralelo con el ADC0808CCN, NE555 y sensor de medición

(Continuación).

7	19 (2^{-3})	Se envían 2^3 cantidad de datos
8	20 (2^{-2})	Se envían 2^2 cantidad de datos
9	21 (2^{-1} MSB)	Se envían 2^1 cantidad de datos
14	9 (output enabled)	Establece un tiempo de retardo sobre la lectura de los datos
25	13 (GND), 16 ($V_{ref(-)}$), 22 (ALE), 23 (ADD C), 24 (ADD B) y 25 (ADD A)	Se conecta a tierra
No se conecta	10 (CLOCK)	Se conecta al circuito integrado NE555 o reloj que genera la frecuencia para realizar la medición de la variable física
No se conecta	11 (V_{cc}) y 12 ($V_{ref(+)}$)	Al igual que el pin de entrada de voltaje del sensor (+VS) se conectan a la corriente que genera el adaptador de corriente (5 V)
No se conecta	26 (IN0)	Se conecta al pin del sensor (V_{out}) que envía el voltaje de salida.

En la tabla XVII se muestran los pines del puerto paralelo y del ADC0808CCN que quedan desconectados.

Tabla XVII. Pines del puerto paralelo y del ADC0808CCN que no se conectan.

Pines del puerto paralelo	Pines del ADC0808CCN
10	1 (IN3)
11	2 (IN4)
12	3 (IN5)
13	4 (IN6)
15	5 (IN7)
16	7 (EOC)
17	27 (IN1)
18	28 (IN2)
19	—
20	—
21	—
22	—
23	—
24	—

La salida de datos **Out** se conecta en el pin **CLOCK** del ADC0808CCN, y la entrada de voltaje (V_{cc}) se conecta a la corriente que genera la fuente de poder (V_{cc}^+) de la computadora, asimismo, se conecta un cable a tierra.

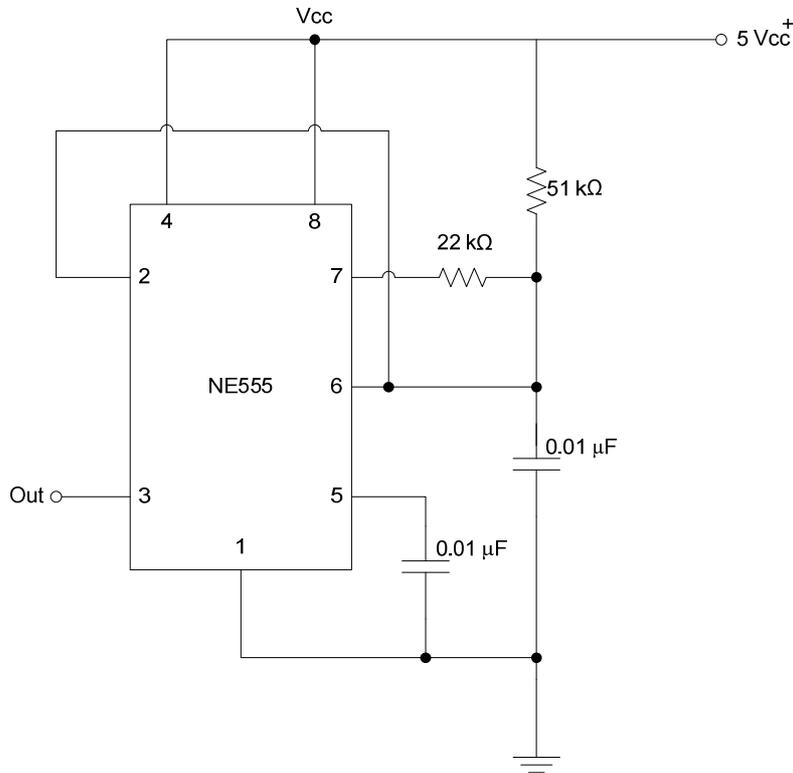


Figura 4.9. Diagrama del circuito para generar frecuencia.

En la figura 4.10 se muestra el diagrama completo del circuito para la adquisición de datos, indicando el área para conectar el sensor de medición. Los sensores se reemplazan siempre y cuando tengan las siguientes características:

- El sensor debe tener tres pines.
- Voltaje mínimo de alimentación sea mayor a 0 y menor a 5 Volts.

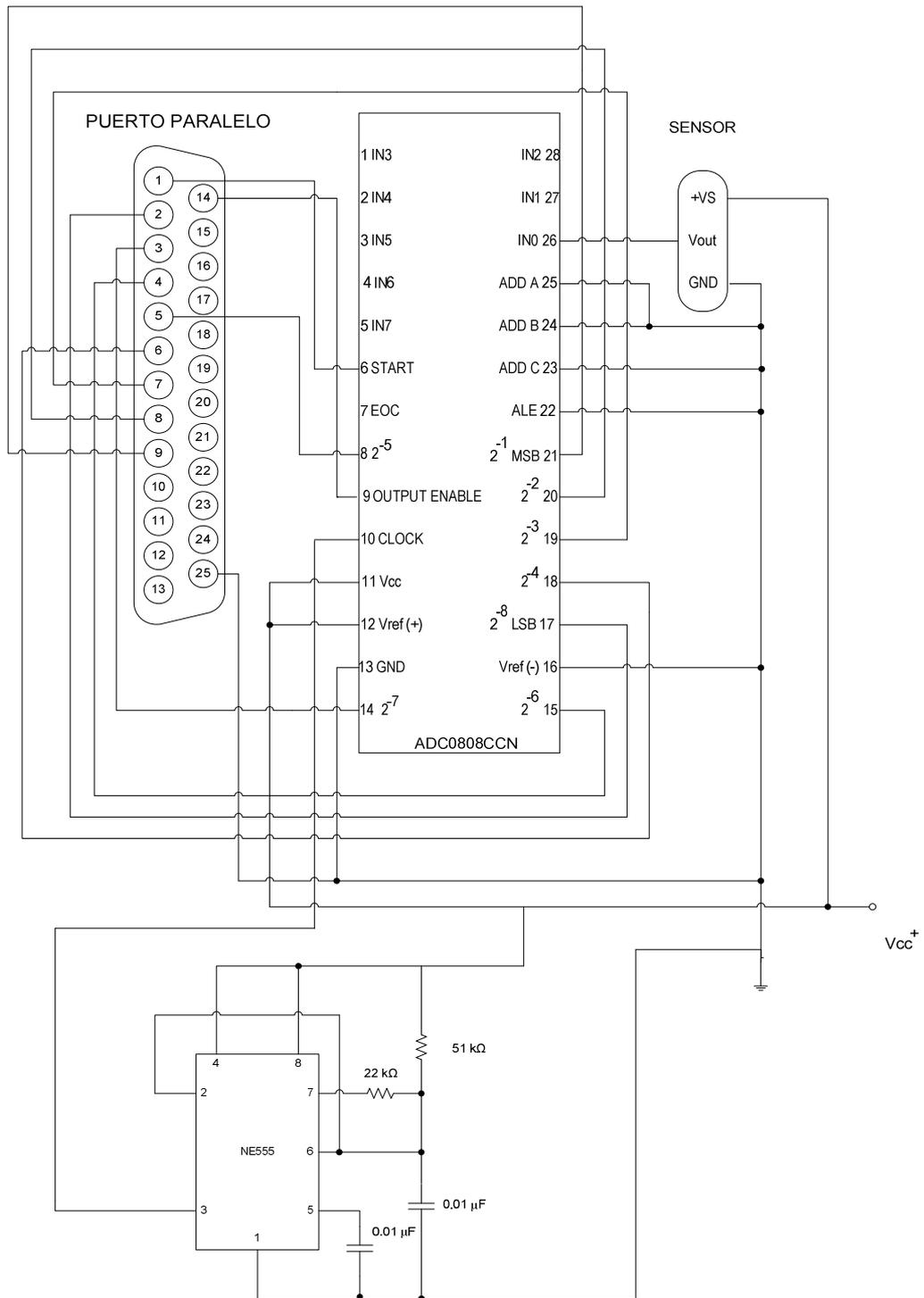


Figura 4.10. Diagrama del circuito del sistema de monitoreo de variables físicas.

4.9. Características de los sensores

Los sensores que se utilizan para este sistema, deben de tener específicamente tres pines, uno que conecte a tierra, otro a la corriente y el último que envíe el voltaje de salida. Para utilizar sensores con más pines, se debe modificar el circuito establecido. También se debe tomar en consideración las especificaciones de las hojas de datos, como son:

- Voltaje de suministro.
- Voltaje de salida.
- Cantidad de voltaje por variable física.
- Rango de medición del sensor.

Esto con la finalidad de establecer la fórmula adecuada que proporcione los datos exactos de la variable física y establecerlo en el código del sistema.

4.10. Diseño de la base de datos

Durante el proceso de muestreo se recopila una gran cantidad de datos que tiende a cambiar con respecto al tiempo, dependiendo de la configuración de la velocidad de muestreo, posiblemente en un determinado periodo los datos que se obtienen son repetitivos, esto se debe a que la variable física del medio ambiente que se está monitoreando llega a ser constante y quizás esto pueda suceder en varias ocasiones, por lo cual es importante realizar el almacenamiento de cada dato muestreado con su respectiva fecha y hora en una base de datos.

En el desarrollo de este sistema de monitoreo de variables físicas se diseñó una base de datos denominada `monitoreo`, la cual se implementó en el DBMS MySQL. Dentro del diseño de la base de datos se establecieron diferentes tablas que almacenan los diferentes tipos de datos que son operados dentro de este sistema de monitoreo. En el diseño se definieron tres tablas que son:

- Tabla `datos_muestreo`.
- Tabla `muestreo`.
- Tabla `nombre_tabla`.

En la tabla *muestreo* se almacenan los datos que se muestrean, por tanto, el tamaño de memoria de esta tabla crece relativamente a la toma de muestra de la variable física. Sin embargo, esta tabla se toma como una tabla auxiliar o predeterminada, ya que el usuario tiene la posibilidad de elegir la tabla *muestreo* que ya existe en la base de datos o crear una nueva tabla que tenga las mismas características de la tabla *muestreo*. En la figura 4.11 se muestra la estructura de las tablas que almacenan los datos.

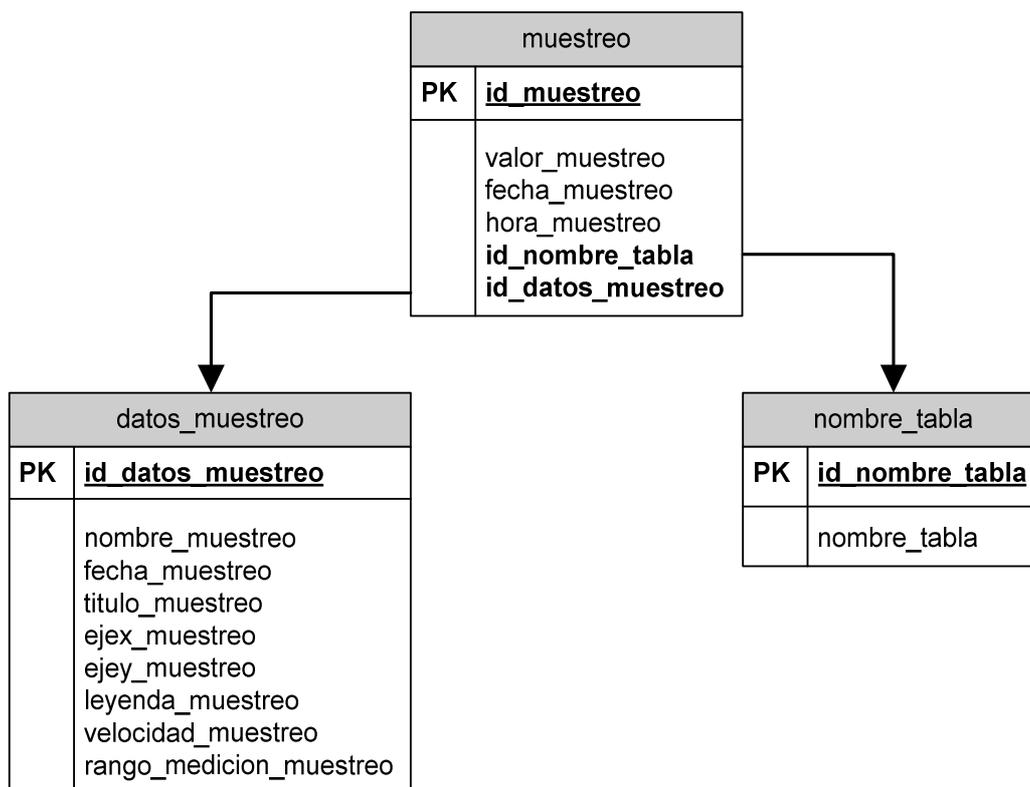


Figura 4.11. Diseño de la base de datos.

Diccionario de datos de la base de datos

La base de datos *monitoreo* contiene un conjunto de atributos, los cuales se describen en el diccionario de datos que a continuación se detallan.

En la tabla XVIII se describen los atributos de la tabla *muestreo*.

Tabla XVIII. Descripción de la tabla `muestreo`.

Atributos	Tipo de dato	Descripción
<code>id_muestreo</code>	INTEGER	Llave primaria
<code>valor_muestreo</code>	DOUBLE	Almacena los datos que se obtienen al realizar la medición de la variable física
<code>fecha_muestreo</code>	DATE	Almacena la fecha en que se obtiene cada dato al realizar la medición de la variable física
<code>hora_muestreo</code>	VARCHAR	Almacena la hora en que se obtiene cada dato al realizar la medición de la variable física
<code>id_nombre_tabla</code>	INTEGER	Llave foránea que permite establecer la relación con la tabla <code>nombre_tabla</code>
<code>id_datos_muestreo</code>	INTEGER	Llave foránea que permite establecer la relación con la tabla <code>datos_muestreo</code>

En la tabla XIX se describen los atributos de la tabla `datos_muestreo`.

Tabla XIX. Descripción de la tabla `datos_muestreo`.

Atributos	Tipo de dato	Descripción
<code>id_datos_muestreo</code>	INTEGER	Llave primaria
<code>nombre_muestreo</code>	VARCHAR	Almacena el nombre del muestreo
<code>fecha_muestreo</code>	DATE	Almacena la fecha en que se programa el muestreo
<code>titulo_muestreo</code>	VARCHAR	Almacena el título del muestreo
<code>ejex_muestreo</code>	VARCHAR	Almacena la información de la coordenada X de la gráfica de muestreo
<code>ejeY_muestreo</code>	VARCHAR	Almacena la información de la coordenada Y de la gráfica de muestreo
<code>leyenda_muestreo</code>	VARCHAR	Almacena la información que se le proporciona como leyenda de la gráfica
<code>velocidad_muestreo</code>	DOUBLE	Almacena la programación de la velocidad de muestreo
<code>rango_medicion_muestreo</code>	INTEGER	Almacena el rango de medición de muestreo

En la tabla XX se describen los atributos de la tabla `nombre_tabla`.

Tabla XX. Descripción de la tabla `nombre_tabla`.

Atributos	Tipo de dato	Descripción
<code>id_nombre_tala</code>	INTEGER	Llave primaria
<code>nombre_tabla</code>	VARCHAR	Almacena el nombre de la tabla donde se almacenan los datos de muestreo

4.11. Diagrama de clases

En la figura 4.12 se muestra de manera general el diagrama de clases del sistema de monitoreo de variables físicas. A continuación se describe cada una de estas clases:

- `Muestreo_Mediciones`: esta clase realiza la llamada a las demás clases, a

partir de aquí se crea un objeto de la clase `Arbol_Muestreo`.

- `Arbol_Muestreo`: esta clase establece una estructura de árbol para representar cada una de las opciones que el usuario puede elegir en el sistema de monitoreo de variables físicas, en esta clase se crea un objeto de la clase `Panel_Muestreo`.
- `Panel_Muestreo`: en esta clase se crean objetos de las demás clases que a continuación se describen:
- `Panel_Resolucion_Velocidad`: esta clase permite al usuario configurar la velocidad de muestro, de un rango de 0.5 segundos a 10 segundos.
- `Panel_Fecha`: esta clase permite al usuario configurar la fecha de muestreo (día, mes y año) y el tiempo de muestreo (hora, minuto y segundo) de inicio de muestreo, también permite configurar el total de tiempo para realizar el muestreo (hora, minuto y segundo).
- `Muestreo_Variable_Fisica`: esta clase realiza la adquisición de datos, estableciendo la comunicación entre la computadora y el *protoboard* donde se encuentra el circuito de medición, además esta clase almacena automáticamente los datos obtenidos en la base de datos.
- `pPort`: esta clase establece la configuración para realizar la transacción de los datos a través del puerto paralelo.
- `ioPort`: esta clase establece la comunicación al archivo `jnpout32.dll`, para que el puerto paralelo se active y pueda ser utilizado.
- `Base_Datos_MySql`: esta clase establece la conexión a la base de datos.
- `Recorre_Tiempo`: esta clase se encarga de controlar el tiempo de muestreo en caso de que se realice un muestreo de forma automática y detiene el proceso de muestro cuando el tiempo establecido haya finalizado.
- `Panel_Grafica`: esta clase permite visualizar gráficamente el comportamiento de la variable física.
- `Panel_Datos`: esta clase permite visualizar los datos obtenidos al realizar el muestreo.

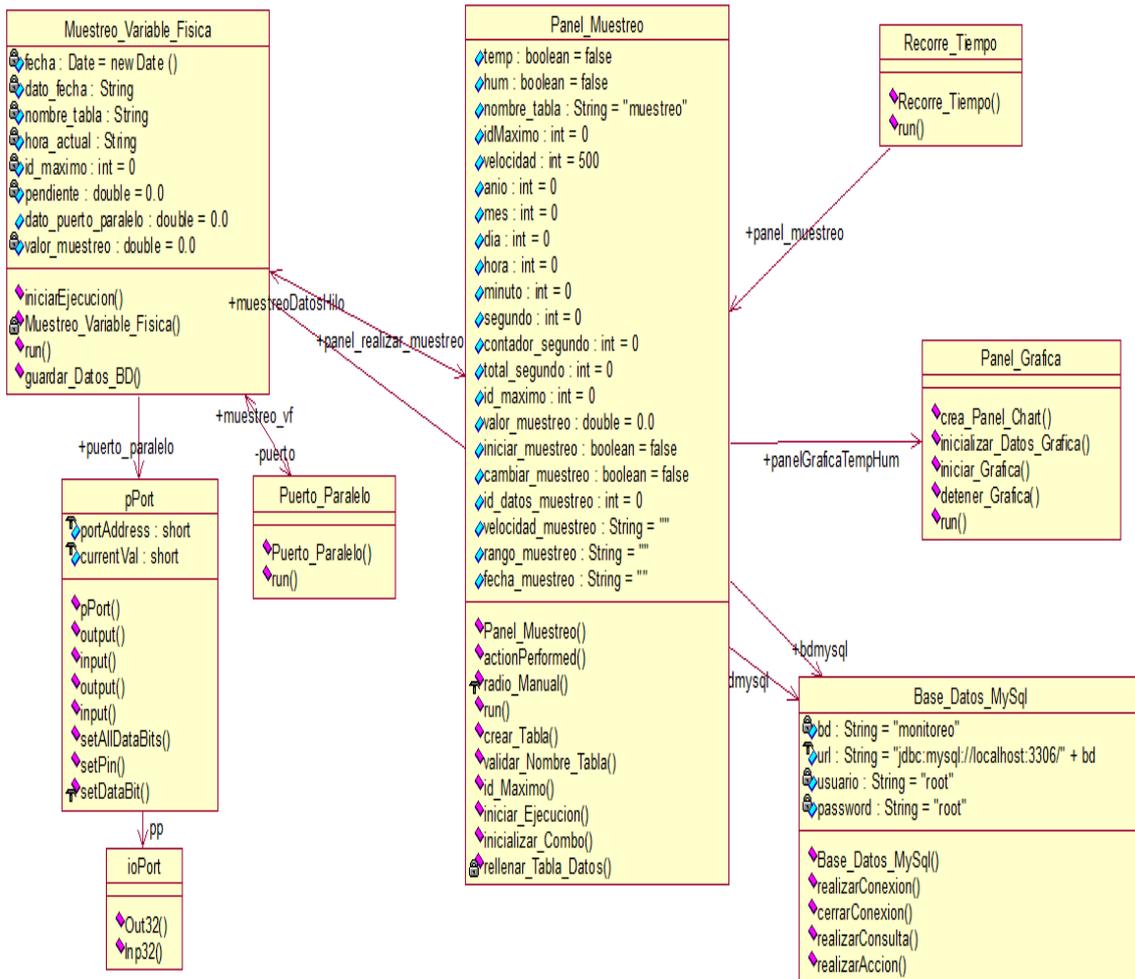


Figura 4.12. Diagrama de clases.

4.12. Implementación del código fuente

Aquí se detallan únicamente tres clases importantes que se utilizan para el muestreo de variables físicas. La primera clase trata de la configuración del puerto paralelo para la lectura de datos, la segunda clase realiza el almacenamiento de datos a la base de datos y la tercera clase verifica cuándo termina el tiempo de muestreo, esto sucede cuando el usuario realiza un muestreo de manera automática.

