

# UNIVERSIDAD DE SONORA DIVISIÓN DE INGENIERÍA



## POSGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
MONITOREO DE PARÁMETROS CRÍTICOS PARA TIC:  
CASO CIAD, A.C.

### **T E S I S**

PRESENTADA POR

**LUIS CARLOS MARTÍNEZ CASTRO**

Desarrollada para cumplir con uno de los  
requerimientos parciales para obtener  
el grado de Maestro en Ingeniería

DIRECTOR DE TESIS  
DR. MARIO BARCELÓ VALENZUELA

CODIRECTOR  
M.A.S.I. FRANCISCO ALFONSO AGUILAR VALENZUELA

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO.

DICIEMBRE 2013

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## RESUMEN

Las distintas alternativas para la seguridad y la integridad de los recursos de las empresas, se basan principalmente en los avances tecnológicos actuales, por lo que el aprovechamiento de estos recursos lleva a tener una empresa de vanguardia. Es importante contar con la última tecnología que esté a disposición de las empresas, pero muchas de ellas no tienen las condiciones favorables para cumplir con este llamado, por lo que se busca alargar la vida útil de la tecnología con la que cuentan y ahorrar en los recursos. Esto es común en las pequeñas y medianas empresas (PYMES).

La creciente dependencia de las empresas en la información, las ha llevado a buscar los mecanismos para tratar a ésta como otro de los recursos de la empresa, la cual requiere mantenimiento, seguridad, disponibilidad en cualquier momento, etc. Este trabajo se enfoca en cubrir aspectos de seguridad física de la información a través de mecanismos de monitoreo en las condiciones adecuadas de funcionamiento: temperatura, humedad, suministro eléctrico y control de acceso, entre otras, para asegurar el óptimo funcionamiento de los equipos y así como de la información que las empresas almacenan.

Contar con un sistema de registro y alertas de incidentes que a la vez sea económico, se convierte en un elemento básico de seguridad de la información y a la vez una herramienta sólida para la toma de decisiones en relación a las condiciones de seguridad física de la información para cualquier empresa, particularmente en las PYMES.

En este trabajo se busca desarrollar e implementar un sistema de monitoreo de condiciones de funcionamiento con ayuda de las herramientas tecnológicas, donde se propone una solución a distintas problemáticas detectadas en el cuarto de equipos de cómputo (SITE) de un centro de investigación, sirviendo como base para el desarrollo de un sistema de monitoreo integral de distintas áreas y equipos de la institución.

## **ABSTRACT**

Alternatives for security and resource integrity in companies are based on current technological advances, leveraging these resources leads to a vanguard company. It's important to have the latest technology for company's disposal, several companies do not have favorable conditions to comply with this call, their technology is used for an extended lifetime and saves resources. This is common in small and medium companies (SMC).

Growing information dependence has led to the treatment of information as a company resource that requires maintenance, security, availability, etc. This document focuses on physical security aspects of information through monitoring mechanisms at optimum conditions: temperature, humidity, electrical supply and access control, among others, thereby ensuring optimum equipment functioning and information safety.

A registry and incident alert system that's economic, is a basic security element and a solid tool for decision-making that concerns physical security information in any company, particularly in SMC's.

The objective of this document is supporting decision-making with technological tool's aid, a solution is proposed to several problematic in a control room of an investigation center, basis for the development of an integral monitoring system of distinct areas and equipment in the institution.

## DEDICATORIAS

Esta meta alcanzada está dedicada a mis padres Luis y Ofelia, que sin ellos no sería lo que soy, que siempre han estado ahí en los momentos difíciles y me han guiado, me han formado y me han motivado a seguir adelante, con su ejemplo, su amor y su apoyo incondicional. Esto es para ustedes, su esfuerzo es mi camino a seguir.

A mi hermana Laura por ser mi gran apoyo siempre que lo necesito y por todo su amor, a mi sobrina Constanza por ser una alegría en nuestras vidas y a toda mi familia que siempre me han demostrado su amor y su cariño.

A mi novia Elizabeth por su amor que me motiva a seguirme superando y luchar por conseguir las metas que me propongo y por haber llegado a mi vida en un momento muy importante para seguir adelante.