Código fuente para la configuración del puerto paralelo

El código 1 representa a la clase Puerto_Paralelo, la cual realiza la lectura de los datos del puerto paralelo de la computadora al ADC0808CCN. La comunicación de datos

se implementa a través de hilos de Java. Cuando una clase implementa la interfaz *Runnable*, permite la ejecución de múltiples procesos a la vez, por tanto, mientras el sistema ejecuta el proceso que se encarga de almacenar los datos a la base de datos o mostrar gráficamente el comportamiento de la variable física, se ejecuta a la par o en tiempo paralelo otros procesos. En esta clase se configura el DB-25 para lectura y escritura o entrada y salida de datos.

```

1  class Puerto_Paralelo implements Runnable{
2      public Thread hilo_puerto;
3      public Muestreo_Variable_Fisica muestreo_vf;
4      public Puerto_Paralelo(Muestreo_Variable_Fisica muestreodh){
5          this.muestreo_vf = muestreodh;
6          hilo_puerto = new Thread(this);
7          hilo_puerto.start();
8      }
9      public void run() {
10         while(true){
11             try {
12                 muestreo_vf.puerto_paralelo.output((short)0x37A,(short)43);
13                 muestreo_vf.puerto_paralelo.output((short)0x37A,(short)42);
14                 hilo_puerto.sleep(1);
15                 muestreo_vf.puerto_paralelo.output((short)0x37A,(short)43);
16                 hilo_puerto.sleep(200);
17                 muestreo_vf.puerto_paralelo.output((short)0x37A,(short)41);
18                 hilo_puerto.sleep(100);
19                 muestreo_vf.dato_puerto_paralelo =
20                 muestreo_vf.puerto_paralelo.input((short)0x378);
21                 hilo_puerto.sleep(50);
22                 muestreo_vf.puerto_paralelo.output((short)0x37A,(short)43);
23                 hilo_puerto.sleep(50);
24                 hilo_puerto.stop();
25             }
26             catch (InterruptedException e) {
27                 e.printStackTrace();
28             }
29         }
30     }

```

Código 1. Transferencia de datos por el puerto paralelo.

Código fuente para almacenar los datos de muestreo en la base de datos

El código 2 representa a la clase *Muestreo_Variable_Fisica*, la cual ejecuta la normalización de los datos, ya que el convertidor envía los datos a través del puerto paralelo a la computadora. Sin embargo, esta información aún no se considera como el valor de la variable física exacta. En la línea 32 se aplica la ecuación 7, para normalizar los datos y posteriormente aplicar la ecuación 8 en la línea 33 para obtener el valor exacto de la variable física humedad. Y en la línea 23 se aplica la ecuación 5 para normalizar los datos y

posteriormente aplicar la ecuación 4 en la línea 36 para obtener el valor exacto de la variable física temperatura.

```

1  public class Muestreo_Variable_Fisica extends Thread{
2      private Date fecha= new Date();
3      private SimpleDateFormat formato_fecha=new SimpleDateFormat("yyyy-
      MM-dd");
4      private String dato_fecha,nombre_tabla;
5      private String hora_actual;
6      private ResultSet resultados;
7      private int id_maximo = 0;
8      public Base_Datos_MySql bdmysql;
9      public Panel_Muestreo panel_realizar_muestreo;
10     private double pendiente = 0.0;
11     public double dato_puerto_paralelo = 0.0;
12     private double valor_muestreo = 0.0;
13     public pPort puerto_paralelo = new pPort();
14     private Puerto_Paralelo puerto;
15     public static Muestreo_Variable_Fisica
      iniciarEjecucion(Panel_Muestreo panel_realizar_muestreo){
16         Muestreo_Variable_Fisica devuelve_nombre = new
      Muestreo_Variable_Fisica(panel_realizar_muestreo);
17         return devuelve_nombre;
18     }
19     private Muestreo_Variable_Fisica (Panel_Muestreo
      panel_realizar_muestreo){
20         this.panel_realizar_muestreo = panel_realizar_muestreo;
21         this.bdmysql = panel_realizar_muestreo.bdmysql;
22         nombre_tabla = this.panel_realizar_muestreo.nombre_tabla;
23         pendiente = ((double)panel_realizar_muestreo.dato_muestreo1 -
      (double)panel_realizar_muestreo.dato_muestreo) /
      ((double)panel_realizar_muestreo.dato_resolucion1 -
      (double)panel_realizar_muestreo.dato_resolucion);
24     }
25     public void run() {
26         while(true){
27             try {
28                 Thread.sleep(panel_realizar_muestreo.velocidad);
29                 if(panel_realizar_muestreo.seguir){
30                     puerto = new Puerto_Paralelo(this);
31                     if(panel_realizar_muestreo.hum){
32                         this.dato_puerto_paralelo = (this.dato_puerto_paralelo /
      100)*2;
33                         valor_muestreo = (this.dato_puerto_paralelo -
      0.958)/0.0307;
34                     }
35                     if(panel_realizar_muestreo.temp){
36                         valor_muestreo = (pendiente * this.dato_puerto_paralelo)
      + (double)panel_realizar_muestreo.dato_muestreo;
37                     }
38                     fecha= new Date();
39                     dato_fecha = formato_fecha.format(fecha);
40                     hora_actual = " " + String.valueOf(fecha.getHours()) + ":" +
      String.valueOf(fecha.getMinutes()) + ":" +
      String.valueOf(fecha.getSeconds());
41                     guardar_Datos_BD();
42                     panel_realizar_muestreo.id_maximo = id_maximo;
43                     panel_realizar_muestreo.valor_muestreo = valor_muestreo;
44                 }

```

Código 2. Almacenamiento de datos a la base de datos.

```

45         else{
46             this.stop();
47         }
48     }
49     catch (InterruptedException e) {
50         e.printStackTrace();
51     }
52 }
53 }
54 public void guardar_Datos_BD(){
55     resultados = null;
56     resultados = bdmysql.realizarConsulta("SELECT MAX(id_muestreo)
57     FROM "+nombre_tabla);
58     if(resultados!=null){
59         try{
60             resultados.next();
61             id_maximo=resultados.getInt(1);
62         }
63         catch(SQLException e){
64         }
65     }
66     id_maximo++;
67     bdmysql.realizarAccion("INSERT INTO
68     "+nombre_tabla+"(id_muestreo,valor_muestreo,fecha_muestreo,hora_m
69     uestreo,id_datos_muestreo)
70     values("+id_maximo+", "+valor_muestreo+", '"+dato_fecha+"', '"+hora_
71     actual+"', "+panel_realizar_muestreo.id_datos_muestreo+"");

```

Código 2. Almacenamiento de datos a la base de datos (Continuación).

Código fuente para controlar el tiempo de muestreo de forma automática

El código 3 representa a la clase `Recorre_Tiempo`, la cual controla el tiempo de muestreo en caso de que se haya seleccionado el muestreo de forma automática, esta técnica implementa procesos o hilos que compara en cada segundo si el tiempo de muestreo ha llegado al límite, si esto sucede, entonces, el proceso de muestreo se detiene.

```

1  public class Recorre_Tiempo implements Runnable {
2      public Thread hilo;
3      public Panel_Muestreo panel_muestreo;
4      public Recorre_Tiempo(Panel_Muestreo panel_muestreo){
5          this.panel_muestreo = panel_muestreo;
6          hilo = new Thread(this);
7          hilo.start();
8      }
9      public void run() {
10         while(true){
11             try {
12                 hilo.sleep(1000);
13                 panel_muestreo.contador_segundo++;
14                 if(panel_muestreo.contador_segundo >=
15                 panel_muestreo.total_segundo){
16                     hilo.stop();

```

Código 3. Control de tiempo de muestreo.

```

16         }
17     }
18     catch (InterruptedException e) {
19         e.printStackTrace();
20     }
21 }
22 }
23 }
    
```

Código 3. Control de tiempo de muestreo (Continuación).

4.13. Pruebas del sistema

Para realizar las pruebas del sistema se usaron los componentes que se muestran en la figura 4.13:

- Una secadora (CULMASTER SELECT 2000).
- Un adaptador de corriente V_{cc} de 5 V.
- Un multímetro (EXTECH).
- Una PC con la ranura del puerto paralelo.
- El circuito de la figura 4.11 establecido en el *protoboard*.
- Papel liso húmedo (Con agua).

Para generar la corriente que se le suministra al circuito de la figura 4.10 se usó un adaptador de corriente. Éste genera una corriente de 5 V que se conecta al V_{cc} y al $V_{ref(+)}$ del ADC0808CCN y un cable que se conecta a tierra, como se muestra en la figura 4.10.



Figura 4.13. Componentes para realizar pruebas del sistema.

En la figura 4.14 se muestra el circuito de la figura 4.10 implementado sobre un *protoboard*.

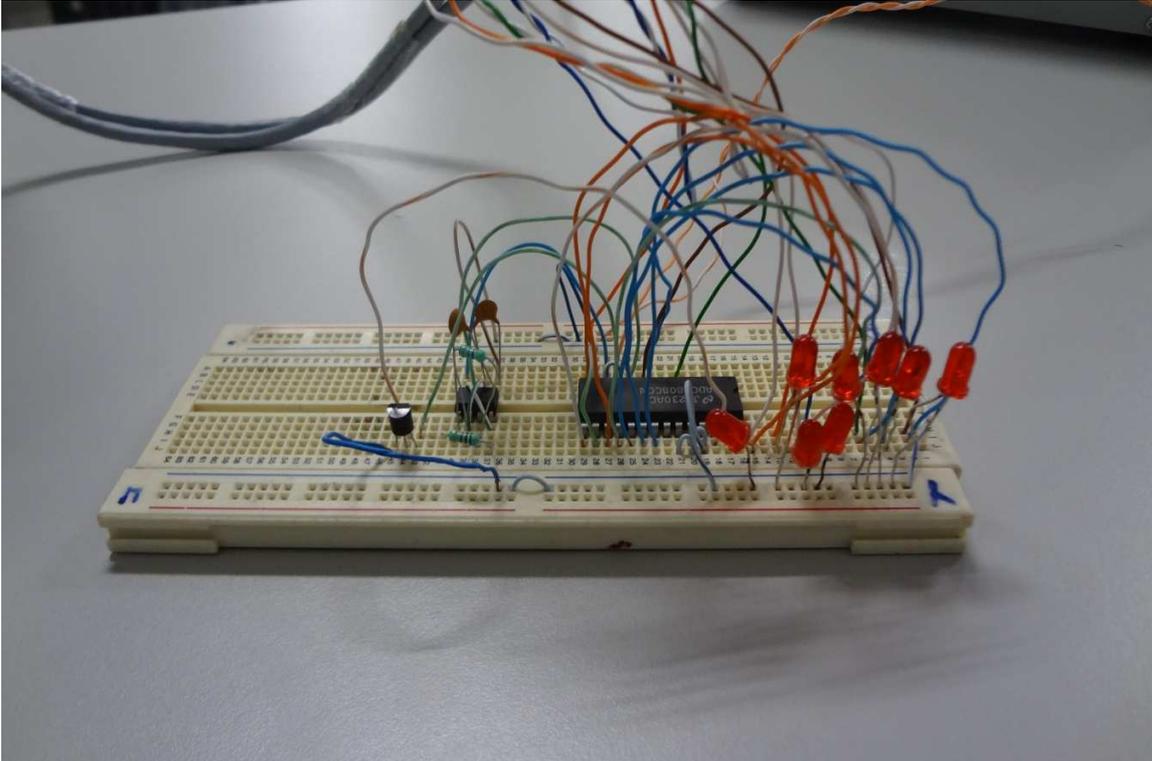


Figura 4.14. Circuito electrónico del sistema de monitoreo de variables físicas.

4.14. Muestreo de temperatura con el sensor LM35

Los datos que se obtienen del sistema de adquisición de datos no representan el valor exacto de la temperatura, es por eso que se usa la ecuación 4, y de ahí se obtiene la ecuación 5, que es la pendiente para resolver la ecuación 4.

$$t = m \times x, \quad (4)$$

donde:

- t = Temperatura.
- m = Es la pendiente entre el rango de resolución del ADC0808CCN y el rango de la temperatura.
- x = El valor que se obtiene del ADC0808CCN por el puerto paralelo.

En la ecuación 4 se debe obtener primeramente el valor de la pendiente (Ec. 5).

$$m = \frac{rvf - rvi}{rrfc - rric}, \quad (5)$$

donde:

- m = El valor de la pendiente.
- rvf = Rango de la temperatura final.
- rvi = Rango de la temperatura inicial.
- $rrfc$ = Rango de la resolución final del convertidor.
- $rric$ = Rango de la resolución inicial del convertidor.

Para obtener el valor de la pendiente de la ecuación 5, se consideraron los siguientes datos:

$$\begin{aligned} rvf &= 255 \\ rvi &= 0 \\ rrfc &= 127 \\ rric &= 0 \end{aligned}$$

El valor que se obtuvo es de 2.0078 y se estableció como constante en el sistema, para posteriormente obtener el valor de la temperatura real aplicando la ecuación 4.

Al realizar mediciones de temperatura con la secadora, como se mencionó en el apartado 4.13, se comprobó que el sistema realiza la adquisición de los datos. Al medir la temperatura ambiente, el comportamiento de la gráfica que proporciona el sistema tiende a ser constante en un determinado tiempo y varía muy lentamente, esto sucede conforme transcurren las horas del día, sin embargo, cuando se le aplica un cambio externo al sensor LM35, los cambios en el comportamiento de la gráfica se alcanzan a observar con mayor facilidad.

Los valores que aquí se representan se acotaron al analizar la gráfica, mostrando las mediciones en valores enteros, sin embargo, en el almacenamiento del archivo digital, no se acotan los valores obtenidos, esto implica que el almacenamiento de la información aumenta, lo cual depende de la capacidad de la memoria de la computadora que se esté operando.

Se comenzó a medir la temperatura ambiente y se registraron entre 27 y 28 °C de forma constante, como se muestra en la figura 4.15. Este proceso de muestreo se realizó a una velocidad de 0.5 segundos a una variación de 2 °C.



Figura 4.15. Temperatura normal que oscila entre 27 y 28 °C.

Al mismo tiempo se colocaron los cables del multímetro, en donde la parte positiva (+) del multímetro se colocó al pin de salida del sensor y la parte negativa a tierra (parte física del *proto-board*) y se fueron observando los datos que registraba el multímetro. Primeramente se registraba 0.275 V (Fig. 4.16), lo cual equivale a 275 mV, entonces, aplicando la ecuación 1 se obtuvo 27.5 °C, como tal, la temperatura ambiente cambia considerablemente a una escala muy pequeña, por lo tanto, las cifras decimales se averían. Como se mencionó en el apartado 3.6, que el LM35 tiene la característica de enviar 10 mV por cada grado centígrado.



Figura 4.16. Temperatura en mV medido con el multímetro.

Al aplicarle el calor que genera la secadora al LM35, se observó que la gráfica fue ascendiendo rápidamente. Comenzado desde los 27 °C, que es la temperatura ambiente, hasta llegar a los 50 °C, entonces se alejó la secadora al sensor LM35 a una distancia de 50 cm, medida que se tomó con una regla de 1 metro, y se observó que la gráfica comenzó a dibujar una línea horizontal, ya que el calor de la secadora se mantuvo por muy poco tiempo. Después se le acercó la secadora nuevamente al sensor LM35 a una distancia de 10 cm y la gráfica comenzó a ascender formando una curva hasta llegar a los 89 °C, que fue el máximo de calor que generó la secadora (Fig. 4.17).



Figura 4.17. Variación de la temperatura que produce una secadora.

En el multímetro se registró 0.886 V como voltaje máximo en que se calentó el sensor de temperatura LM35 con la secadora, entonces al aplicar la ecuación 1 se obtuvo 88.6 °C como máximo de medición (Fig. 4.18).



Figura 4.18. Voltajes registrados por el multímetro, al medir temperatura.

En la figura 4.19 se observa como aumenta rápidamente la gráfica y se dibuja suavemente una curva, sin embargo, cuando éste llega a su máximo se dibuja el pico y tiende a disminuir rápidamente cuando se deja de calentar el sensor con la secadora y la temperatura se estabiliza en su estado normal y para verificar los datos que registraba el sistema, se fue observando los cambios a través de un aire acondicionado que se le aumentaba y disminuía manualmente la temperatura.



Figura 4.19. Curva del muestreo de temperatura.

Adicionalmente se realizó una comparación de la medición de temperatura con el sistema de monitoreo de variables físicas desarrollado en este proyecto de tesis y un Termohigrómetro *Fisher Scientific* que realiza mediciones de temperatura y humedad. Este instrumento tiene un rango mínimo y máximo de medición de temperatura y humedad, como se muestra en la figura 4.20.



Figura 4.20. Termohigrómetro *Fisher Scientific*.

Se comprobó que el sistema que se desarrolló en este proyecto de tesis tiene una precisión del 93% (Ec. 6) comparado con el Termohigrómetro de la figura 4.20. En la figura 4.21 se puede apreciar del lado izquierdo la temperatura en el Termohigrómetro de 28 °C, mientras que en el sistema propuesto se puede apreciar una medición de 30 °C, y del lado derecho se muestra el circuito de la figura 4.10 con el sensor de temperatura LM35 y el sensor del Termohigrómetro.

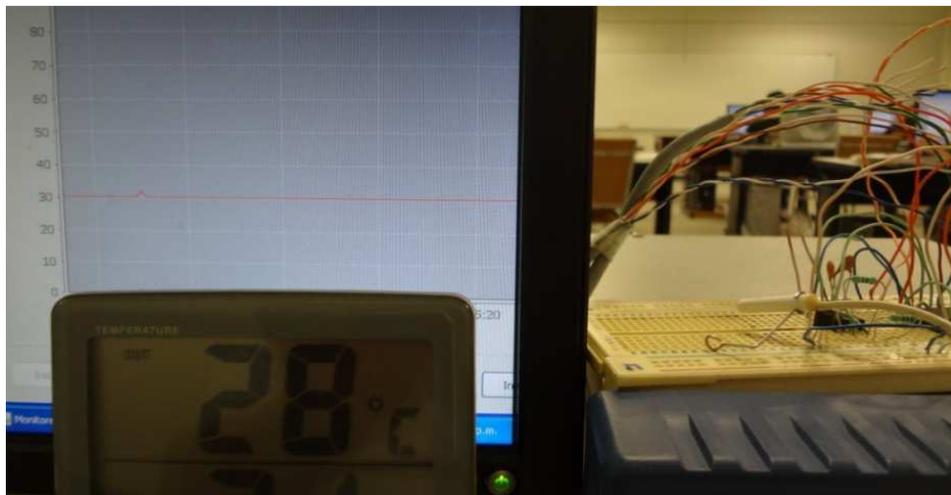


Figura 4.21. Medición de temperatura con el sistema propuesto y el Termohigrómetro.

$$error = \left| \frac{28^{\circ}C - 30^{\circ}C}{28^{\circ}C} \right| \times 100\% \approx 7.1\%, \quad (6)$$

4.15. Muestreo de humedad con el sensor HHH-4000

Los datos que se obtienen al censar la humedad con el circuito de la figura 4.10 no representan el valor exacto del porcentaje de la humedad ambiente, entonces, para obtener el valor de la humedad real se usaron las ecuaciones 7 y 8 que se ajustaron en el programa, como se muestra en el código 2 en la línea 32 y 33 respectivamente.

En la ecuación 7 únicamente se normalizan los datos obtenidos, para posteriormente aplicar la ecuación 8 y obtener como resultado el porcentaje de la humedad real.

$$\mathit{valorNormalizado} = \frac{x}{100} \times 2, \quad (7)$$

donde:

$\mathit{valorNormalizado}$ = Valor normalizado para obtener la humedad.
 x = El valor que se obtiene del ADC0808CCN por el puerto paralelo.

De la ecuación 8 se obtiene el valor de la humedad relativa real.

$$RH(\%) = \frac{\mathit{valorNormalizado} - 0.958}{0.0307}, \quad (8)$$

donde:

$RH(\%)$ = Valor de la humedad relativa.
 $\mathit{valorNormalizado}$ = Valor normalizado para obtener la humedad.

Al realizar mediciones de humedad relativa se comprobó que el sistema realiza la adquisición de los datos.

De igual forma que en las pruebas de medición de temperatura los valores que aquí se representan, se acotaron al analizar la gráfica, mostrando las mediciones en valores enteros, sin embargo, en el almacenamiento del archivo digital, no se acotan los valores obtenidos.

Primeramente, se realizaron mediciones de humedad relativa del medio ambiente, posteriormente se humedeció un papel y se le fue acercando al sensor de humedad HHH – 4000, obteniendo los siguientes resultados:

Se comenzó a medir la humedad relativa del medio ambiente y el sistema registró entre 31% y 32% de humedad, posteriormente se le acercó el papel húmedo con la mano a una distancia de 5 cm y la humedad aumentó, hasta llegar a 51%, se alejó a 6 cm el papel

húmedo al sensor HIH – 4000 y la humedad disminuyó a 50%, se volvió a acercar el papel a 4 cm y la humedad aumentó a 52% y después se alejó el papel húmedo a una distancia de 8 cm del sensor y la humedad comenzó a disminuir hasta estabilizarse a la humedad del medio ambiente y volver a oscilar entre 31% y 32% de humedad, como se muestra en la figura 4.22.



Figura 4.22. Medición de humedad relativa del ambiente.

En la figura 4.23 se observa la cantidad de voltaje que registró el multímetro, el cual es 1.94 V, entonces para comprobar a través de un cálculo manual se aplica únicamente la ecuación 8, considerando directamente el voltaje que se muestra en el multímetro como el *valorNormalizado*, de ahí se obtiene el valor de 31.98% de humedad.



Figura 4.23. Cantidad de voltaje registrado por el multímetro, al medir la humedad.

En la figura 4.24 se observa que el multímetro registró 2.55 V, entonces aplicando la ecuación 7 se obtiene 51.85% de humedad.



Figura 4.24. Voltaje registrado por el multímetro, al medir humedad.

En la figura 4.25 se observa mayor variación en la medición de humedad, desde 31% y 32% que es la humedad normal, luego aumenta hasta 54% al acercarle el papel húmedo a una distancia de 3 cm, enseguida se aleja el papel a una distancia de 7 a 8 cm y la humedad disminuye a 31% y 32%, posteriormente se le acerca el papel húmedo a una distancia de 1 cm, y la humedad aumenta hasta 69%.



Figura 4.25. Variación en la medición de la humedad.

En la figura 4.26 se observa que el multímetro registró 3.08 V, entonces aplicando la ecuación 8 se obtiene 69% de humedad.



Figura 4.26. Cantidad de voltaje al medir la humedad.

En la figura 4.27 se observa mejor la variación en la medición de humedad, desde 31% y 32% que es la humedad normal, luego aumenta hasta 71% al acercarle el papel húmedo a una distancia de 0.8 cm, posteriormente se aleja el papel a una distancia de 3 a 4 cm, y la humedad disminuye a 51% y 52%, posteriormente se le acerca el papel húmedo a una distancia de 0.1 cm, y la humedad aumenta hasta 98%.



Figura 4.27. Comportamiento de la humedad relativa.

En la figura 4.28 se observa que el multímetro registró 3.11 V, entonces aplicando la ecuación 8 se obtiene 71% de humedad.



Figura 4.28. Cantidad de voltaje al medir la humedad.

En la figura 4.29 se muestra que el multímetro registró 3.95 V, entonces aplicando la ecuación 8 se obtiene 97.45% de humedad.



Figura 4.29. Voltaje máximo al medir la humedad.

En este capítulo se describió el proceso de adquisición de datos, la configuración del puerto paralelo, la resolución y la salida digital del ADC0808CCN, la representación del muestreo de temperatura, normalización y exportación de datos, diseño del circuito y de la base de datos, diseño del sistema de monitoreo, la implementación del sistema y las pruebas del sistema. En el siguiente capítulo se escriben las conclusiones, las recomendaciones y los trabajos futuros.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este último capítulo se concluye el trabajo realizado en los capítulos anteriores, los resultados que se obtuvieron y las ventajas de ejecutar las técnicas automatizadas, también se establece una lista de recomendaciones que pueden ser de apoyo para realizar trabajos afines, asimismo, se establece en trabajos futuros los posibles agregados para mejorar el sistema aquí planteado.

Conclusiones

El desarrollo de este proyecto de tesis tiene la finalidad de crear un programa de computación que permita realizar el muestreo de las variables físicas, específicamente temperatura y humedad, empleando como componentes electrónicos el sensor LM35, el sensor HIH – 4000 y un ADC0808CCN de ocho bits. El sistema se implementó en el lenguaje de programación Java estableciendo los vínculos con el motor de la base de datos MySQL y la transacción de los datos de muestreo a través del puerto paralelo. Al realizar la

medición de temperatura o humedad, se determinó que la base de datos incrementa su tamaño directamente proporcional a la velocidad y el tiempo de muestreo, es por eso, que se tiene la opción de exportar los datos a un archivo externo con extensión CSV y borrar los registros y tablas de la base de datos. También se analizó la parte de adquisición de datos (circuito electrónico en *protoboard*), considerando que el ADC0808CCN de ocho bits, que es muy funcional para este caso, muestra rapidez en la conversión de datos. Esto sucede cuando la computadora hace una petición de datos al convertidor, éste se toma su tiempo para interceptar los datos del sensor, una vez obtenido el dato, aquel toma otro tiempo para convertir el dato (voltaje o valor analógico) a dato digital, entonces sumando los tiempos del convertidor y el tiempo que tarda el sistema en almacenar los dato en la base de datos, se obtuvo como resultado que el sistema tiene un retardo de 0.5 s para realizar el muestreo de un dato.

Con base en lo que se establece en este proyecto de tesis, se concluye que los sistemas automatizados son de vital importancia para las aplicaciones de muestreo de variables físicas, aportando resultados o datos certeros en un tiempo relativamente mínimo. Asimismo, la visualización gráfica del comportamiento de la variable física proporciona la facilidad de interpretar los puntos de riesgo o los cambios climáticos drásticos y con base en esto establecer tomas de decisiones eficientes.

Recomendaciones

El sistema de monitoreo que se implementó en este trabajo de tesis, tiene un módulo para visualizar el comportamiento de muestreo, donde la gráfica comienza de la parte derecha y se desplaza horizontalmente hacia la izquierda, sin embargo, después de que la gráfica haya rebasado el borde izquierdo de la pantalla, ésta se pierde, y no se vuelve a visualizar. Entonces, se sugiere implementar módulos de barra de desplazamiento en la parte inferior de la gráfica, para poder visualizar datos que se hayan ocultado por el borde de la izquierda y poder recorrer cualquier punto de la gráfica.

El sistema de monitoreo que se desarrolló en este proyecto de tesis, presenta un tiempo mínimo de retardo de 0.5 segundos para censar una cantidad de la variable física (temperatura o humedad), sin embargo, se podría mejorar el tiempo de retardo utilizando otra técnica de programación.

Trabajos futuros

Con la conclusión de este proyecto de tesis se cubren los objetivos planteados, sin embargo, existen muchas variables físicas, por lo tanto, se podría contemplar como trabajo futuro adaptar más variables físicas, esto implica modificar el diagrama del circuito electrónico, añadiendo los sensores correspondientes y emplear un ADC con mayor resolución.

Una de las aportaciones relevantes para este proyecto de tesis es mejorar la precisión de medición de temperatura y humedad, ajustando de forma óptima el circuito de la figura 4.10.

Con el alcance de este trabajo se logra recolectar una cantidad masiva de información, lo cual implica usar técnicas independientes para poder tratar la misma, es por eso que sería relevante implementar módulos que contengan técnicas de minería de datos, técnicas que faciliten el procesamiento o manipulación de los datos de muestreo.

Considerando que este sistema no identifica cuándo la temperatura excede a más de 150 °C, asimismo cuándo disminuye bajo 0 °C, por lo tanto, una contribución considerable sería implementar ese módulo de detección de mínimos y máximos de medición de temperatura.

Otra aportación sería establecer la adquisición de datos de forma inalámbrica, lo cual incrementaría su eficiencia.

Implementar el sistema en aplicaciones Web, ya que actualmente el Internet provee infinidad de servicios que facilitan las actividades del hombre.

En este capítulo se describió la conclusión, las recomendaciones y los trabajos futuros. Enseguida se describen los anexos. En el anexo A se menciona el costo económico de los componentes electrónicos empleados en este proyecto de tesis y algunos instrumentos de medición de temperatura y humedad, en el anexo B se presenta el manual de usuario del sistema de monitoreo, en el anexo C se incluyen las hojas de datos del ADC0808CCN, LM35, HIH - 4000 y NE555, en los anexos D y E se describe el manual de instalación de MySQL y su entorno gráfico, en el anexo F se describen las herramientas complementarias del sistema de monitoreo y en el anexo G se describe el contenido del CD.

ANEXO A. COMPONENTES ELECTRÓNICOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

En la tabla XXI se establecen los precios de los componentes electrónicos que se mencionaron en el apartado 4.8, los cuales tuvieron un costo total de \$ 560.00 en julio de 2011. Mientras que en la tabla XXII se muestran algunos de los instrumentos para medir la temperatura y humedad, sus características y costos. Realizando comparaciones entre el sistema propuesto en esta tesis y los instrumentos que se mencionan en la tabla XXII se puede observar que el costo del sistema propuesto es mínimo, además pueden ajustarse otros cambios en el circuito o en el programa para su mejora.

Tabla XXI. Costo de los componentes electrónicos.

Componente electrónico	Precio
ADC0808CCN	\$ 80.00
LM35	\$ 20.00
HIH – 4000	\$ 300.00
NE555	\$ 50.00
DB – 25	\$ 25.00

Tabla XXI. Costo de los componentes electrónicos (Continuación).

Componente electrónico	Precio
Protoboard	\$ 60.00
Capacitores	\$ 20.00
Resistencias	\$ 5.00

Tabla XXII. Algunos medidores de temperatura y humedad.

Nombre del medidor de temperatura y humedad	Características	Precio en euros o dólares	Precio en pesos MXN	Fuente	
Higrómetro PCE-555	Rangos de medición	64€ + 18% IVA	\$1 279.7	http://www.pce-instruments.com/espanol/index.php/cat/c657_Higrometros-PCE-555.html	
					0 ... 100 % HR -30 ... +100 °C
	Resolución				0.01 % HR 0.01 °C
	Precisión				± 2.0 % HR a 25°C / 20 ... 80% HR sino ±2.5 % HR sino ±1 °C
	Tiempo de respuesta HR				
LCD Temperature and Humidity Data Logger	Rangos de medición	209USD	\$2 665.11	http://www.microdaq.com/occ/u14/index.php	
					0 ... 100 % HR -20 ... +50 °C
	Resolución				0.03 % HR 25 °C
	Precisión				±2.5% de 10 a 90% RH ±0.2°C de 0°C a 50°C
	Tiempo de respuesta				
Fluke 971	Rangos de medición	251.95USD	\$3 219.16	http://www.tequipment.net/Fluke971.html	
					5 ... 95 % HR -20 ... +60 °C
	Resolución				0.1 % HR 0.1 °C
	Precisión				10% a 90% HR a 23 °C (73.4 °F) (±2.5% HR) (±5.0% HR) 0 °C a 45 °C (±0.5 °C) -20 °C a 0 °C y 45 °C a 60 °C (±1.0 °C)
	Tiempo de respuesta HR				Para la humedad con valor de 90% del rango total: 60 segundos con movimiento de aire de 1m/s Para temperatura 500 milisegundos

ANEXO A. COSTO ECONÓMICO DE LOS COMPONENTES ELECTRÓNICOS

Tabla XXII. Algunos medidores de temperatura y humedad (Continuación).

Fluke 971	Rangos de medición	5 ... 95 % HR -20 ... +60 °C	251.95USD	\$3 219.16	http://www.tequipment.net/Fluke971.html
	Resolución	0.1 % HR 0.1 °C			
	Precisión	10% a 90% HR a 23 °C (73.4 °F) (±2.5% HR) (<10%, > 90% HR a 23 °C (73.4 °F) (±5.0% HR)			
		0 °C a 45 °C (±0.5 °C) -20 °C a 0 °C y 45 °C a 60 °C (±1.0 °C)			
	Tiempo de respuesta HR	Para la humedad con valor de 90% del rango total: 60 segundos con movimiento de aire de 1m/s Para temperatura 500 milisegundos			
Higrómetro PCE-313A	Rangos de medición	5 ... 95 % HR 0 ... +50 °C	175€ + 18% IVA	\$3 499.18	http://www.pce-instruments.com/espanol/index.php/cat/c1431_Higrometros-serie-PCE-313.html
	Resolución	0.1 % HR 0.1 °C			
	Precisión	≥70 % HR±3 % del valor de medición + 1 % HR ±0.8 °C			
		Memoria con posibilidad de registro en tiempo real con tarjeta de memoria (1 a 16 GB) Los datos almacenados se guardan directamente en formato Excel en la tarjeta SD.			
INMOSTEL	Precisión	±3% ±0.5	3 199.99€	\$54 224.43	http://www.dodesk.com/product/590/14/52/1/(RITE_RD_1826_2009)_INMOSTEL_Sistema_Visualizacion_C3%B3n-Control_Alertas_en_instalacion_es_t%C3%A9mperaturas_de_grandes_recintos.htm
		Tres modos de funcionamiento seleccionables manualmente (refrigeración, calefacción y apagado)			
		Permite programar los cambios de funcionamiento			
		Almacena datos para un posible tratamiento externo			
		Puede generar alertas mediante correo electrónico, GSM/SMS Fácil instalación, alta fiabilidad y bajo mantenimiento			

ANEXO B. MANUAL DE USUARIO

El sistema de monitoreo de variables físicas está constituido de interfaces (ventanas) de usuario que permiten realizar operaciones para lograr obtener los datos de muestreo y visualizar el comportamiento gráfico en tiempo real.

A continuación se enlista y se describe cada una de las interfaces que constituyen el sistema de monitoreo de variables físicas:

- Visualización del sistema general.
- Administración de la base de datos.
- Importar o realizar un muestreo.
- Configuración del muestreo.
- Configuración de la fecha y hora de muestreo.
- Seleccionar la fecha.
- Visualización del comportamiento gráfico del muestreo.
- Visualización de los datos de muestreo.
- Almacenamiento de datos.
- Visualización de los datos de muestreo de la base de datos o de un archivo con extensión CSV.
- Apertura de archivos con extensión CSV.

- Visualización de la información del sistema de monitoreo.

Este sistema no tiene la propiedad de instalarse, únicamente se ejecuta el archivo monitoreo.exe, como se muestra en la figura B.1.

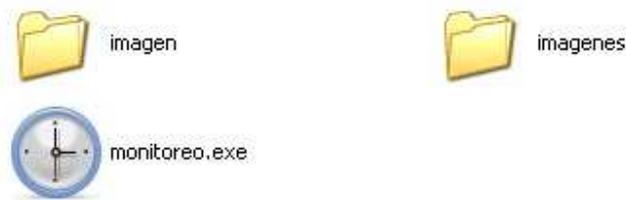


Figura B.1. Ejecutable del sistema de monitoreo.

B.1. Visualización del sistema en general

Al ejecutar el sistema de monitoreo de variables físicas se visualizará una ventana dividida verticalmente en dos partes, en la parte izquierda se muestra un ícono con la leyenda de Monitoreo, en el cual se desplegará todas las operaciones que contiene el sistema de monitoreo de variables físicas y del lado derecho se muestra una imagen que representa el logotipo del sistema, esta parte se considera como el contenedor de las demás interfaces que enseguida se detallan (Fig. B.2).



Figura B.2. Ventana para visualizar el sistema general.

B.2. Administración de la base de datos

En esta ventana se administran los datos de muestreo que se almacenan en la tabla que tiene las mismas características que la tabla **muestreo** de la figura 4.11, ya que se pueden crear muchas tablas de este tipo, pero con diferentes nombres. La tabla **muestreo** no se puede eliminar, únicamente se podrán eliminar sus datos. Aquí se visualizan los siguientes componentes (Fig. B.3):

- **Tabla predeterminada:** muestra el nombre de la tabla predeterminada, en este caso es la tabla **muestreo** de la figura 4.11.
- **Eliminar datos tabla predeterminada:** elimina únicamente los datos de la tabla predeterminada **muestreo**.
- **Eliminar tabla:** elimina la tabla de la base de datos, siempre y cuando el nombre de la tabla esté seleccionada de la lista **Seleccionar tabla**.
- **Eliminar datos:** elimina los datos de la tabla de la base de datos, siempre y cuando el nombre de la tabla esté seleccionada de la lista **Seleccionar tabla**.
- **Crear tabla:** activa el campo de texto **Nombre**, los botones **Aceptar** y **Cancelar**.
- **Nombre:** se debe introducir el nombre de la tabla a crear.
- **Aceptar:** crea la nueva tabla en la base de datos.
- **Cancelar:** desactiva la opción **Crear tabla**, el campo de texto **Nombre** y los botones **Aceptar** y **Cancelar**.

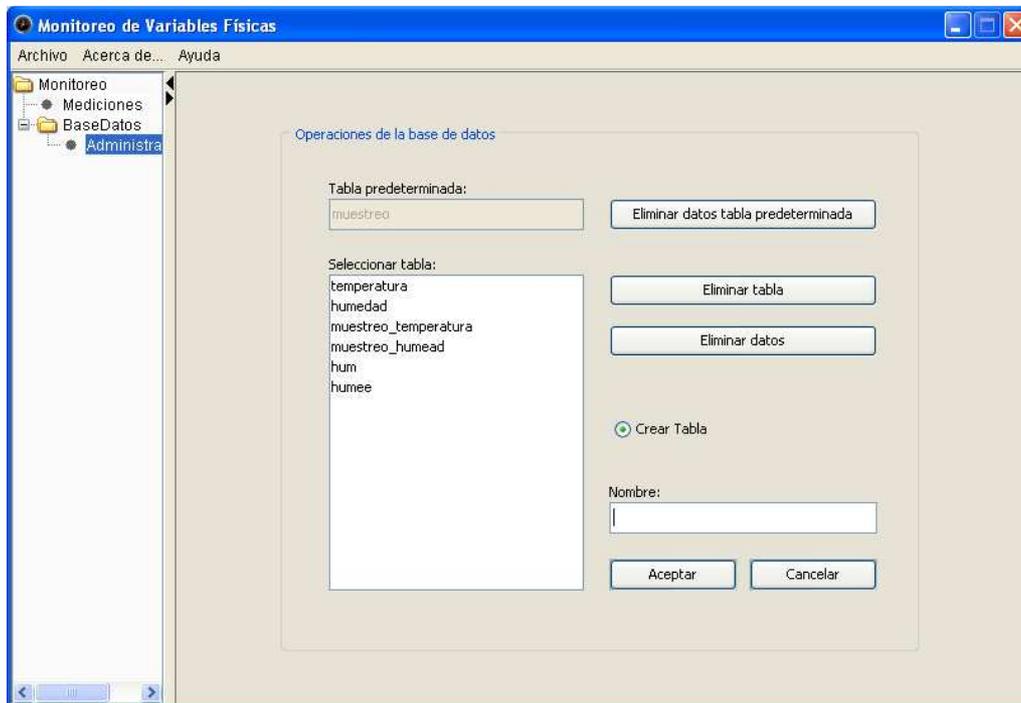


Figura B.3. Ventana para la administración de la base de datos.

B.3. Importar o realizar un muestreo

Esta ventana permite a los usuarios dos opciones. La primera opción es Realizar un muestreo en tiempo real y la segunda opción es Importar un muestreo de la BD o de un archivo CSV. También se muestra un botón que es (Fig. B.4):

- **Siguiente:** si está seleccionada la opción Realizar un muestreo en tiempo real, entonces se desplegará la ventana de la figura B.5 y si está seleccionada la opción Importar un muestreo de la BD o de un archivo CSV, entonces se desplegará la ventana de la figura B.12.

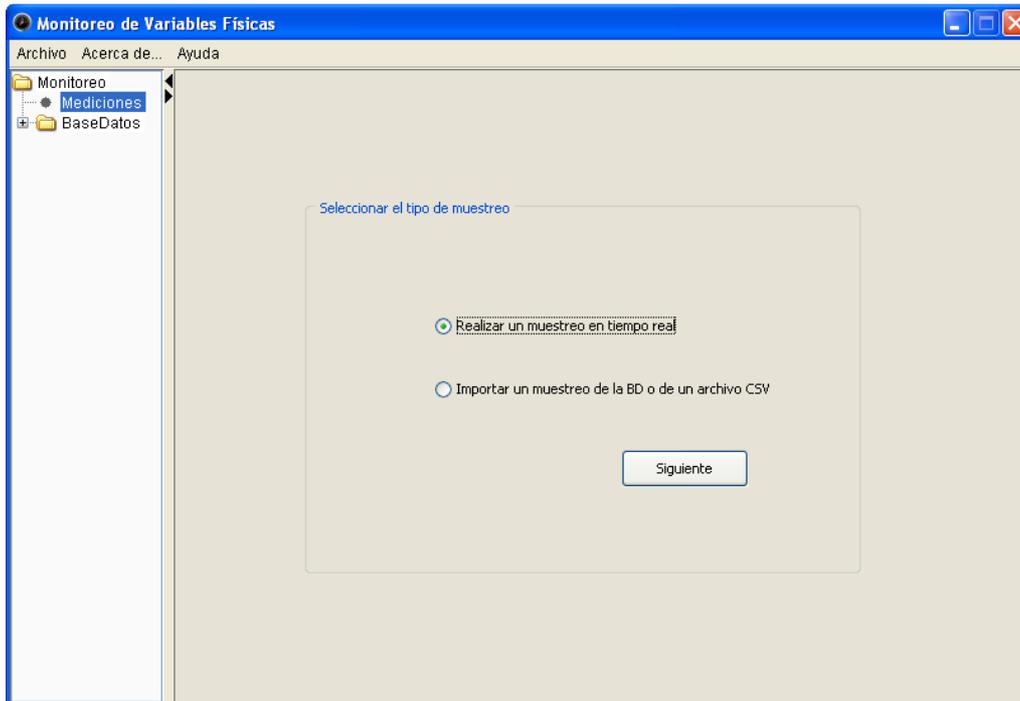


Figura B.4. Ventana para importar o realizar un muestreo.

B.4. Configuración del muestreo

En la figura B.5 se muestra la ventana que permite al usuario configurar el proceso de muestreo en tiempo real. Aquí se debe seleccionar la variable a muestrear, Temperatura o Humedad. Hay dos formas realizar el muestreo. La primera es Realizar muestreo de forma manual y la segunda forma es Realizar muestreo de forma automática, en ambas opciones es preciso verificar la tabla en la que se va almacenar los datos de muestreo, para este caso hay tres opciones, las cuales son:

- La primera opción es Usar la tabla predeterminada **monitoreo**.
- La segunda opción es Seleccionar una tabla de la BD, excepto la tabla predeterminada **monitoreo**.
- Y la tercera opción crear una Nueva tabla en la base de datos.