Esto va dedicado a todas las personas que han creído en mí.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a todos aquellos que han hecho posible la realización de este proyecto y han estado involucrados tanto directa como indirectamente en él.

A mi codirector M.A.S.I. Alfonso Aguilar Valenzuela quien me compartió su idea y confió en mí para desarrollarla, siempre aconsejándome y apoyándome en cada momento con sus conocimientos.

A mi director de tesis Dr. Mario Barceló Valenzuela que confió en mí y en este proyecto y ha sido un gran apoyo con sus consejos y conocimientos para que haya salido adelante.

A todos nuestros maestros que han puesto su granito de arena con sus críticas y observaciones, sus conocimientos impartidos en clase y sus experiencias, contribuyendo al fortalecimiento de nuestros proyectos.

Agradezco al personal del DTIC en CIAD: Luis Alonso Leyva Durán, José Luis Aguilar Valenzuela, Adalberto Murrieta Valenciana, Juan Martín Peralta Contreras, Karla Gabriela Robles Bernal, Felipe Isac Martínez por su apoyo técnico y facilidades durante el desarrollo de este trabajo de tesis. En general al CIAD. A.C. porque han permitido realizar las distintas investigaciones, proporcionando información y siempre en la mejor disposición, asimismo de una forma muy especial al Dr. Pablo Wong González por su apoyo incondicional.

A mi gran amigo Ing. Alfonso Coronado Sesma por su ayuda en base de datos y software del sistema y en general por todos los trabajos que hemos realizado juntos a lo largo de toda nuestra carrera y por su amistad de muchos años.

Para Luis Javier González González por su apoyo en el uso de LabVIEW y de hardware, que son una parte muy importante en el proyecto.

Al posgrado de Ingeniería Industrial y la Universidad de Sonora por haberme aceptado como miembro de esta gran institución y ser parte de mi formación profesional.

A mis compañeros de maestría quienes han ayudado con consejos y críticas y han formado un gran equipo de trabajo.

A mis padres, hermana, novia, familia y amigos que son un equilibrio para que todo funcione mejor y siempre estar ahí cuando los he necesitado.

A mis compañeros de casa Oscar y Alán por soportar las interminables noches de trabajos y tareas y siempre apoyar en este proceso.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI, 2012) por su apoyo económico para la conclusión de este proyecto.

En general gracias a todos los que han estado ahí haciéndome la persona que hoy en día soy, sin ustedes nada de esto sería posible en la consecución de un paso más en mi vida.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	i
ABSTRACT .....	ii
DEDICATORIAS .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Presentación .....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Objetivo general .....	4
1.4 Objetivos específicos .....	4
1.5 Hipótesis .....	4
1.6 Justificación.....	5
2. MARCO DE REFERENCIA .....	7
2.1 Tecnologías de información .....	7
2.1.1 Desarrollo de las Tecnologías de la Información .....	7
2.1.2 Departamentos de Tecnologías de Información y Comunicaciones .....	9
2.2 Seguridad física tecnológica .....	9
2.2.1 Motivos para la seguridad física tecnológica .....	10
2.2.2 Tipos de seguridad física tecnológica.....	11
2.3 Sistemas de monitoreo.....	12
2.3.1 Usos de un sistema de monitoreo .....	14
2.3.2 Tipos de sistema de monitoreo.....	15
2.4 Virtualización .....	18

2.4.1	Instrumentación virtual.....	19
2.5	Adquisición de datos .....	21
2.5.1	Transductores.....	21
2.6	Análisis de datos para la toma de decisiones .....	22
2.6.1	Almacenamiento de datos .....	22
2.6.2	Señales de alarma en tiempo real .....	23
2.6.3	Toma de decisiones.....	23
2.7	Estudios similares .....	24
2.7.1	Instrumento virtual sencillo de adquisición de datos y control de temperatura, para la determinación experimental de calores de vaporización. ..	24
2.7.2	Sistema de adquisición de datos climáticos para la docencia. ....	28
2.7.3	Sistema de monitoreo en línea de perforación a través de señales de corriente.....	30
2.7.4	Adquisición de datos de un perfil de temperatura y sistema de monitoreo mediante aplicación Web.....	34
3.	METODOLOGÍA .....	38
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	42
4.1	Etapa 1: Situación Actual .....	42
4.2	Etapa 2: Diseño.....	44
4.2.1	Establecimiento de rangos ideales de funcionamiento .....	46
4.2.2	Medición de las condiciones actuales.....	47
4.2.3	Selección de dispositivos de adquisición de señales.....	55
4.2.4	Adquisición y acondicionamiento de señales .....	60
4.2.5	Software de adquisición de datos .....	61
4.3	Etapa 3: Procesamiento .....	64