Se debe considerar que si se selecciona una de las dos primeras opciones, entonces, al realizar el nuevo muestreo se eliminarán los datos que se almacenan en esta tabla, esto con la finalidad de mantener un muestreo por cada tabla.

También, se visualizan campos de textos, una lista desplegable y botones que a continuación se describen:

- Usar la tabla predeterminada: muestra el nombre de la tabla predeterminada, en este caso **monitoreo**.
- Seleccionar una tabla de la BD: lista desplegable de los nombres de la tabla de la base de datos, excepto el nombre de la tabla predeterminada **monitoreo**.
- Nombre tabla: se debe ingresar el nombre de la nueva tabla.
- Nombre del muestreo: nombre de la variable física a muestrear (opcional).
- Seleccionar fecha: el botón despliega la ventana de la figura B.8., y en el campo de texto se muestra la fecha seleccionada (opcional).
- Título de la gráfica: leyenda de encabezado de la gráfica (opcional).
- Eje de categoría (X): leyenda de la coordenada X (opcional).
- Eje de categoría (Y): leyenda de la coordenada Y (opcional).
- Leyenda: información de lo que se está muestreando (opcional).
- Regresar: se regresa a la ventana de la figura B.4.
- Configurar fecha y hora: este botón se activa cuando se haya seleccionado la opción Realizar muestreo de forma automática y tiene la funcionalidad de desplegar la ventana de la figura B.6 para seleccionar la fecha y hora de inicio de muestreo, al igual que la fecha y hora final de muestreo, si la configuración de la fecha fue correcta entonces el muestreo se inicia en el tiempo especificado.
- Iniciar: este botón se activa cuando se haya seleccionado la opción Realizar muestreo de forma manual y tiene la funcionalidad de iniciar el proceso de muestreo.
- Configurar: despliega la ventana de la figura B.7., para realizar la configuración de la velocidad y la resolución de muestreo.

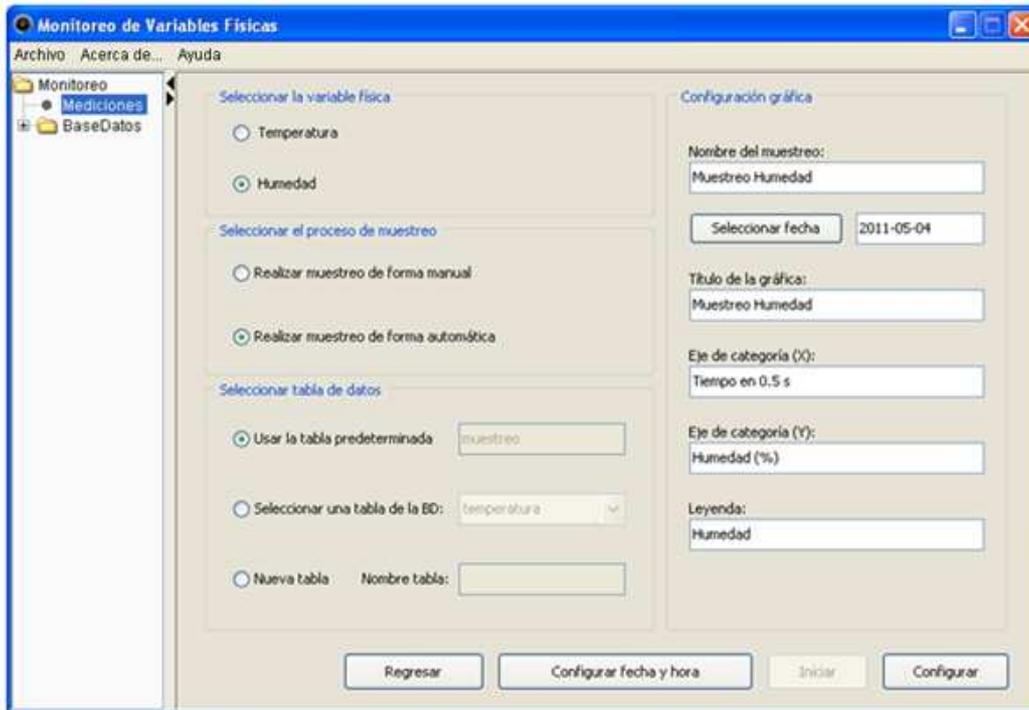


Figura B.5. Ventana para configurar el muestreo.

B.5. Configuración de la fecha y hora de muestreo

Esta ventana permite al usuario configurar la fecha y hora de muestreo. Gracias a la herramienta JCalendar, se visualiza un calendario donde el usuario pueda seleccionar el año, mes y día. En la parte superior izquierda y derecha del calendario se encuentra un botón con doble flecha, el botón del lado izquierdo recorre los años anteriores y el botón del lado derecho recorre los años posteriores, también, al lado de los dos botones anteriores se encuentra otro botón con una sola flecha, estos botones tienen la función de recorrer los meses, el del lado izquierdo recorre los meses anteriores y del lado derecho los meses posteriores. También se visualizan listas desplegables y botones que enseguida se detallan (Fig. B.6):

En el apartado de Tiempo inicial de muestreo se tienen las siguientes listas desplegables:

- Hrs: se selecciona la hora.
- Min: se selecciona los minutos.

- Seg: se selecciona los segundos.

En el apartado de Tiempo final de muestreo se tienen las siguientes listas desplegables:

- Hrs: se selecciona la hora.
- Min: se selecciona los minutos.
- Seg: se selecciona los segundos.
- Hora actual: muestra la hora actual.
- Aceptar: este botón tiene la funcionalidad de verificar si los datos seleccionados son válidos, si son validos se espera a que inicie el muestreo, de lo contrario se vuelve a solicitar los datos.
- Cancelar: se cierra esta ventana y se regresa a la ventana de la figura B.5.



Figura B.6. Ventana para configurar la fecha.

B.6. Configuración de la velocidad de muestreo

Esta ventana permite al usuario configurar la velocidad de muestreo. Aquí se muestra una lista desplegable y dos botones que a continuación se detallan (Fig. B.7):

En el apartado Velocidad de muestreo se tiene una lista desplegable Tiempo en milisegundos, esto es para seleccionar en cada cuantos segundos se va realizar cada muestra.

Y los botones que se muestran son:

- **Aceptar:** guarda la configuración mencionada y se continúa con el proceso de muestreo, se cierra esta ventana y se regresa a la ventana de la figura B.5.
- **Cancelar:** no guarda los cambios y se cierra esta ventana y se regresa a la ventana de la figura B.5.

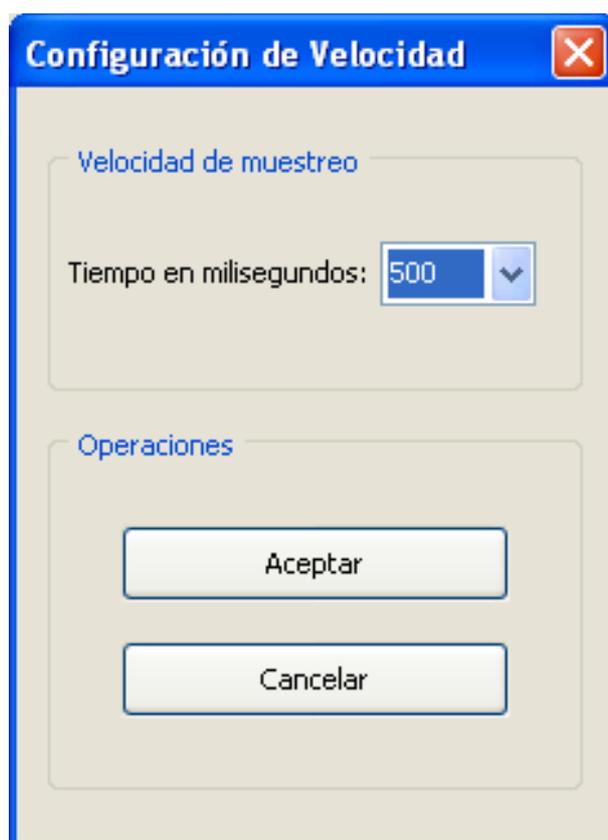


Figura B.7. Ventana para configurar la velocidad de muestreo.

B.7. Seleccionar la fecha

En la figura B.8 se muestra un calendario para seleccionar una fecha.



Figura B.8. Calendario para seleccionar fecha.

B.8. Visualización del comportamiento gráfico

Para optimizar los resultados del muestreo en tiempo real, se proyectará una gráfica de 2D, utilizando los componentes de JFreeChart. Del lado izquierdo de la gráfica en la coordenada (Y) se muestra el rango de muestreo de la variable física y en la parte inferior de la gráfica coordenada (X) se muestra el tiempo en que se captura cada muestra, donde dicha gráfica se desplaza hacia la izquierda. Aquí se pueden observar los diferentes puntos del muestreo. Para distinguir un valor de muestreo en la gráfica se resaltarán los picos. Las variables físicas temperatura y humedad del medio ambiente, regularmente no tiene una variación drástica, por lo tanto, los picos de la gráfica podrán ser similares o en ocasiones iguales (Fig. B.9).

También se muestran seis botones que a continuación se detallan:

- **Iniciar:** permite al usuario iniciar la gráfica de la figura B.9 e iniciar con los datos de la ventana que se muestra en la figura B.10.

- Parar: permite al usuario detener la gráfica.
- Modificar: despliega la ventana de la figura B.7.
- Guardar: despliega una ventana como se muestra en la figura B.11, para guardar los datos de muestreo en un archivo con extensión CSV.
- Nuevo Muestreo: cierra esta ventana de visualización gráfica y cancela los procesos de muestreo. Esto es con la finalidad de iniciar un nuevo muestreo sin salirse del sistema.
- Información: despliega una ventana como se muestra en la figura B.14, en la cual se muestra los datos de configuración del muestreo.

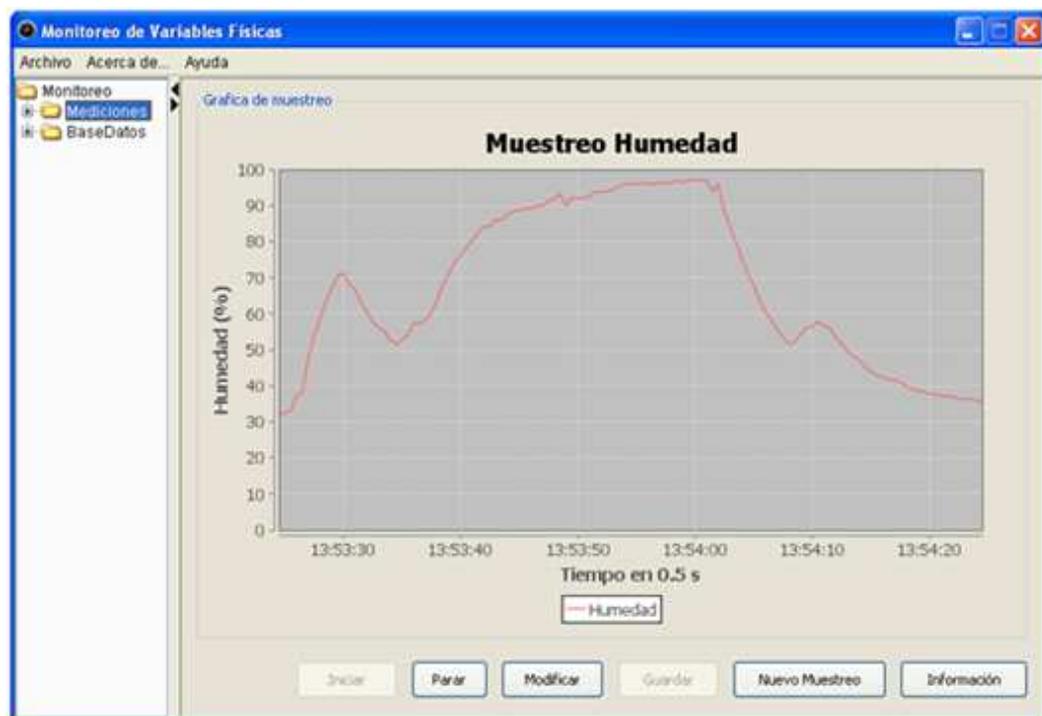


Figura B.9. Ventana para visualizar el comportamiento gráfico de muestreo.

B.9. Visualización de los datos de muestreo

Esta ventana muestra los valores numéricos que se capturan durante el proceso de muestreo a través de una tabla, la cual se divide en cuatro columnas de la siguiente manera (Fig. B.10):

- Número muestreo: en esta columna se muestran los números de muestreo de forma consecutiva, con la finalidad de conocer el número total de valores capturados en cada medición.
- Fecha: en esta columna se muestra la fecha en que se realiza la captura de datos (día, mes y año).
- Hora: en esta columna se muestra la hora, minuto y segundo en que se realiza la captura de datos.
- Variable física: en esta columna se muestran los valores capturados de la variable física. Únicamente se muestrea una variable a la vez (temperatura o humedad).

En esta ventana también se muestran siete botones que tienen la misma funcionalidad que los botones que se muestran en la ventana de la figura B.9.

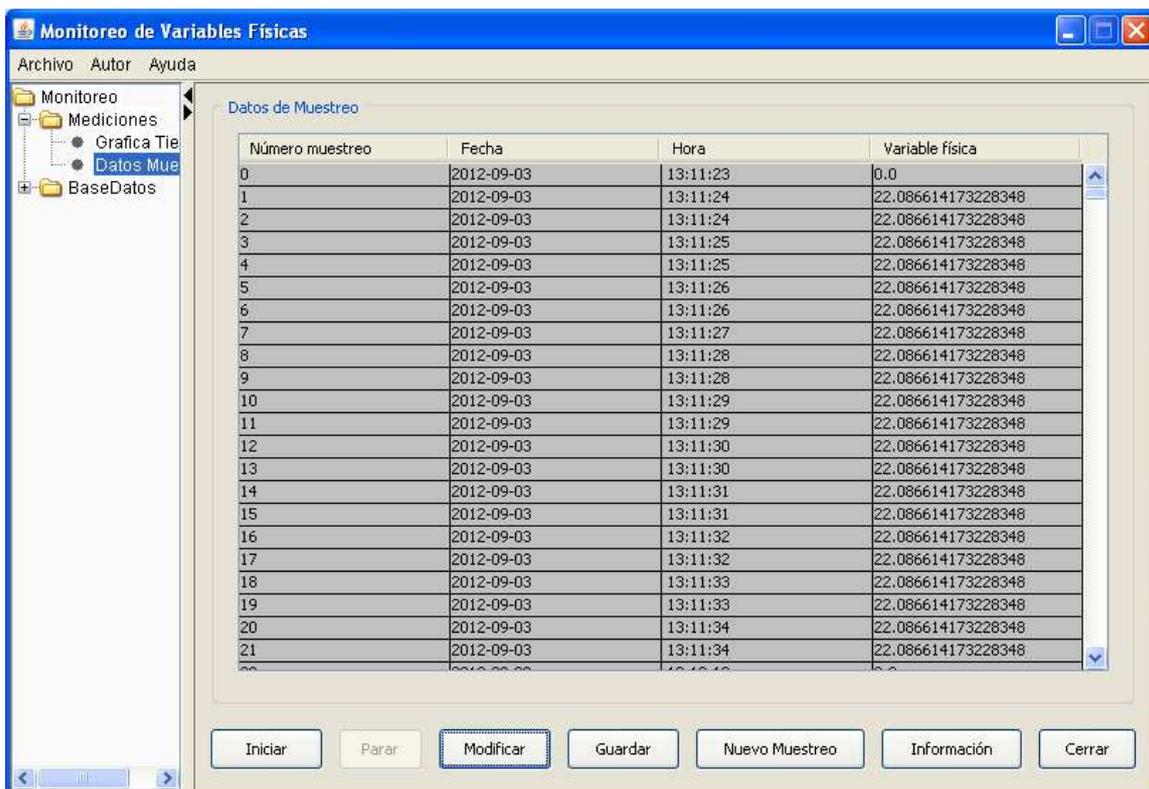


Figura B.10. Ventana de visualización de datos.

B.10. Almacenamiento de datos

En la figura B.11 se muestra la ventana para almacenar los datos de muestreo en un archivo con extensión CSV.

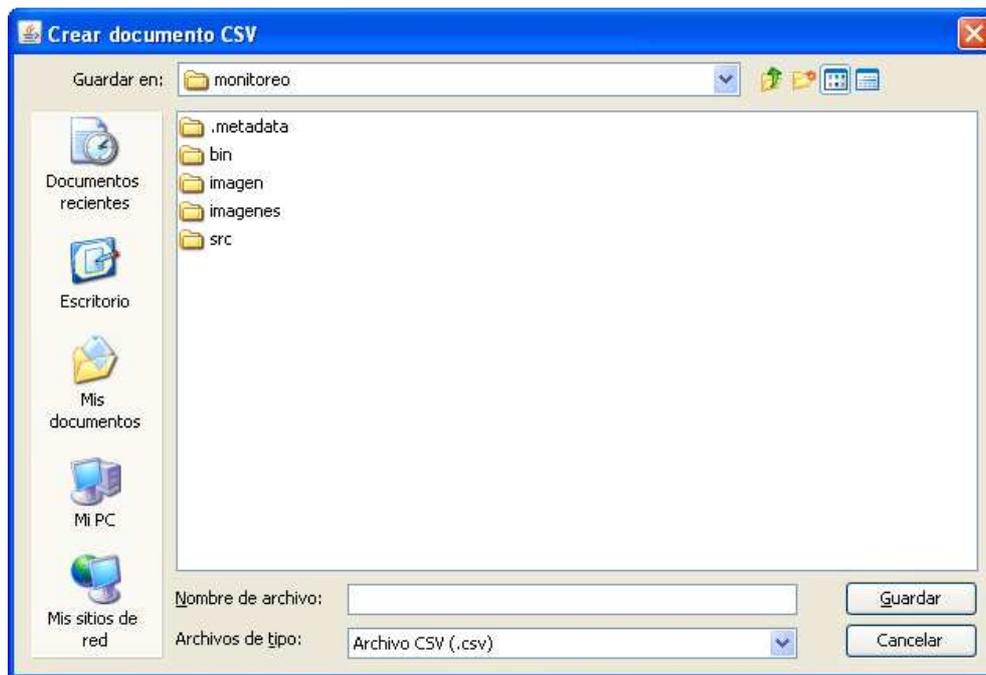


Figura B.11. Ventana para guardar datos.

B.11. Visualización de los datos de muestreo de la base de datos o de un archivo con extensión CSV

En esta ventana se muestran dos opciones para seleccionar los datos capturados durante el proceso de muestreo realizados con anterioridad, la primera opción es Seleccionar una tabla de la BD y la segunda opción es Seleccionar archivo externo CSV (Fig. B.12).

También se muestran los siguientes componentes:

- **Nombre tabla:** permite al usuario seleccionar el nombre de una tabla de la base de datos. Este campo se activa cuando se selecciona la opción Seleccionar los datos de muestreo de una base de datos.

- Abrir archivo CSV: despliega una ventana como se muestra en la figura B.12, para seleccionar el archivo con extensión CSV, y en el campo de texto que se encuentra enseguida de este botón se muestra la ruta del archivo seleccionado. Este botón se activa cuando se selecciona la opción Seleccionar archivo externo CSV.
- Regresar: permite al usuario regresar a la ventana de la figura B.3.
- Aceptar: se despliegan la ventana de la figura B.9 para visualizar la gráfica, en esta ventana únicamente se oculta el botón Modificar. Así mismo, se puede visualizar la ventana de la figura B.10, para visualizar los datos. En esta ventana se ocultan los botones Iniciar, Parar y Modificar.
- Cancelar: Desactiva la opción seleccionada y limpia el cuadro de texto.

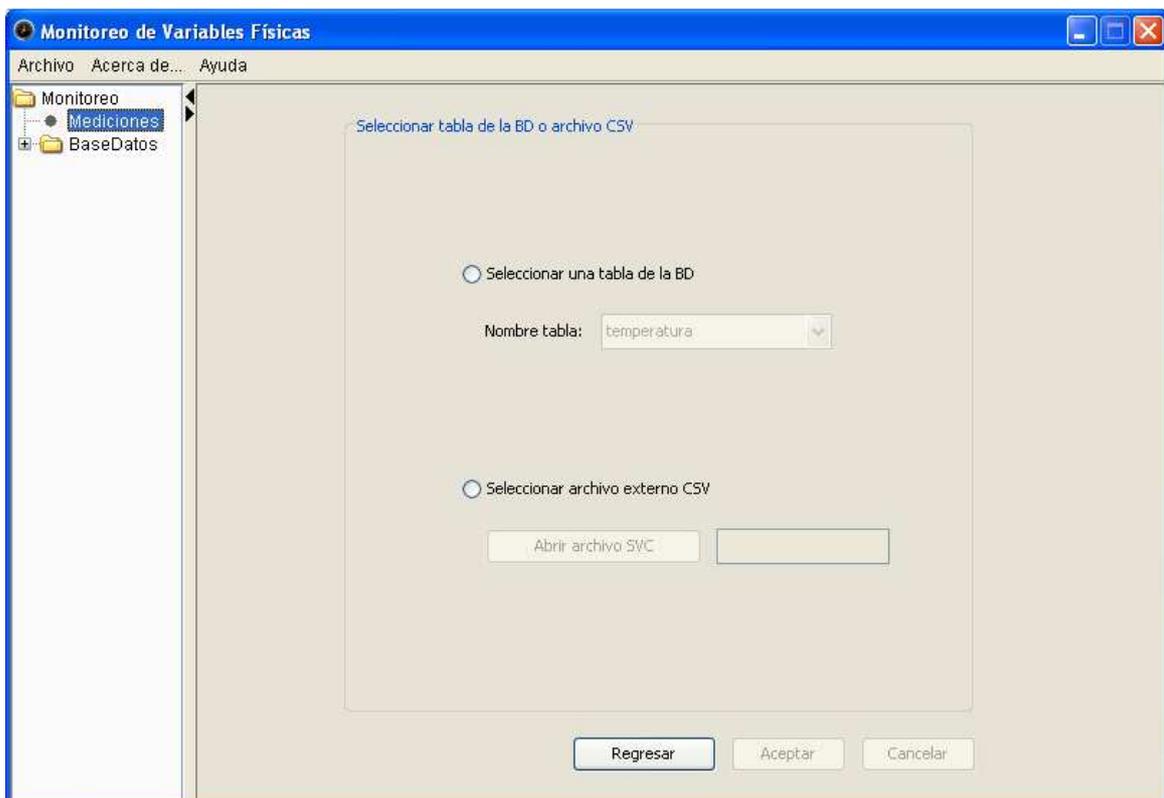


Figura B.12. Ventana para importar datos.

B.12. Apertura de archivos con extensión CSV

En la figura B.13 se muestra la ventana para seleccionar el archivo con extensión CSV, que contiene los datos de muestreo para abrir.

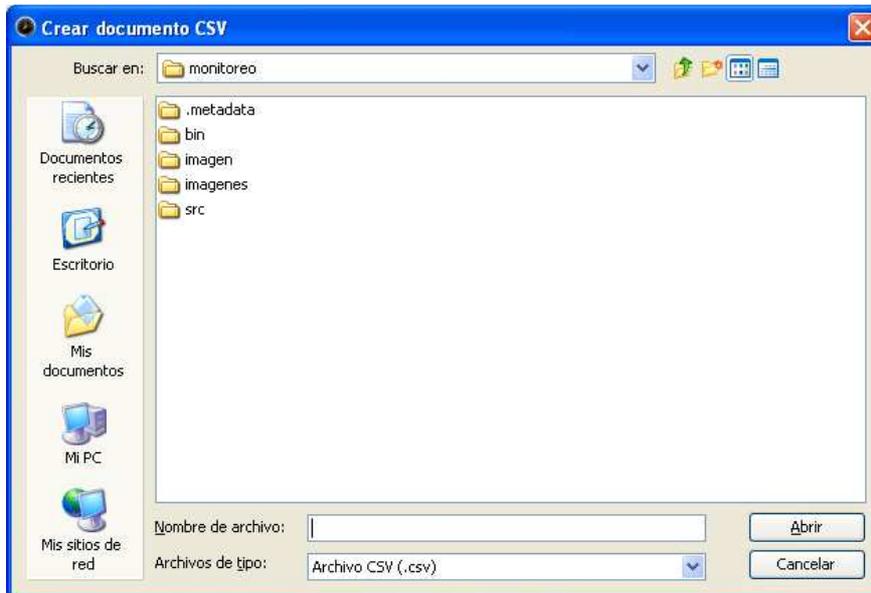


Figura B.13. Ventana para abrir archivo con extensión CSV.

B.13. Visualización de la información del sistema de monitoreo

En la figura B.14 se muestra la ventana con la información del sistema de monitoreo.



Figura B.14. Ventana que muestra información del sistema de monitoreo.

ANEXO C. HOJAS DE DATOS

En este apartado se anexan las hojas de datos de los componentes electrónicos que se usaron en este proyecto, los cuales son el ADC0808CCN, el sensor de temperatura LM35, el sensor de humedad HIH – 4000 y el circuito integrado NE555.



ADC0808/ADC0809

July 8, 2009

8-Bit μ P Compatible A/D Converters with 8-Channel Multiplexer

General Description

The ADC0808, ADC0809 data acquisition component is a monolithic CMOS device with an 8-bit analog-to-digital converter, 8-channel multiplexer and microprocessor compatible control logic. The 8-bit A/D converter uses successive approximation as the conversion technique. The converter features a high impedance chopper stabilized comparator, a 256R voltage divider with analog switch tree and a successive approximation register. The 8-channel multiplexer can directly access any of 8-single-ended analog signals.

The device eliminates the need for external zero and full-scale adjustments. Easy interfacing to microprocessors is provided by the latched and decoded multiplexer address inputs and latched TTL TRI-STATE outputs.

The design of the ADC0808, ADC0809 has been optimized by incorporating the most desirable aspects of several A/D conversion techniques. The ADC0808, ADC0809 offers high speed, high accuracy, minimal temperature dependence, excellent long-term accuracy and repeatability, and consumes minimal power. These features make this device ideally suited to applications from process and machine control to consumer and automotive applications. For 16-channel multiplexer with common output (sample/hold port) see ADC0816 data sheet. (See AN-247 for more information.)

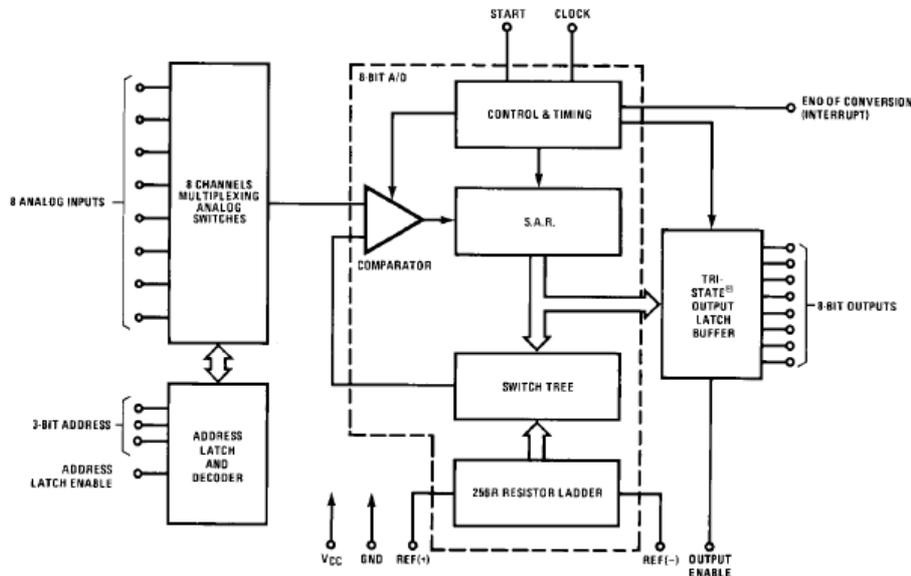
Features

- Easy interface to all microprocessors
- Operates ratiometrically or with 5 V_{DC} or analog span adjusted voltage reference
- No zero or full-scale adjust required
- 8-channel multiplexer with address logic
- 0V to V_{CC} input range
- Outputs meet TTL voltage level specifications
- ADC0808 equivalent to MM74C949
- ADC0809 equivalent to MM74C949-1

Key Specifications

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| ■ Resolution | 8 Bits |
| ■ Total Unadjusted Error | $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB |
| ■ Single Supply | 5 V_{DC} |
| ■ Low Power | 15 mW |
| ■ Conversion Time | 100 μ s |

Block Diagram



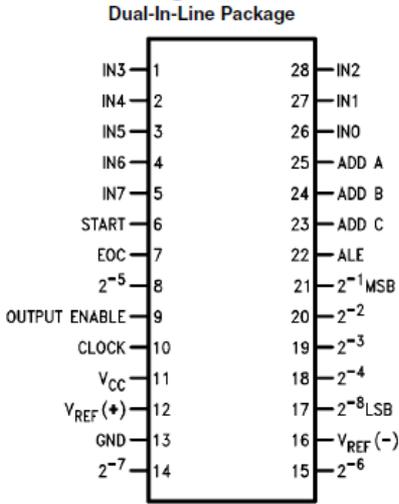
See Ordering Information

567201

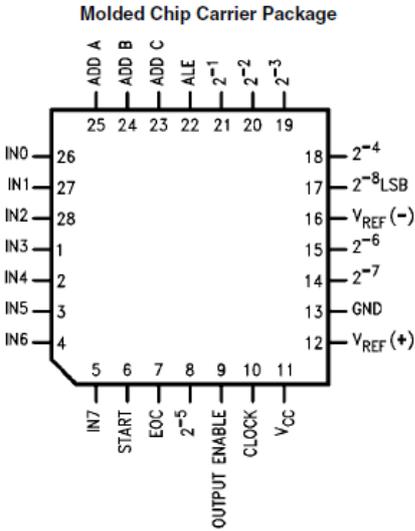
ADC0808/ADC0809 8-Bit μ P Compatible A/D Converters with 8-Channel Multiplexer

ADC0808/ADC0809

Connection Diagrams



Order Number ADC0808CCN or ADC0809CCN
See NS Package NA28E ⁵⁶⁷²¹¹



Order Number ADC0808CCV or ADC0809CCV
See NS Package V28A ⁵⁶⁷²¹²

Ordering Information

Temperature Range		-40°C to +85°C		
Package Outline		NA28E Molded DIP	V28A Molded Chip Carrier	V28A Molded Chip Carrier (Tape and Reel)
Error	±½ LSB Unadjusted	ADC0808CCN	ADC0808CCV	ADC0808CCVX
	±1 LSB Unadjusted	ADC0809CCN	ADC0809CCV	ADC0809CCVX



November 2000

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^\circ\text{C}$ at room temperature and $\pm 3/4^\circ\text{C}$ over a full -55 to $+150^\circ\text{C}$ temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only $60\ \mu\text{A}$ from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to $+150^\circ\text{C}$ temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to $+110^\circ\text{C}$ range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is available pack-

aged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

Features

- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear + 10.0 mV/°C scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at +25°C)
- Rated for full -55° to $+150^\circ\text{C}$ range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than $60\ \mu\text{A}$ current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^\circ\text{C}$ typical
- Low impedance output, $0.1\ \Omega$ for 1 mA load

Typical Applications

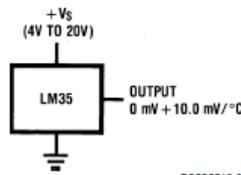
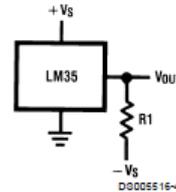


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (+2°C to +150°C)



Choose $R_1 = -V_S/50\ \mu\text{A}$
 $V_{OUT} = +1,500\ \text{mV}$ at $+150^\circ\text{C}$
 $= +250\ \text{mV}$ at $+25^\circ\text{C}$
 $= -550\ \text{mV}$ at -55°C

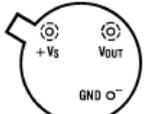
FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

LM35

Connection Diagrams

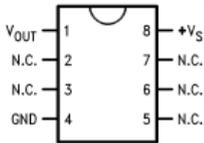
**TO-46
Metal Can Package***



BOTTOM VIEW
D0005516-1

*Case is connected to negative pin (GND)
Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or LM35DH
See NS Package Number H03H

**SO-8
Small Outline Molded Package**



D0005516-21

N.C. = No Connection

Top View
Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A

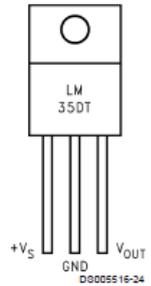
**TO-92
Plastic Package**



BOTTOM VIEW
D0005516-3

Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

**TO-220
Plastic Package***



D0005516-24

*Tab is connected to the negative pin (GND).
Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.

Order Number LM35DT
See NS Package Number TA03F

Honeywell

HIH-4000 Series

Humidity Sensors



The HIH-4000 Series Humidity Sensors are designed specifically for high volume OEM (Original Equipment Manufacturer) users. Direct input to a controller or other device is made possible by this sensor's linear voltage output. With a typical current draw of only 200 μ A, the HIH-4000 Series is often ideally suited for low drain, battery operated systems. Tight sensor interchangeability reduces or eliminates OEM production calibration costs. Individual sensor calibration data is available.

The HIH-4000 Series delivers instrumentation-quality RH (Relative Humidity) sensing performance in a competitively priced, solderable SIP (Single In-line Package). Available in two lead spacing configurations, the RH sensor is a laser trimmed, thermoset polymer capacitive sensing element with on-chip integrated signal conditioning. The sensing element's multilayer construction provides excellent resistance to most application hazards such as wetting, dust, dirt, oils and common environmental chemicals.

FEATURES

- Molded thermoset plastic housing
- Linear voltage output vs %RH
- Laser trimmed interchangeability
- Low power design
- High accuracy
- Fast response time
- Stable, low drift performance
- Chemically resistant

TYPICAL APPLICATIONS

- Refrigeration equipment
- HVAC equipment
- Medical equipment
- Drying
- Metrology
- Battery-powered systems
- OEM assemblies

HIH-4000 Series

TABLE 1. PERFORMANCE SPECIFICATIONS (At 5 Vdc supply and 25 °C [77 °F] unless otherwise noted.)
 (%RH performance specifications include test system measurement errors (±0.5 % typical.)

Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Interchangeability (best fit straight line)	–	–	–	–
0 % to 60 %	-5	–	5	%RH
60 % to 100 %	-8	–	8	%RH
Interchangeability (2nd order curve)	–	±3.5	–	%RH
Accuracy ¹ (best fit straight line)	–	±3.5	–	%RH
Accuracy (2nd order curve)	–	±2.5	–	%RH
Hysteresis	–	3	–	%RH
Repeatability	–	±0.5	–	%RH
Settling time	–	–	70	ms
Response time (1/e in slow moving air)	–	15	–	s
Stability ² (@ 50 %RH)	–	±1.2 (per year)	–	%RH
Stability ³ (@ 50 %RH)	–	±0.5 (per year)	–	%RH
Voltage supply	4	–	5.8	Vdc
Current supply	–	–	500	µA
Voltage output (1 st order fit)	$V_{out} = V_{supply} (0.0062(\text{sensor RH}) + 0.16)$			
Voltage output (2nd order curve fit)	$V_{out} = 0.00003(\text{sensor RH})^2 + 0.0281(\text{sensor RH}) + 0.820$, typical @ 25 °C			
Temperature compensation	$V_{out} = (0.0305 + 0.000044T - 0.0000011T^2)(\text{Sensor RH}) + (0.9237 - 0.0041T + 0.000040T^2)$, T=Temperature in °C			
Operating temperature	-40[-40]	See Figure 1.	85[185]	°C[°F]
Operating humidity	0	See Figure 2.	100	%RH
Storage temperature	-40[-40]	–	125[257]	°C[°F]
Storage humidity	See Figure 2.			%RH

Notes:

1. For HIH-4000-003 and -004 only.
2. Specification includes testing outside of recommended operating zone.
3. Specification includes testing for recommended operating zone only.

NOTICE

- Do not expose sensor to condensing environments. Exposure to condensing environments will cause sensor output to indicate 0 %RH.
- Sensor is light sensitive. For best performance, shield sensor from bright light.
- Sensor is static sensitive. Sensor connection protected to 15 kV maximum.
- Sensor output is ratiometric to supply voltage.

Failure to comply with these instructions could result in death or serious injury.

FACTORY CALIBRATION DATA

HIH-4000 Sensors may be ordered with a calibration and data printout (Table 2). See order guide on back page.

TABLE 2. EXAMPLE DATA PRINTOUT

Model	HIH-4000-001
Channel	92
Wafer	030996M
MRP	337313
Calculated values at 5 V	
V _{out} @ 0 %RH	0.958 V
V _{out} @ 75.3 %RH	3.268 V
Linear output for 2 %RH accuracy @ 25 °C	
Zero offset	0.958 V
Slope	30.680 mV/%RH
RH	(V _{out} -zero offset)/slope (V _{out} -0.958)/0.0307
Ratiometric response for 0 % to 100 %RH	
V _{out}	V _{supply} (0.1915 to 0.8130)





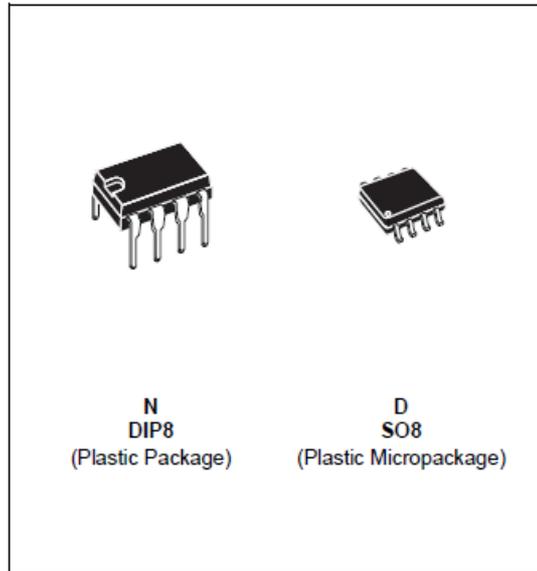
NE555 SA555 - SE555

GENERAL PURPOSE SINGLE BIPOLAR TIMERS

- LOW TURN OFF TIME
- MAXIMUM OPERATING FREQUENCY GREATER THAN 500kHz
- TIMING FROM MICROSECONDS TO HOURS
- OPERATES IN BOTH ASTABLE AND MONOSTABLE MODES
- HIGH OUTPUT CURRENT CAN SOURCE OR SINK 200mA
-
- TTL COMPATIBLE
- TEMPERATURE STABILITY OF 0.005% PER°C

DESCRIPTION

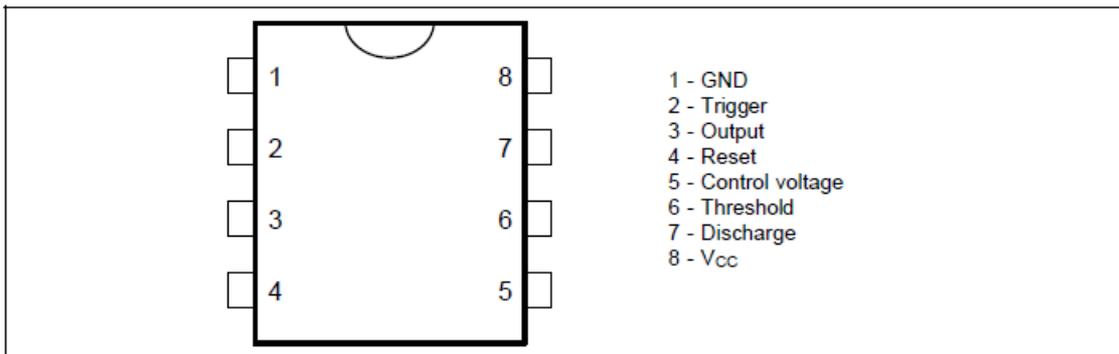
The NE555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200mA. The NE555 is available in plastic and ceramic minidip package and in a 8-lead micropackage and in metal can package version.



ORDER CODES

Part Number	Temperature Range	Package	
		N	D
NE555	0°C, 70°C	•	•
SA555	-40°C, 105°C	•	•
SE555	-55°C, 125°C	•	•

PIN CONNECTIONS (top view)



NE555/SA555/SE555

LINEAR RAMP

When the pullup resistor, R_A , in the monostable circuit is replaced by a constant current source, a linear ramp is generated. Figure 17 shows a circuit configuration that will perform this function.

Figure 17.

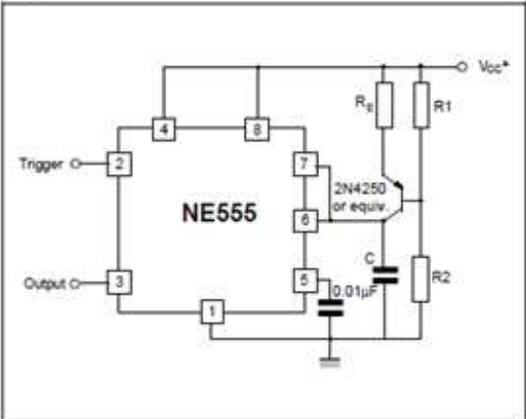
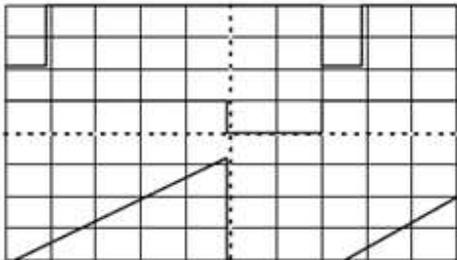


Figure 18 shows waveforms generator by the linear ramp.

The time interval is given by :

$$T = \frac{(2/3 V_{CC} R_E (R_1 + R_2) C}{R_1 V_{CC} - V_{BE} (R_1 + R_2)} \quad V_{BE} = 0.6V$$

Figure 18 : Linear Ramp.