4.4	Etapa 4: Análisis de información .....	70
4.5	Etapa 5: Toma de decisiones.....	73
4.5.1	Retroalimentación.....	74
5.	RESULTADOS .....	76
5.1	Pruebas preliminares .....	76
5.2	Interfaz de usuario.....	80
5.3	Conformación del historial.....	80
5.4	Señales de alerta por medio de correo electrónico .....	82
6.	CONCLUSIONES .....	84
6.1	Lecciones Aprendidas .....	85
6.2	Recomendaciones.....	85
6.3	Trabajos Futuros .....	86
7.	REFERENCIAS .....	87
8.	ANEXOS.....	92
8.1	Anexo 1. Hoja de especificaciones .....	92
8.2	Anexo 2. Reporte .....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2.1. Cadena de medición de un sistema de vigilancia (Iannuzzo y Micangeli, 2012)</i> .....	14
<i>Figura 2.2. Estructura de un sistema SCADA (Lee et al., 2008)</i> . ....	16
<i>Figura 2.3. Diagrama de flujo del programa LabVIEW (Bashir et al., 2011)</i> ..	18
<i>Figura 2.4. División de la función interna del instrumento virtual (Ning et al., 2011)</i> .....	20
<i>Figura 2.5. Etapas principales de un sistema de adquisición de datos (Estupiñan et al., 2006)</i> .....	21
<i>Figura 2.6. Montaje del experimento para la determinación de calores de vaporización (Tovar y Quiñones, 2008)</i> .....	25
<i>Figura 2.7. Apreciación global del Instrumento Virtual desarrollado en LabVIEW (Tovar y Quiñones, 2008)</i> .....	25
<i>Figura 2.8. Sensor LM35 empacado, con conector Jack Estéreo (Tovar y Quiñones, 2008)</i> .....	26
<i>Figura 2.9. Esquema del circuito del control de calentamiento (Tovar y Quiñones, 2008)</i> .....	27
<i>Figura 2.10. Esquema del sistema de adquisición de datos docente (Vázquez, 2010)</i> .....	28
<i>Figura 2.11. Estructura de la interfaz de LabVIEW (Rajesh y Marimuthu, 2011)</i> .....	31
<i>Figura 2.12. Diagrama de bloques de controles e indicadores de LabVIEW (Rajesh y Marimuthu, 2011)</i> .....	32
<i>Figura 2.13. Sistema de adquisición de datos implementado (Rajesh y Marimuthu, 2011)</i> .....	33
<i>Figura 2.14. Diseño del sistema (Vicente y Olguín, 2008)</i> .....	35
<i>Figura 2.15. Diseño de la base de datos de monitoreo (Vicente y Olguín, 2008)</i> .....	36
<i>Figura 3.1. Modelo propuesto</i> .....	39