$V_{CC} = 5V$
 Time = $20\mu s/DIV$
 $R_1 = 47k\Omega$
 $R_2 = 100k\Omega$
 $R_E = 2.7k\Omega$
 $C = 0.01\mu F$

Top trace : input 3V/DIV
 Middle trace : output 5V/DIV
 Bottom trace : output 5V/DIV
 Bottom trace : capacitor voltage 1V/DIV

50% DUTY CYCLE OSCILLATOR

For a 50% duty cycle the resistors R_A and R_E may be connected as in figure 19. The time period for the output high is the same as previous,

$t_1 = 0.693 R_A C.$

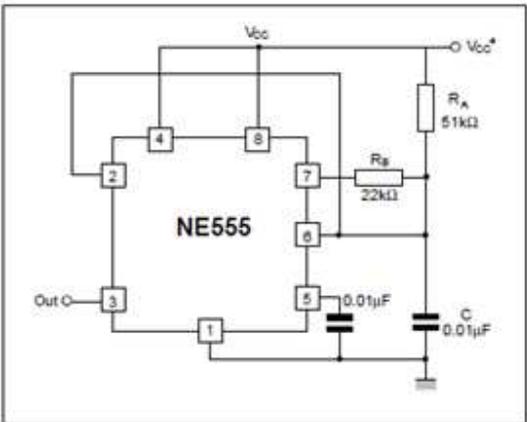
For the output low it is $t_2 =$

$$[(R_A R_B) / (R_A + R_B)] C \ln \left[\frac{R_B - 2R_A}{2R_B - R_A} \right]$$

Thus the frequency of oscillation is $f = \frac{1}{t_1 + t_2}$

Note that this circuit will not oscillate if R_B is greater

Figure 19 : 50% Duty Cycle Oscillator.



than $1/2 R_A$ because the junction of R_A and R_B cannot bring pin 2 down to $1/3 V_{CC}$ and trigger the lower comparator.

ADDITIONAL INFORMATION

Adequate power supply bypassing is necessary to protect associated circuitry. Minimum recommended is $0.1\mu F$ in parallel with $1\mu F$ electrolytic.



ANEXO D. INSTALACIÓN DE MYSQL

En este apartado se describen los pasos para la instalación del manejador de base de datos MySQL y del entorno gráfico.

D.1. Instalación del manejador de base de datos MySQL

Para comenzar la instalación del manejador de base de datos MySQL se debe instalar la aplicación mysql-essential, en este caso se instaló la versión 5.1.47, sin embargo puede haber versiones posteriores a ésta. Esta aplicación se puede descargar en la siguiente página: <http://dev.mysql.com/downloads/mysql>

Antes de iniciar la descarga es importante verificar que el instalador sea compatible con el sistema Windows.

Se debe instalar este software siguiendo los pasos que muestra el asistente de instalación de MySQL.

En la figura D.1 se muestra la ventana de inicio de instalación de MySQL, en la cual se debe presionar el botón Next.



Figura D.1. Ventana para iniciar el proceso de instalación.

En la figura D.2 se muestra la ventana para seleccionar el tipo de instalación, en la cual se debe seleccionar la opción Typical, esta opción permite instalar los componentes básicos para el funcionamiento del Sistema, a continuación presionar el botón Next.



Figura D.2. Ventana para seleccionar el tipo de instalación.

En la figura D.3 se muestra la ventana que indica el tipo de instalación, la ruta de instalación y la ruta donde se almacenarán las bases de datos, para confirmar la instalación se debe presionar el botón `Install`.

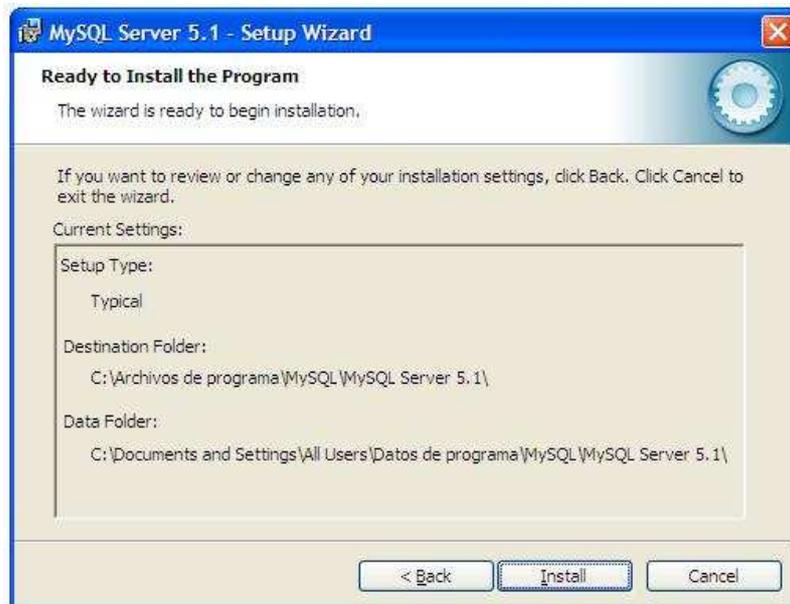


Figura D.3. Ventana con información de la instalación.

En las figuras D.4 y D.5 se muestran las ventanas con información general acerca de los servicios que proporciona MySQL, en las cuales se debe presionar el botón `Next`.

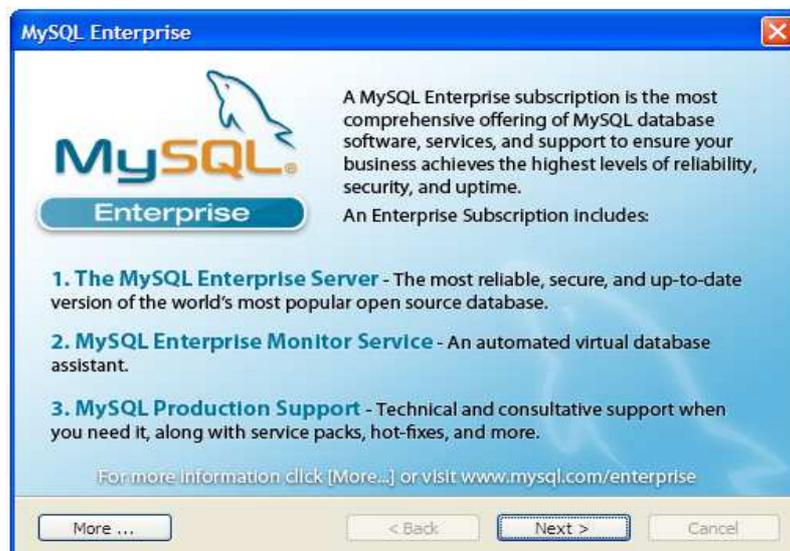


Figura D.4. Ventana con información general.

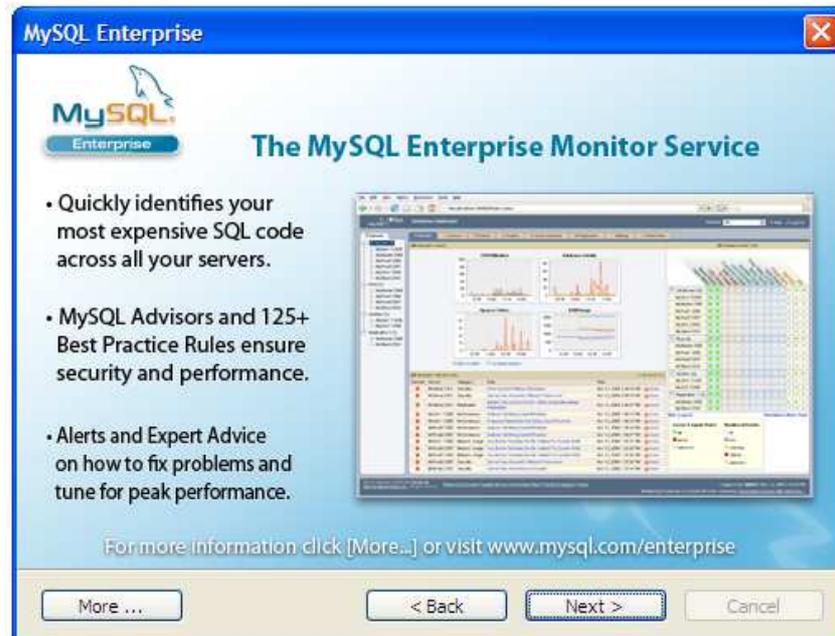


Figura D.5. Segunda ventana con información general.

En la figura D.6 se muestra la ventana para completar la instalación, en la cual se debe seleccionar la opción Configure the MySQL Server now, a continuación presionar el botón Finish.



Figura D.6. Ventana para completar la instalación.

En la figura D.7 se muestra la ventana de bienvenida, en la cual se debe presionar el botón Next.



Figura D.7. Ventana de bienvenida.

En la figura D.8 se muestra la ventana para seleccionar el tipo de configuración, en la cual se debe seleccionar la opción Standard Configuration, a continuación presionar el botón Next.

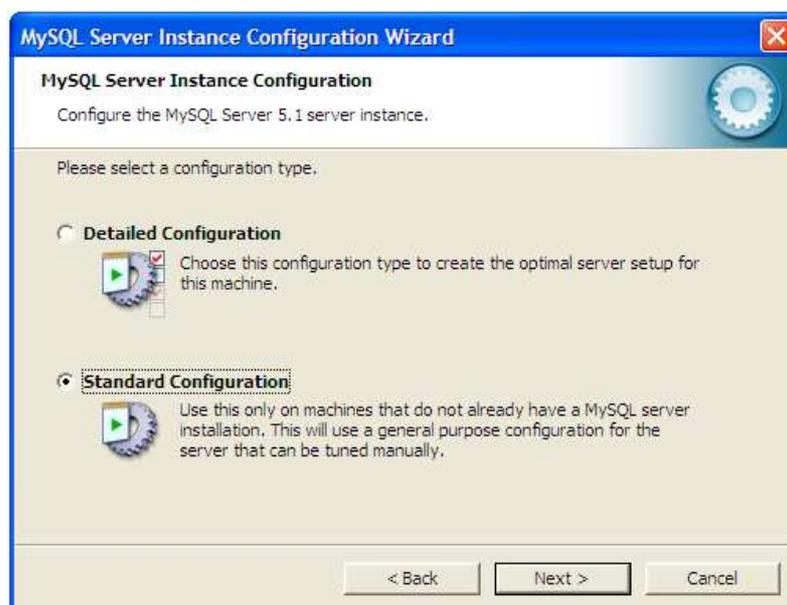


Figura D.8. Ventana para seleccionar el tipo de configuración.

En la figura D.9 se muestra la ventana para seleccionar el entorno de trabajo, en la cual se debe seleccionar la opción `Install As Windows Service`, a continuación presionar el botón `Next`.



Figura D.9. Ventana para seleccionar el entorno de trabajo.

En la figura D.10 se muestra la ventana para asignar la contraseña del usuario `root`, esta contraseña debe ser la misma que se le asignó al sistema de monitoreo para realizar la conexión a la base de datos.



Figura D.10. Ventana para asignar la contraseña de root.

En la figura D.11 se muestra la ventana para ejecutar la configuración de MySQL, en la cual se debe presionar el botón **Execute**.

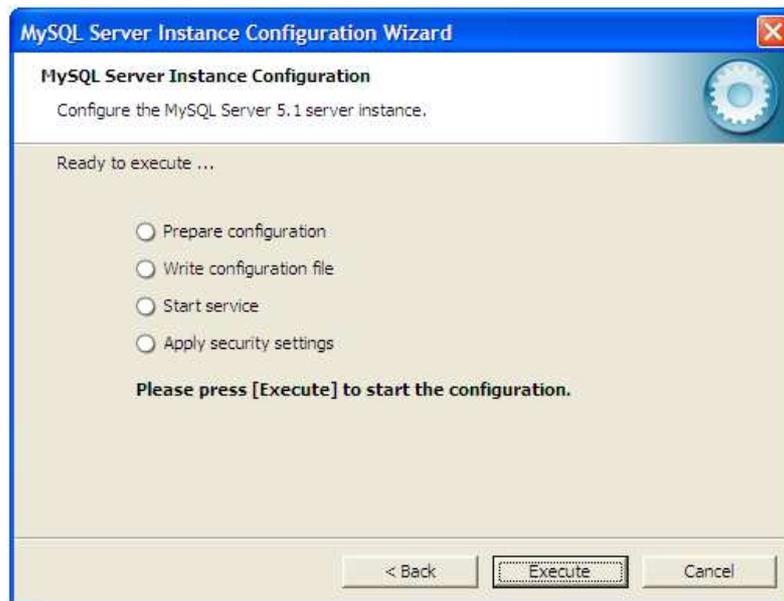


Figura D.11. Ventana para ejecutar la configuración.

En la figura D.12 se muestra la ventana para finalizar la instalación de MySQL, en la cual se debe presionar el botón **Finish**.

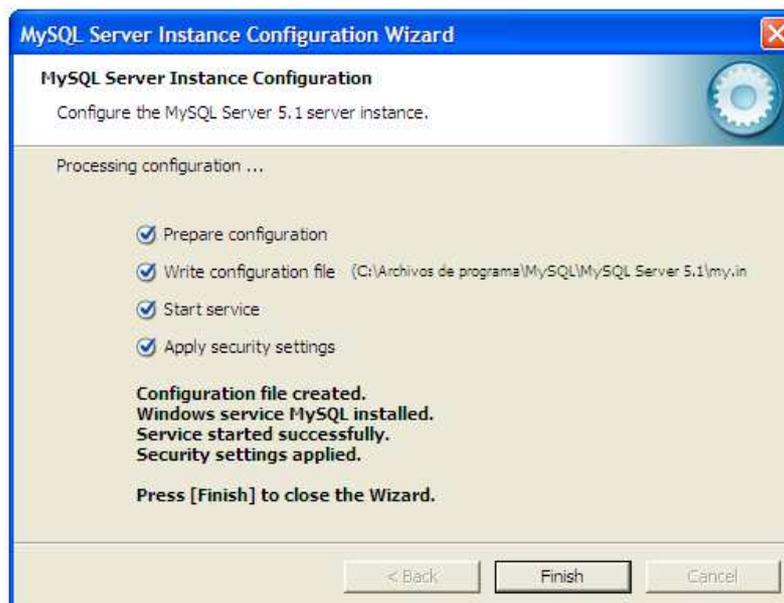


Figura D.12. Ventana para finalizar la instalación.

D.2. Instalación del entorno gráfico de MySQL

Para trabajar desde un entorno gráfico es necesario instalar el manejador gráfico de MySQL el cual es mysql-gui-tools, que en este caso se instaló la versión 5.0-r17, sin embargo puede haber versiones posteriores a ésta. Esta aplicación se puede descargar en la siguiente página: <http://dev.mysql.com/downloads/gui-tools/5.0.html>

La importancia de instalar este software es para realizar la restauración (Restore) y la copia de seguridad (Backup) de la base de datos monitoreo.

En la figura D.13 se muestra la ventana de inicio de instalación de MySQL Tools, en la cual se debe dar clic sobre el botón Next.



Figura D.13. Ventana para iniciar la instalación.

En la figura D.14 se muestra la ventana de licencia, en la cual se debe seleccionar la opción I accept the terms in the license agreement después de leer los términos de la licencia, a continuación presionar el botón Next.

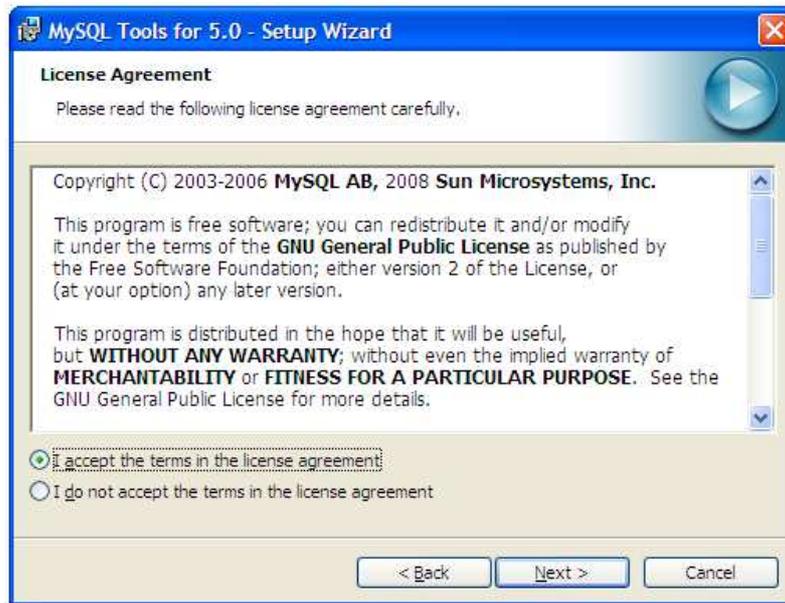


Figura D.14. Ventana de licencia.

En la figura D.15 se muestra la ventana para seleccionar la ruta donde se instalará el sistema presionando el botón Change, si se omite este proceso, entonces los archivos de instalación se copiarán en la ruta predeterminada al presionar el botón Next.

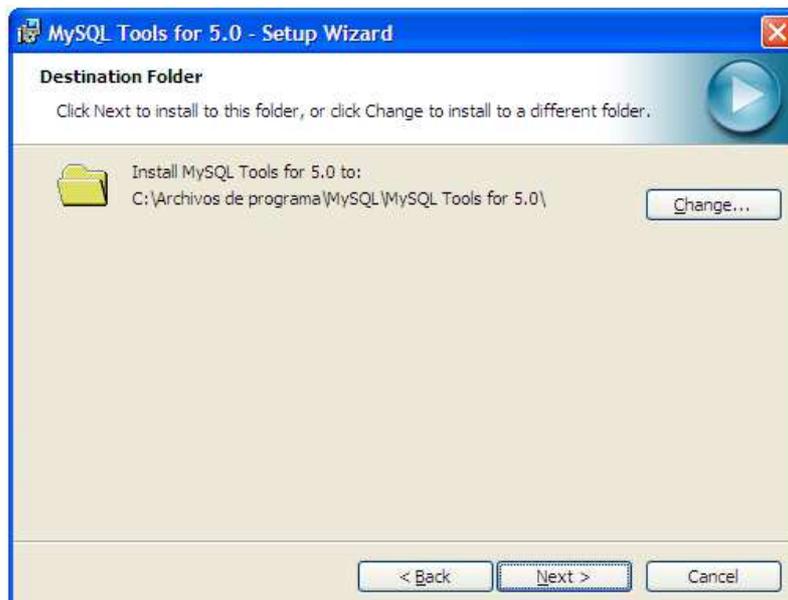


Figura D.15. Ventana para seleccionar la ruta de instalación.

En la figura D.16 se muestra la ventana para seleccionar el tipo de instalación, en la cual se recomienda la opción `Complete`, a continuación presionar el botón `Next`.



Figura D.16. Ventana para seleccionar el tipo de instalación.

En la figura D.17 se muestra la ventana que indica el tipo de instalación y la ruta de instalación, se debe presionar el botón `Install` para confirmar la instalación.

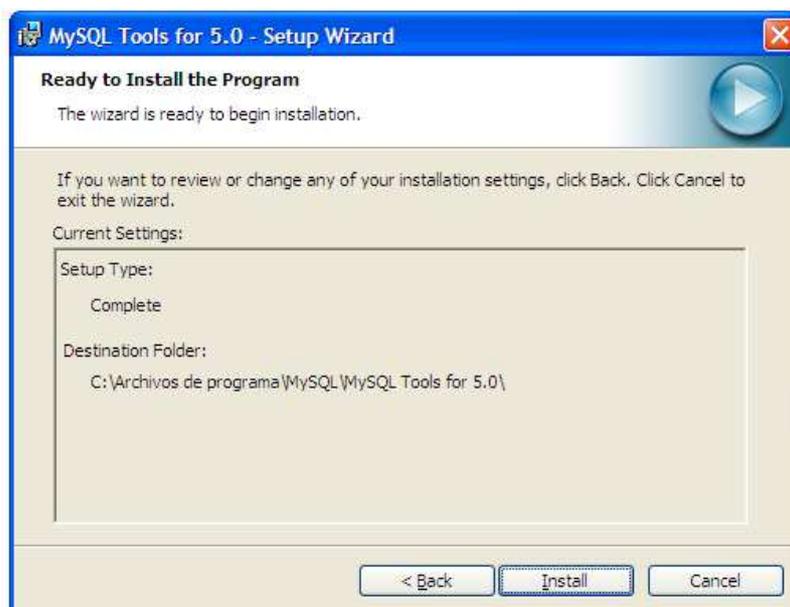


Figura D.17. Ventana con información de la instalación.

En la figura D.18 se muestra la ventana para finalizar la instalación de MySQL Tools, en la cual se debe presionar el botón Finish.

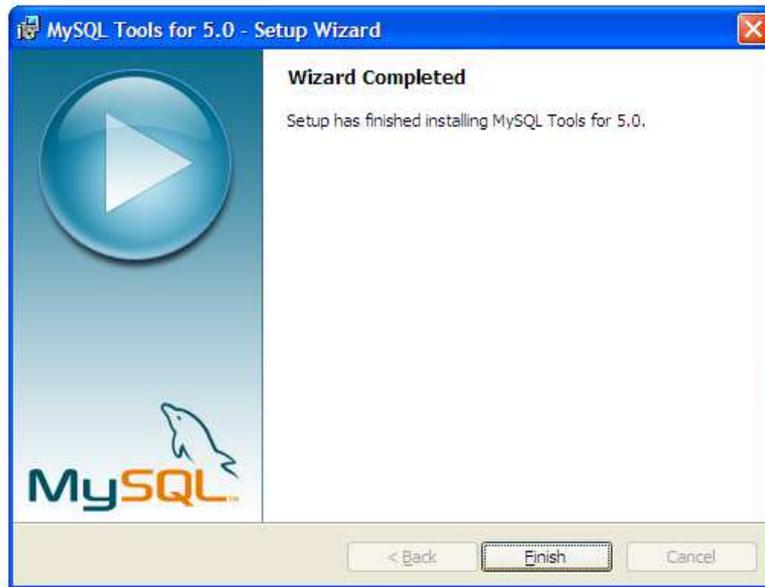


Figura D.18. Ventana para finalizar la instalación.