<i>Figura 4.1. Imagen de entrada del área de equipos de cómputo.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 4.2. Imagen de fondo del área de equipos de cómputo. ....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 4.3. Medidor comercial EL-USB-2+ marca Lascar. ....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 4.4. Adquisición de señales.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4.5. Sensor de temperatura Phidget 1114. Fuente: Manual Sensor 1114. ....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 4.6. Sensor de humedad Phidget 1107. Fuente: Manual Sensor 1107. ....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 4.7. Sensor de voltaje Phidget 1117. Fuente: Manual Sensor 1117. .</i>	<i>58</i>
<i>Figura 4.8. Sensor Phidget Touch 1110 para detectar movimiento. Fuente: Manual Sensor 1110. ....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 4.9. Tarjeta de adquisición de datos Phidget Interface Kit 8/8/8. Fuente: Manual Phidget. ....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 4.10. Laptop con requerimientos básicos.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 4.11. Unidad In-interrumpible de Energía (UPS).....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 4.12. Análisis de señales, generación de alertas, almacenamiento y elementos de apoyo para la toma de decisiones. ....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 5.1. Panel frontal del sistema de adquisición de datos, sin ejecutar...77</i>	<i>77</i>
<i>Figura 5.2. Diagrama de bloques del sistema. ....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 5.3. Panel frontal del sistema de adquisición de datos en ejecución. 79</i>	<i>79</i>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 2.1. Condiciones experimentales (Rajesh y Marimuthu, 2011) .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4.1. Medidas obtenidas con sensores de Temperatura y Humedad Relativa.</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 4.2. Medidas obtenidas con Data Logger de Temperatura y Humedad Relativa.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 4.3. Medición de condiciones actuales de voltaje.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 4.4. Tabla de la base de datos de los parámetros monitoreados.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 4.5. Tabla de la base de datos de control de incidencias.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 5.1. Tabla de datos capturados durante el monitoreo.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 5.2. Tabla de manejo de incidencias.....</i>	<i>82</i>

# 1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de nuevas alternativas para el desarrollo de las empresas, es una realidad que día con día implica enfrentarse a diferentes retos y conseguir fijarse nuevas metas.

La seguridad y la prevención de errores en los distintos ámbitos empresariales e industriales, ha sido siempre una prioridad para cualquier empresa, convirtiéndose en una fuente importante de oportunidades, para la búsqueda de soluciones apoyadas principalmente en las nuevas Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), siendo fundamental el uso e implementación de las herramientas más modernas.

Al estar mucho más generalizado el uso de las TIC, crece el interés por aplicar las nuevas herramientas, con las cuales se puede llegar a conseguir soluciones mucho más efectivas, tanto en el desarrollo de procesos como en la seguridad dentro de la organización.

Uno de los puntos claves que se debe atacar dentro de las empresas, es precisamente el tema de seguridad, sobre todo en lo relacionado con la seguridad tecnológica, ya que por lo general muestra una vulnerabilidad alta a ataques, así como fallos e inconsistencias.

Los avances tecnológicos son cada vez mayores y las grandes empresas tratan de estar siempre a la vanguardia, además las grandes empresas tienen la capacidad de invertir grandes cantidades en personal y en equipos de seguridad para proteger sus activos informáticos, sin embargo, para las PYMES la situación es muy diferente, ya que por lo general no cuentan con recursos económicos ni personal suficientes para invertir en sistemas de seguridad, es por eso que se deben buscar opciones distintas a las ofrecidas comercialmente para proteger los equipos y a la vez la información que se almacena en ellos.

Además del uso de las nuevas herramientas tecnológicas, que se puedan utilizar en las organizaciones para favorecer su crecimiento, es necesario relacionarlas con el manejo del conocimiento existente en la organización, para crear una base sólida y

confiable para la toma de decisiones. Sin embargo, es importante señalar que, aunque en la actualidad se comenta mucho acerca del apoyo que las nuevas herramientas de TIC ofrecen, existen pocos estudios dirigidos a Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), en los cuales se exponga de manera clara y precisa la manera en la cual se lleva a cabo dicho apoyo.

## 1.1 Presentación

Esta investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD), el cual es un centro público de investigación, fundado el 16 de marzo de 1982, orientado principalmente al desarrollo de investigación, docencia y vinculación en las especialidades de nutrición, ciencias de los alimentos, tecnología de los alimentos y desarrollo regional.

El CIAD cuenta con un Departamento de Tecnologías de Información y Comunicaciones (DTIC), donde se desarrollan y se da soporte a distintas actividades para apoyo a las labores de investigación y administrativas como son: instrumentación electrónica, comunicación de video, voz y datos, área de soporte técnico a los empleados, diseño y administración y seguridad en informática, acceso a internet, servidores principales, etc. Dentro del área física que ocupa el DTIC, se encuentra y está bajo su responsabilidad el cuarto de equipos, en el cual se albergan los equipos principales para el servicio de comunicaciones de toda la institución. Se tienen equipos como: enrutadores, *switches*, servidores, unidades de respaldo de energía, reguladores, aire acondicionado, equipo de telecomunicaciones, etc., estos equipos requieren de un monitoreo constante con el fin de asegurar su buen funcionamiento y la integridad de la información contenida en los mismos.

Debido a que el CIAD se encuentra fuera del casco urbano de la ciudad de Hermosillo, los servicios de energía eléctrica, acceso a internet, telefonía, no tienen el mismo nivel de calidad y respuesta ante fallas que aquellos ofrecidos a empresas dentro de la ciudad.

En el cuarto de equipos de comunicaciones y cómputo (SITE) del DTIC a través de los años, se han presentado diferentes problemas, en muchas ocasiones, difíciles de

detectar o de medir su grado, los problemas más difíciles de determinar son aquellos que se han presentado fuera del horario de trabajo, en fines de semana y en temporadas de vacaciones. Situaciones como falla en la energía eléctrica, altas y bajas de voltaje, falla en el aire acondicionado, entrada de personal no autorizado, entre otras, pueden o no ser detectados por el personal encargado de la seguridad de la información. El implementar un sistema basado en la contratación de persona que esté al pendiente de dichas áreas es una inversión bastante considerable y que por lo general las PYMES no contarán con los recursos suficientes para lograrlo. Este tipo de fallas también contribuyen al deterioro de los equipos y a la corrupción de archivos, por lo cual, un sistema de monitoreo es indispensable y se convertiría también en una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, dado que permitiría crear una base de datos con registros históricos de los eventos a través del tiempo. Esta información es sumamente valiosa para respaldar el proceso de toma de decisiones en relación con la adquisición de nuevos equipos o el desarrollo de los planes de mantenimiento preventivo para los equipos de respaldo de energía de los equipos actuales.

Por otro lado, el CIAD debe apegarse en materia de tecnologías de información a los lineamientos del Manual Administrativo de Aplicación General en Materia de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MAAGTIC), esto implica cumplir con indicadores estándar que permitan medir los resultados de la gestión de TIC; y garantizar el uso de mejores prácticas, para alcanzar una mayor eficiencia en las actividades y procesos de TIC.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En el DTIC del CIAD, no se tiene un conocimiento total de las fallas presentadas en el SITE en épocas vacacionales y en horarios no laborables. Actualmente no es posible saber si los equipos y aparatos electrónicos se encuentran funcionando en el ambiente adecuado, además de no saber con certeza el momento preciso para dar mantenimiento a los equipos de dicha área, por lo cual no se determina el tiempo que los equipos estuvieron trabajando en condiciones extremas, etc.

Se carece también de un historial de las fallas más comunes, las cuales basadas en los requerimientos del MAAGTIC, es indispensable registrar, tanto su incidencia como la solución a la misma, así como hacer la evaluación de riesgos los cuales pueden presentarse durante las funciones del trabajo.

La delimitación principal se relaciona con cuestiones de tiempo y para mejores adecuaciones de su funcionamiento, este proyecto sólo será implementado en el DTIC. El sistema que se propone será en un futuro replicado de forma generalizada a todas las áreas del CIAD, siendo implementado para monitorear las condiciones de funcionamiento de los equipos de laboratorio crítico, los cuales requieran de monitoreo.

### **1.3 Objetivo general**

Desarrollar e implementar un sistema de monitoreo de las condiciones de funcionamiento y accesos al SITE del DTIC, para el apoyo a la toma de decisiones en materia de TIC y fortalecer los planes de prevención de la institución.

### **1.4 Objetivos específicos**

- Implementar un sistema de monitoreo basado en sensores, equipos activos y desarrollo de software para el SITE del DTIC.
- Generar un sistema de alerta en tiempo real de las condiciones fuera de los límites establecidos, el cual pueda ser replicado en otras áreas o departamentos del centro.
- Desarrollar un sistema de información de apoyo a la toma de decisiones de las condiciones de funcionamiento del SITE del DTIC.
- Generar un sistema de monitoreo a distancia de las condiciones del SITE del DTIC.

### **1.5 Hipótesis**

La implementación y uso de un sistema de monitoreo para detectar condiciones fuera de los límites establecidos, mejorará la toma de decisiones en el DTIC.