ANEXO E. RESTAURACIÓN Y RESPALDO DE LA BASE DE DATOS

En este apartado se describe cómo realizar la restauración de la base de datos en MySQL para el funcionamiento del sistema, asimismo, se establecen los pasos para realizar la copia de seguridad de la base de datos.

E.1. Restauración de la base de datos

Para el funcionamiento del sistema de monitoreo se debe importar (Restore) la base de datos monitoreo que se usa para almacenar la información del sistema y los datos de muestreo. Este archivo se encuentra dentro de la ruta de instalación del sistema.

A continuación se explica cómo restaurar la base de datos desde el ambiente gráfico de MySQL:

Para comenzar la restauración de la base de datos monitoreo se debe ingresar en la aplicación de MySQL Administrator como se muestra en la figura E.1.

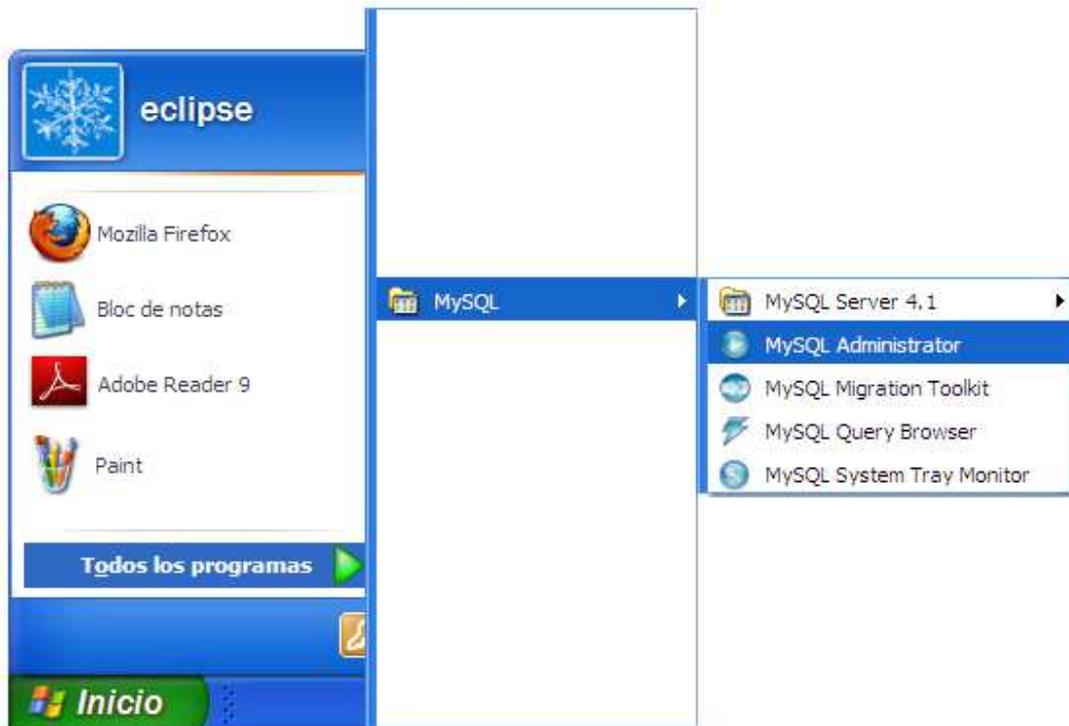


Figura E.1. Pasos para ingresar a MySQL Administrator.

Enseguida se despliega la ventana de MySQL Administrator solicitando los siguientes datos (Fig. E.2):

- **Stored Connection:** son las conexiones que se almacenan en el equipo, sin embargo, no se tiene ninguna conexión almacenada, por lo tanto esto se deja en blanco.
- **Server Host:** el servidor en el cual se quiere conectar, en este caso la base de datos se encuentra localmente instalada, por defecto esto llevará el nombre de localhost.
- **Port:** es el puerto en el cual se conecta a la base de datos, por defecto se le dejará 3306.
- **Username:** éste es el nombre de usuario que se especificó al instalar la aplicación de MySQL.
- **Password:** ésta es la contraseña que le corresponde al nombre de usuario que se especificó al instalar la aplicación de MySQL.

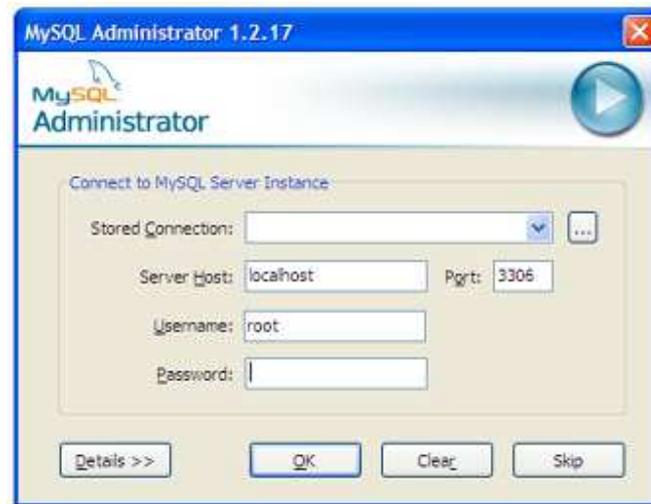


Figura E.2. Ventana para conectarse a MySQL Administrator.

Después de ingresar los datos en los campos mencionados anteriormente se presiona el botón Ok para abrir la conexión a la base de datos y se comienza el proceso de restauración (Fig. E.3).

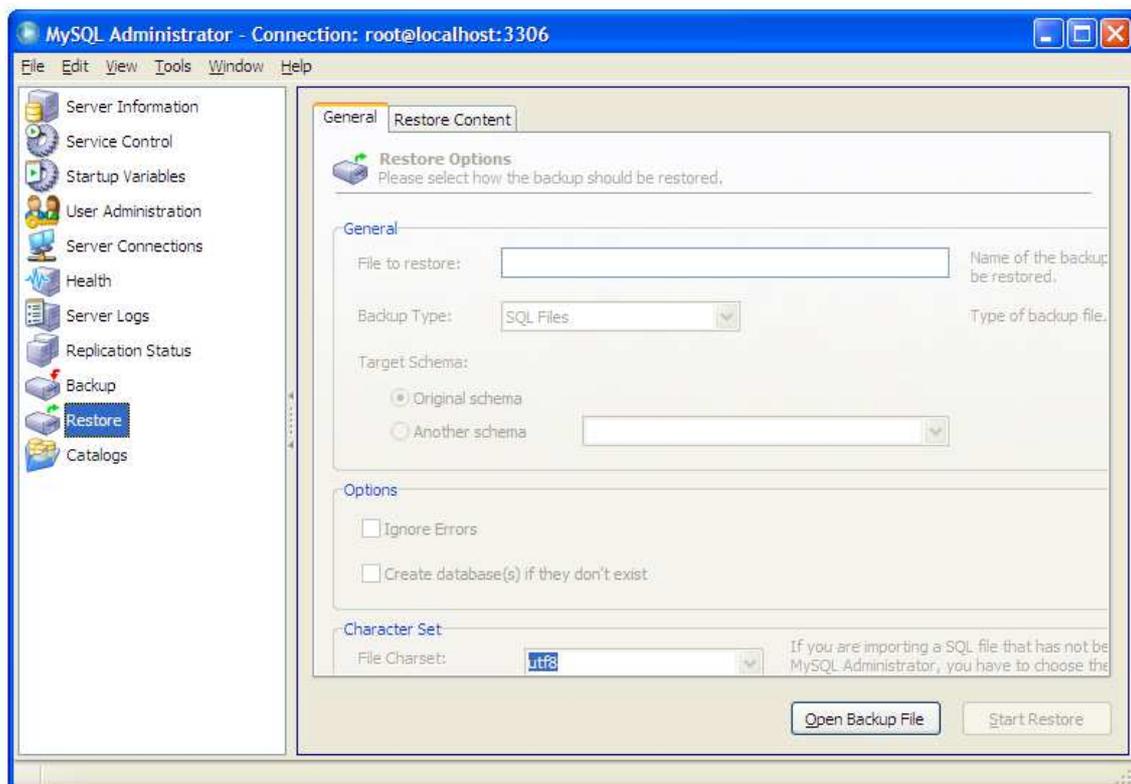


Figura E.3. Ventana para realizar la restauración de la base de datos.

Se debe seleccionar la opción Restore.

Se debe presionar el botón Open Backup File y abrir el archivo sql, en este caso “monitoreo.sql”.

Para iniciar la restauración debe presionar el botón Start Restore.

E.2. Copia de seguridad de la base de datos

Para realizar una copia de seguridad (Backup) de la base de datos, se debe abrir la aplicación MySQL Administrator como se mencionó anteriormente. A continuación se explica el proceso para realizar una copia de seguridad (Fig. E.4).

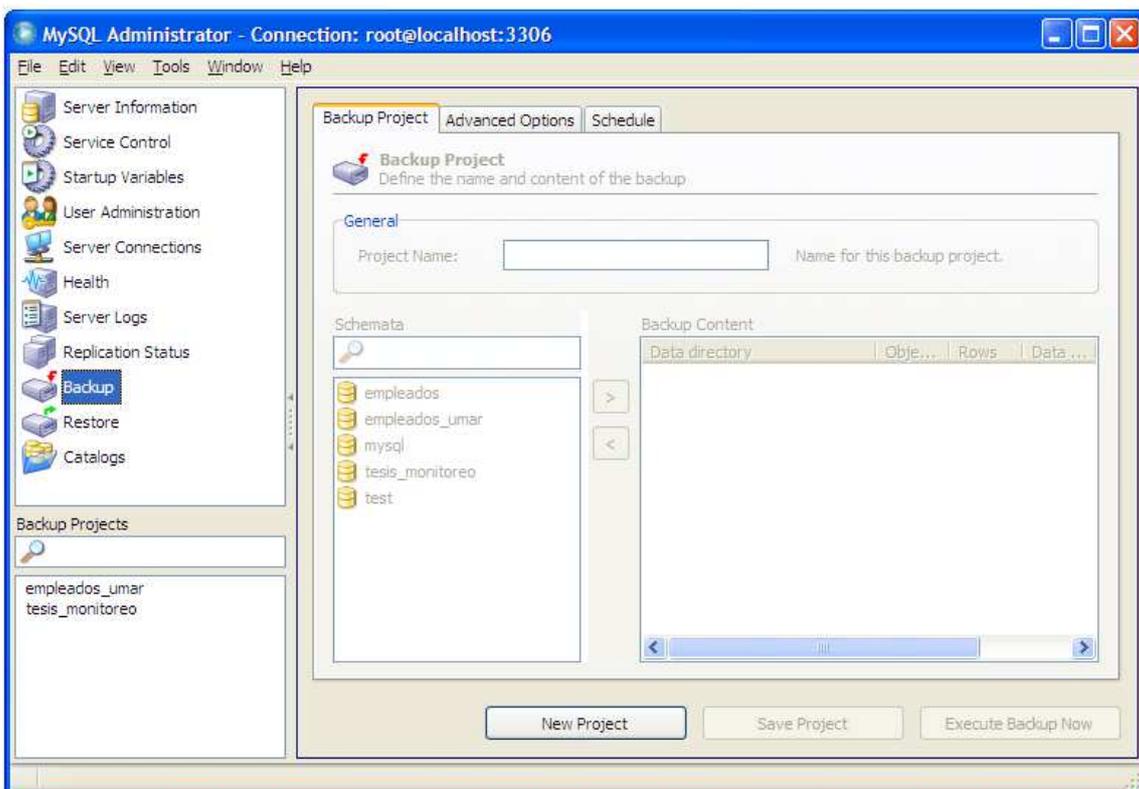


Figura E.4. Ventana para realizar la copia de seguridad de la base de datos.

- Se debe seleccionar la opción Backup.
- Se debe presionar el botón New Project.

ANEXO E. RESTAURACIÓN Y RESPALDO DE LA BASE DE DATOS

- En el campo `Project Name` del apartado `General` se escribe el nombre del proyecto a exportar.
- En el apartado de `Schemata` se debe seleccionar la base de datos para hacer la copia de seguridad, enseguida se debe agregar en el apartado de `Backup Content` presionando el botón del símbolo `>`.
- Se debe presionar el botón `Save Project`.
- Para iniciar con la copia de seguridad se debe presionar el botón `Execute Backup Now`, el cual muestra un cuadro de diálogo especificando en dónde se desea guardar la copia de seguridad.

ANEXO F. HERRAMIENTAS COMPLEMENTARIAS DEL SISTEMA

En este apartado se describen las herramientas complementarias del sistema de monitoreo, también se establecen los enlaces para descargar las herramientas que se utilizaron en este proyecto.

F.1. Enlaces de descargas

Para el desarrollo de este proyecto de tesis se usó el lenguaje de programación Java que se explica en el marco teórico y como entorno de desarrollo se usó Eclipse, una herramienta gráfica para la compilación del código. Esta herramienta se puede descargar de la siguiente página: <http://www.eclipse.org/downloads/>

Esta aplicación no tiene la propiedad de instalarse, únicamente se debe ejecutar el archivo eclipse.exe (Fig. F.1) y se carga una interfaz como se muestra en la figura F.2, en el cual se comienza a desarrollar el proyecto.

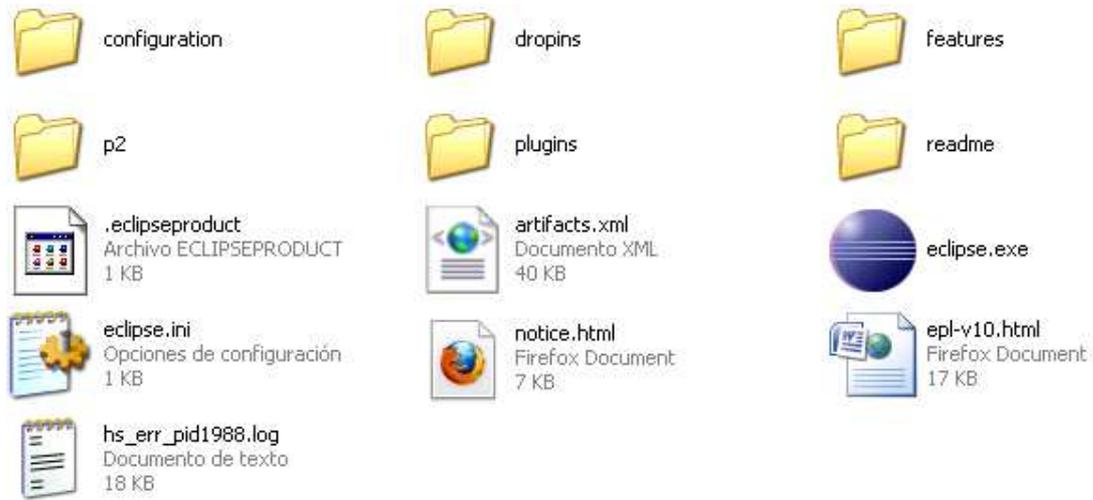


Figura F.1. Ejecutable de la aplicación Eclipse.

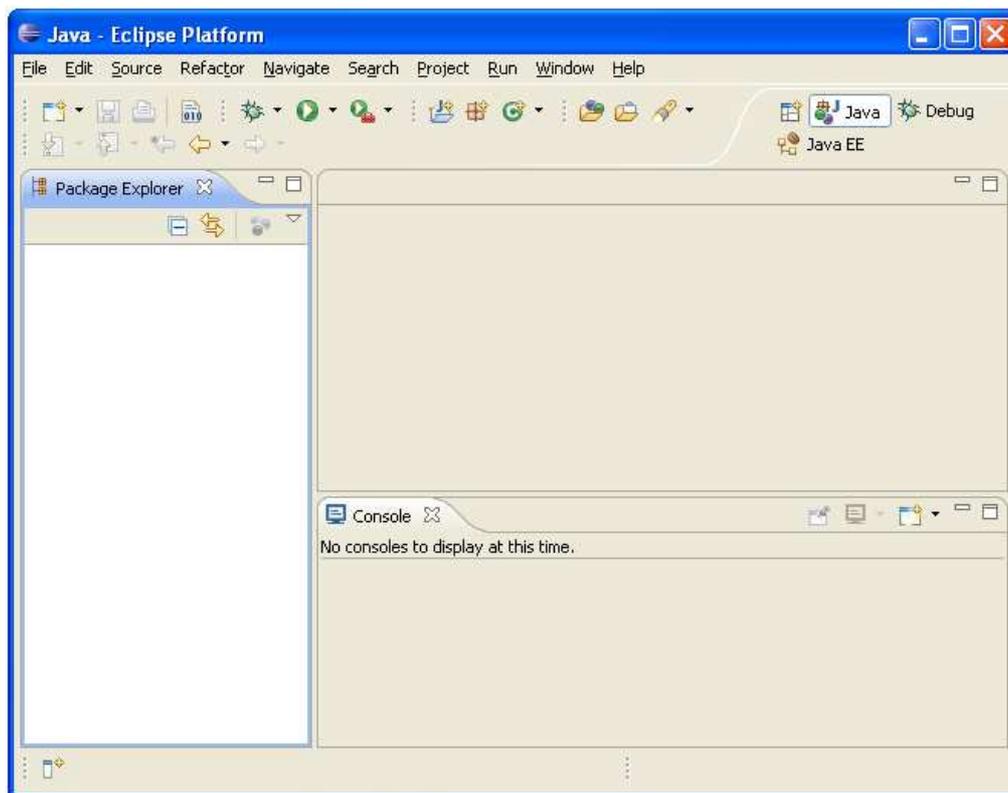


Figura F.2. Plataforma Eclipse.

Los complementos o librerías que se utilizaron para este proyecto de tesis son las siguientes, que también se explican en el marco teórico.

`Jnpout32.dll`: controlador para establecer la comunicación entre la PC y el circuito electrónico a través del puerto paralelo, que se puede descargar en la siguiente página: <http://www.hytherion.com/beattidp/comput/pport.htm>

Conector MySQL: controlador que permite establecer la comunicación del lenguaje de programación Java a la base de datos, que se puede descargar en la siguiente página: <http://dev.mysql.com/downloads/connector/j/>

JFreechart: es una librería que permite incrustar diferentes tipos de gráficas dentro de los proyectos de Java, que se puede descargar en la siguiente página: <http://www.jfree.org/jfreechart/download.html>

JCalendar: es una librería que permite incrustar una interfaz en forma de calendario para aplicaciones de tiempo y fecha. Esta herramienta se puede descargar en la siguiente página: <http://www.toedter.com/en/jcalendar/index.html>

F.2. Agregar librerías JFreechart, Conector-Mysql y JCalendar

Es importante mencionar que para desarrollar proyectos en Java, independientemente del software de aplicación, existen muchas librerías que otros desarrolladores o empresas han elaborado y que de alguna forma son herramientas muy útiles al adecuarlas a proyectos, algunas se sujetan dentro de los términos de código libre GNU y otros tienen un costo en particular.

Específicamente este proyecto de tesis, que es el sistema de monitoreo, se desarrolló en el ambiente de desarrollo Eclipse, por lo tanto, para agregar las librerías, se deben seguir los siguientes pasos:

1. En el menú `Windows` se selecciona el submenú `Show View` y dentro de este submenú se selecciona `Package Explorer`, el cual mostrará el panel que contiene todos los proyectos que se han creado (Fig. F.3).

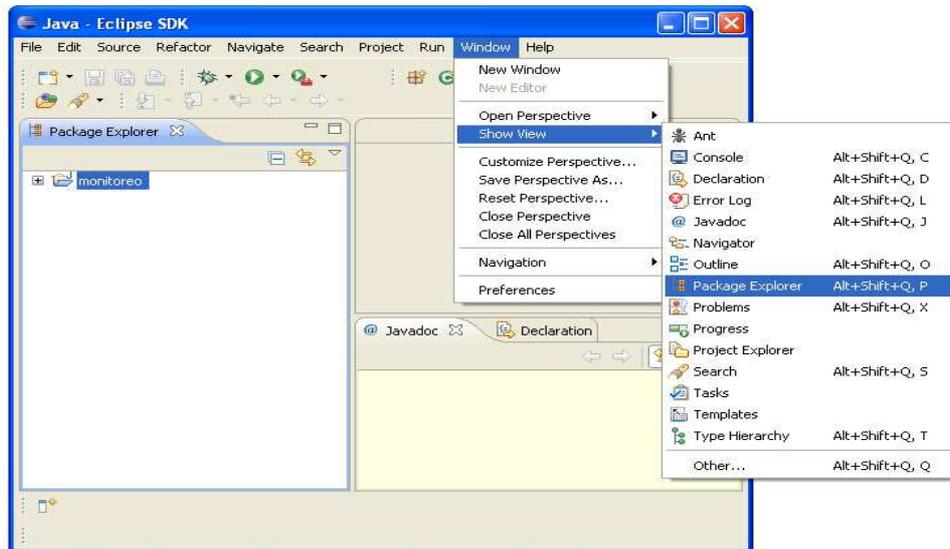


Figura F.3. Seleccionar la opción para agregar paquetes.

2. Presionar con el botón derecho del ratón sobre el proyecto en que se va a agregar la librería, enseguida se desplegará una lista de menús y se selecciona la opción Built Path (Fig. F.4), y dentro de ésta se selecciona Configure Built Path y se mostrará la ventana de propiedades del proyecto.

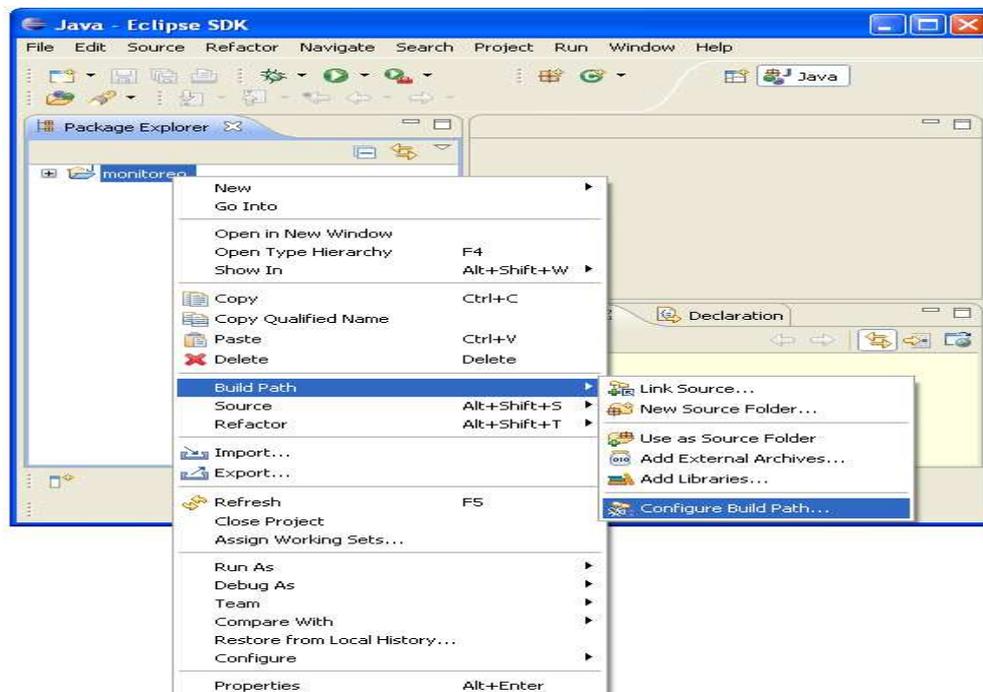


Figura F.4. Seleccionar la opción para configurar las librerías.

3. Del lado derecho se selecciona en el menú la pestaña Libraries (Fig. F.5).

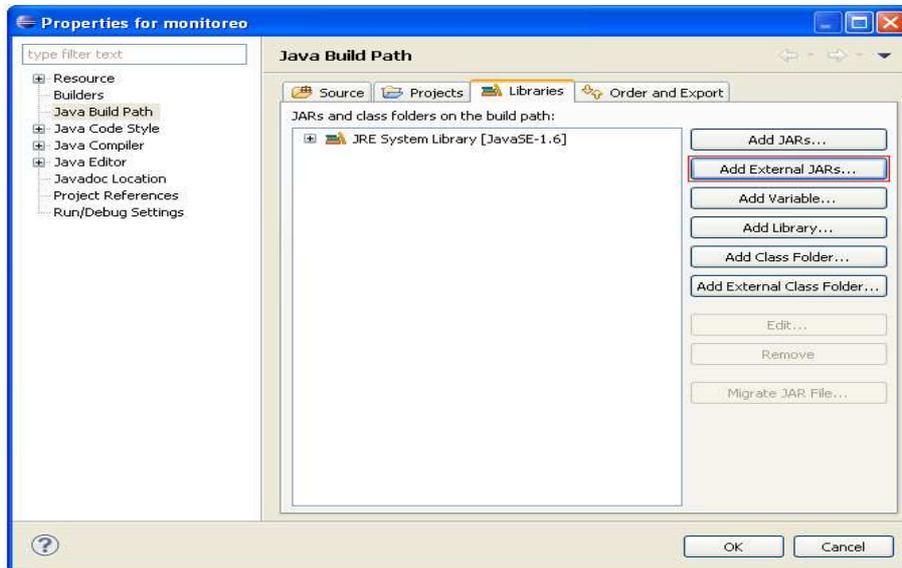


Figura F.5. Seleccionar la opción para agregar librerías.

4. De la lista de botones del lado derecho se elige Add External JARs, aquí se desplegará el explorador de Windows y se debe buscar la librería que se va agregar y presionar abrir, y de la ventana de propiedades del proyecto se presiona OK (Fig. F.6).

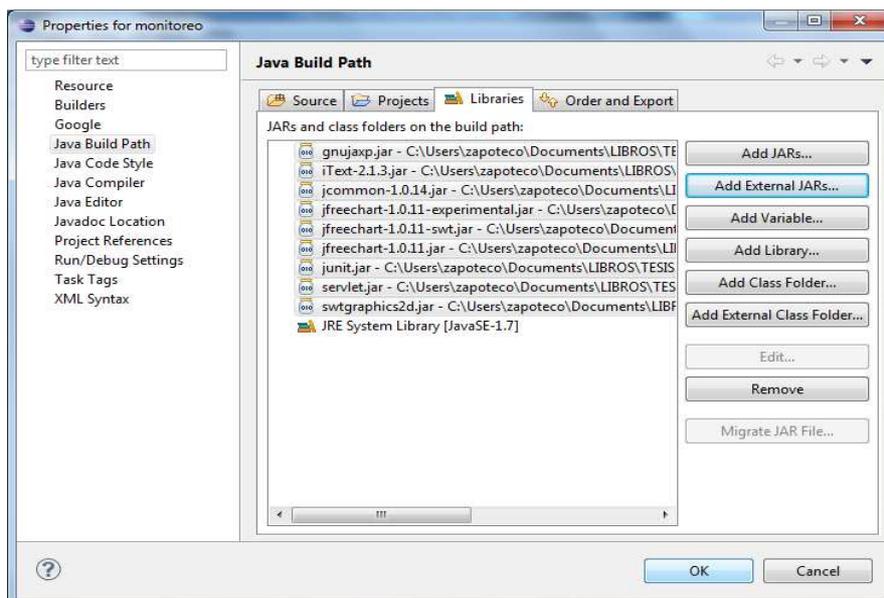


Figura F.6. Finalizar la instalación de las librerías.

ANEXO G. CONTENIDO DEL CD

En este apartado se describe la estructura del CD, el cual contiene la tesis en formato PDF y DOCX, el ejecutable del sistema de monitoreo de variables físicas, el archivo SQL de la base de datos, el código fuente del sistema de monitoreo de variables físicas, las aplicaciones de MySQL para instalar, las librerías que se usaron JCalendar, JFreeChart y conector MySQL, también el controlador jnpout32.

En la figura G.1 se muestra el contenido del CD del sistema de monitoreo de variables físicas. El cual contiene la tesis en formato PDF y DOCX, así mismo, algunas carpetas con archivos necesarios para el sistema, los cuales se enlistan y se describen a continuación:

- APLICACIONES DE MySQL
- BASE DE DATOS DEL SISTEMA
- CODIGO FUENTE DEL SISTEMA
- CONTROLADOR PUERTO PARALELO
- EJECUTABLE DEL SISTEMA
- LIBRERIAS DEL SISTEMA



Figura G.1. Contenido del CD del sistema de monitoreo de variables físicas.

En la figura G.2 se muestra el contenido de la carpeta APLICACIONES DE MySQL, el cual contiene dos programas ejecutables que son **mysql-5.5.15-winx64.msi** y **mysql-gui-tools-5.0-r17-win32.msi**, la instalación de estas herramientas se explican en el Anexo D.



Figura G.2. Aplicaciones de MySQL.

En la figura G.3 se muestra el contenido de la carpeta BASE DE DATOS DEL SISTEMA, la cual contiene únicamente el archivo de la base de datos que es **monitoreo.sql**.



Figura G.3. Base de datos para el funcionamiento del sistema.

En la figura G.4 se muestra el contenido de la carpeta CODIGO FUENTE DEL SISTEMA, esta carpeta contiene todas las clases del sistema de monitoreo de variables físicas.

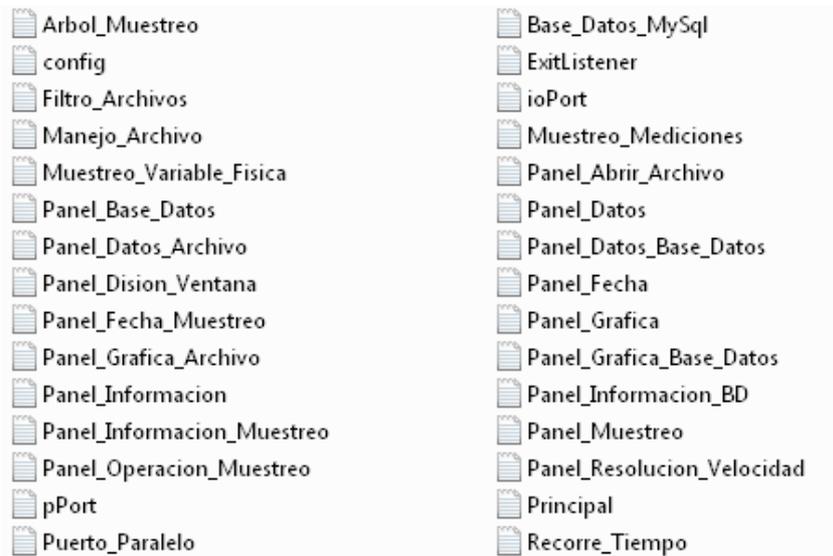


Figura G.4. Conjunto de clases del sistema.

En la figura G.5 se muestra el contenido de la carpeta CONTROLADOR PUERTO PARALELO, el cual se utilizó para establecer la comunicación a través del puerto paralelo de la PC al circuito establecido en el *protoboard*.



Figura G.5. Controlador del puerto paralelo.

En la figura G.6 se muestra el contenido de la carpeta EJECUTABLE DEL SISTEMA, aquí se muestra el ejecutable del sistema con el nombre de **monitoreo.exe**, y dos carpetas que contienen las imágenes que se muestran en el sistema.

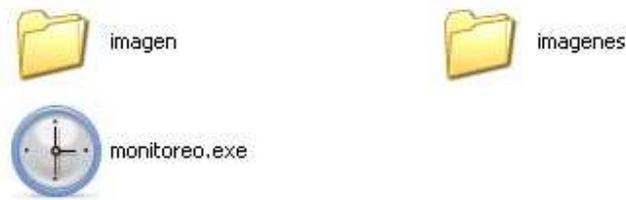


Figura G.6. Ejecutable del sistema de monitoreo de variables físicas.

En la figura G.7 se muestra el contenido de la carpeta LIBRERIAS DEL SISTEMA, en esta carpeta se muestran las librerías que se utilizaron para el funcionamiento del sistema.



Figura G.7. Librerías que se utilizaron para el funcionamiento del sistema.

REFERENCIAS

Aguilar Rodríguez, A 2004, *Geografía General*, 2da. ed., Pearson Educación, México.

Alonso Jordá, P, García Granada, F & Onaindía de la Rivaherrera, E 1998, *Diseño e implementación de programas en lenguaje C*, Universidad Politécnica de Valencia, España.

Aumaille, B 2002, *J2EE Desarrollo de Aplicaciones Web*, Ediciones ENI, España.

Beekman, G 1992, *Introducción a la computación*, Pearson, Estados Unidos de América.

Ber, A 1995, *JCalendar*, java.net y Sun Microsystems, Librería (2.0) GNU (Lesser General Public Licence), fecha de consulta: 20 de marzo de 2009, <<https://jcalendar.dev.java.net/>>.

Bermúdez Silva, IA 2007, *Debian GNU/Linux para el usuario final*, 2da. ed., ICCO, Venezuela.

Blancas, J & Conejo, A 2000, 'Sistema de monitoreo y control de temperatura para el patrón nacional de viscosidad', *Revista mexicana de Ingeniería Biomédica*, Vol. 21, No. 4, pp. 142 - 147.

Caballé, S & Xhafa, F 2008, *Aplicaciones distribuidas en Java con tecnología RMI*, 1ra. ed., Delta publicaciones, España.

Carretero, A, Ferrero, FJ, Sánchez-Infantes, JA, Sánchez-Infantes, P & Valero, FJ 2009, *Electrónica*, Editex, España.

Casillas Santillán, LA, Gibert Ginestá, M & Pérez Mora, O 2005, *Base de datos en MySQL, P06/M2109/0215*, Universitat Oberta de Catalunya, España, fecha de consulta: 10 de noviembre de 2011, <http://ocw.uoc.edu/computer-science-technology-and-multimedia/bases-de-datos/bases-de-datos/P06_M2109_02151.pdf>.

Cooper, DW & Helfrick, DA 1991, *Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición*, Prentice Hall, México.

Cornejo Salazar, DA 2004, 'Sistema de monitoreo remoto para el control de deslizamientos', *Compendio de trabajos de investigación CNDG – Biblioteca*, Instituto Geofísico de Perú, Vol. 5, p. 173 – 182, fecha de consulta: 05 de noviembre de 2011, <http://www.igp.gob.pe/sismologia/servicios/biblioteca_cndg/compendio/rev2003_pdf/pdf/desastres_dcornejo.pdf>.

Cruz Juárez, DA 2008, 'Adaptación de un apilador automático de discos compactos a una línea de producción manual', Tesis de licenciatura, Instituto Politécnico Nacional, México.

DatasheetCatalog 1998, NE555, SA555 – SE555 *General purpose single bipolar timers*, DatasheetCatalog.org, fecha de consulta: 05 de noviembre de 2011, <<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/stmicroelectronics/2182.pdf>>.

Deitel, HM & Deitel, PJ 2004. *Cómo programar en Java*, 5ta. ed., Prentice Hall, México.

Dygdon, JT, Spencer, HC, Mitchell, A, Hill, IL, Novak, JE, Glesecke, FE, & Lockhart, S 2006, *Dibujo y comunicación gráfica*, 3ra. ed., Prentice Hall, México.

Gallego Cano, JC 2010, *PCPI - Montaje de componentes informáticos*, 1ra. ed., Editex, España.

Galleguillos, F & Cid, P 2003, *Sensores de humedad*. Universidad Técnica Federico Santa María, Chile, fecha de consulta: 05 de noviembre de 2011, <<http://profesores.elo.utfsm.cl/~jgb/CIDGALLEGUILLOSc.pdf>>.

Gálvez Rojas, S & García Sucino, I 2006, *Java a tope: JavaMail en ejemplos*, Universidad de Málaga, España.

García Moreno, E 1999, *Automatización de procesos industriales: robótica y automática*, Universidad Politécnica de Valencia, España.

Gilbert, D 2002, *The JFreeChart Class Library (version 0.9.1)*, Simba management limited, fecha de consulta: 01 de noviembre de 2011, <<http://kripsntricks.com/data/ebooks/java/jfreechart-0.9.1-US-v1.pdf>>.

Gil Piqueras, T, García Solaz, H, Castrillo Castelblanque, S & Hernández Muñoz, E 2003, *Levantamientos planimétricos en edificación*, Universidad Politécnica de Valencia, España.

González Fernández, VR 2003, *Control automatizado y robótica para el área de tecnología*, Universidad de Valladolid, fecha de consulta: 02 de abril de 2008, <http://cfievalladolid2.net/tecno/cyr_01/index.htm>.

Gonzalo Arribas, MJ 2005, *Electrónica de potencia y medida*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo, Área de tecnología electrónica, fecha de consulta: 09 de noviembre de 2011, <http://www.ceiarteuntref.edu.ar/files/PDFfiles/Med_acel.pdf>.

Guevara, OE, Quaas, WR, Castelán, PG, Ortiz, GJ, Vázquez, LJ, Morquecho, CZ, Alarcón, FA, Martínez, BA, Gómez, VA, Espitia, SG, Alonso, RP & Cárdenas, GL 2003, *Instrumentación y monitoreo del volcán Popocatepetl*, 1ra ed., CENAPRED, México.

- Hermosa Donate, A 1995, *Electrónica digital práctica*, Marcombo, España.
- Hernández Pajares, M, Juan Zornoza, JM & Sanz Subirana, J 2004, *Tratamiento de datos GPS, Prácticas de laboratorio*, 2da. ed., Universidad Politécnica de Catalunya, España.
- Holzner, S 2005, *La Biblia de Java2*, 1ra. ed., Anaya Multimedia, España.
- Huang, HW, 2008, *Embedded system design with C8051*, Cengage Learnign, Estados Unidos de América.
- Klein, T 2000, *Computer hoy: Diccionario de informática*, Grupo Axel Springer, España.
- Liñán, GR, Ramírez, NJ, Pascacio, A & Nava, GA 2001, 'Experiencias en el desarrollo de sistemas de monitoreo y diagnóstico para transformadores de potencia', *Consejo Internacional de Grandes Sistemas Eléctricos (CIGRE)*, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Vol. 12, no. 02, pp. 1-7, fecha de consulta: 12 de noviembre de 2011, <<http://www.cigre.org.mx/uploads/media/12-02.PDF>>.
- López Sanjurjo, C 2006, *Tecnologías de la información: conceptos básicos*, 1ra ed. Ideaspropias, España.
- Mayné, J 2003, *Sensores acondicionadores y procesadores de señal*. Silica An Avnet Division, fecha de consulta: 06 de noviembre de 2011, <<http://www.jcee.upc.es/JCEE2002/MAYNEPONENCIA.pdf>>.
- Menéndez González, MA 2006, *Manual para la formación de operadores de grúa torre*, 8va. ed., Lex Nova, España.
- Mompín Poblet, J 1986, *La electrónica en la industria I*, Marcombo, España.
- Morera Pascual, JM & Pérez Campanero, AJA 2002, *Concepto de sistemas operativos*, Universidad Pontificia de Comillas, España.
- National Semiconductor 2009, *ADC0808/ADC0809 8-Bit μ P Compatible A/D Converters with 8-Chanel*, National Semiconductor Corporation, fecha de consulta: 05 de noviembre de 2011, <<http://www.national.com/ds/AD/ADC0808.pdf>>.
- Nuño Turrado, IA & Rosas Flores, YG 2000, *Control y monitoreo inalámbrico computarizado, aplicado a un motor de «DC»*, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, fecha de consulta: 02 de noviembre de 2011, <<http://proton.ucting.udg.mx/expodec/abr2000/documentos/ic05.pdf>>.

Osorio Rivera, FL 2008, *Base de datos relacionales: teoría y práctica*, 1ra. ed., Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia.

Pallás Areny, R 1993, *Adquisición y distribución de señales*, Marcombo, España.

Pareja Aparicio, M 2008, *Diseño electrónico con aplicaciones libres o gratuitas, para el técnico en electrónica*, Club Universitario, España.

Pérez Conde, C 1996, *Sensores ópticos*, Universidad de Valencia, España.

Pérez Hernández, MG & Duarte, A 2006, *La informática, presente y futuro en la sociedad*, Universidad Rey Juan Carlos, Dykinson, España.

Poet Rodríguez, J 2007, *Diccionario de vocabulario informático*, Windows UE, Estados Unidos de América.

Pogue, D & Goldstein, A 2005, *Switching to the Mac: the missing manual*, O'Reilly Media Inc, Estados Unidos de América.

Ramírez Sánchez, HU, Meulenert Peña, AR & García Guadalupe, ME 2005, *Sistema de monitoreo de un área natural protegida (Bosque la primavera, Jalisco) contra fenómenos meteorológicos extremos e incendios forestales*, Instituto de Astronomía y Meteorología, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México, fecha de consulta: 03 de noviembre de 2011, <www.iam.udg.mx/meteorologia/cancun_mzo_2005/monitoreo_primavera.doc>.

Ramos Martín, A & Ramos Martín, MJ 2007, *Operaciones con bases de datos ofimáticas y corporativas: explotación de sistemas informáticos*, 1ra ed., Paraninfo, España.

Samir, K 2001, *Automatización industrial: sensores de humedad*, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile, fecha de consulta: 04 de noviembre de 2011, <<http://ingeborda.com.ar/biblioteca/Biblioteca%20Internet/Articulos%20Tecnicos%20de%20Consulta/Instalaciones%20Electricas%20Industriales/Sensores%20de%20Humedad.pdf>>.

Sánchez, J 2004, *Java 2: incluye Swing, Threads, programación en red, JavaBeans, JDBC y JSP/Servlets*, Universidad de Villamuriel de Cerrato, España.

Sanders, DH 1990, *Informática: presente y futuro*, 3ra. ed., McGraw-Hill, México.

Soliman, SS & Srinath, MD 1999, *Señales y sistemas continuos y discretos*, 2da ed., Prentice Hall, Estados Unidos de América.

Thibaud, C 2006, *MySQL 5: instalación, implementación, administración, programación*, ENI, España.

Timossi, OG 2008, *Puerto Paralelo Standard (SPP)*, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería de Sistemas Digitales, Argentina.

Tocci, RJ & Widmer, NS 2003, *Sistemas digitales: principios y aplicaciones*, 8va. ed., Prentice Hall, México.

Zúñiga González, S, Olvera Arana, P & Torres Guzmán, J 2004, 'Sistema de Monitoreo de presión atmosférica en el CENAM', *Simposio de Metrología 2004*, Centro Nacional de Metrología, México, fecha de consulta: 06 de noviembre de 2011, <<http://www.cenam.mx/simposio2004/memorias/TA-060.pdf>>.