## 1.6 Justificación

Disponer de un sistema de monitoreo y alerta permite, entre otras cosas, incrementar el tiempo en el cual el personal encargado de los equipos puede revisar las condiciones de trabajo y el funcionamiento de los mismos, así como también permite realizar este monitoreo desde cualquier lugar con acceso a internet. El sistema de alerta complementa la labor del monitoreo, ofreciendo avisos oportunos de situaciones potencialmente peligrosas o que requieren de la intervención del encargado del SITE. Este sistema se encargará de generar un historial confiable de todos los datos recopilados de manera constante, los cuales sirven como una base sólida y confiable para la toma de decisiones, permitiendo hacer comparaciones con las condiciones monitoreadas en fechas específicas, duración de los eventos, límites alcanzados, equipos afectados, etc. Otro aspecto importante de la base de datos del historial, es que se convierte en elemento clave para la justificación para la adquisición de equipos de respaldo de energía eléctrica y también una base confiable para el diseño de programas de mantenimiento preventivo de los equipos.

El sistema se desarrollará basándose en una tarjeta de adquisición de datos conectada a un equipo de cómputo y programada mediante un software especializado, la cual ofrece el beneficio de poder adecuarse a todas aquellas necesidades del personal del departamento que puedan incluirse.

Finalmente, esta investigación sobre monitoreo, alertas y generación de base de datos, servirá para ser aplicada en otras áreas del centro, primeramente en las áreas de TIC, ya que el CIAD cuenta con 5 unidades de investigación en otras ciudades como: Guaymas, Sonora, Cuauhtémoc y Delicias, Chihuahua, Culiacán y Mazatlán Sinaloa y próximamente en Tepic, Nayarit y en Morelia, Michoacán, posteriormente se buscará expandir los beneficios del monitoreo al área de investigación, para vigilar el buen funcionamiento, continuidad y alertas de equipos de laboratorio o similares, donde es realmente necesario estar al pendiente de ciertos procesos, los cuales requieren de supervisión por largos períodos de tiempo y en horarios diferentes de

las jornadas de trabajo y en fines de semana, lo que se convertirá en un apoyo y comodidad para los investigadores.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

En este capítulo se presentan los conceptos más relevantes de la investigación, además de analizar un análisis de los componentes y herramientas a utilizar para la realización del proyecto.

### **2.1 Tecnologías de información**

Las tecnologías de información (TI) están muy generalizadas en cuanto a su uso y el aprendizaje sobre ellas, obteniendo beneficios que principalmente ayudan en las organizaciones a estar a la vanguardia, siendo de suma importancia en la globalización que actualmente vivimos. Ali Mostafapour et al. (2012) mencionan que las TI se refieren a la recopilación, organización, almacenamiento y publicación de información, tales como: sonido, imagen y texto, mediante el uso de herramientas computacionales y las telecomunicaciones.

Las TI ofrecen varias ventajas para la industria, tales como la tasa de velocidad en el funcionamiento, estabilidad y compatibilidad para crear datos, promover la eficiencia en la organización y mejora de los procesos de productividad y controles internos (Ali Mostafapour et al., 2012).

Para las nuevas tecnologías, los gobiernos están tratando de invertir en diferentes ámbitos de los sectores productivos para agilizar la entrega de información, situación que en los países desarrollados y las grandes empresas, este tipo de inversiones en innovación no representan una problemática mayor (Ali y Kumar, 2011). Es por ello que las PYMES se topan con este obstáculo, sobre todo si tomamos en cuenta que su principal objetivo es mantenerse y competir por un lugar en el orbe empresarial, dejando de lado ciertas inversiones como las TI.

#### **2.1.1 Desarrollo de las Tecnologías de la Información**

La industria de las TI ha crecido de manera exponencial en los últimos años. La demanda hace que las empresas busquen alternativas para operar y competir en el mercado global, como las oportunidades creadas por el crecimiento de los sistemas

de información, además estos avances continuos tanto en hardware como en software obliga a las empresas a modificar la forma de hacer negocios con el fin de adaptarse a las nuevas tecnologías (Obara et al., 2011). La implementación de estos avances no significa un crecimiento por sí solo, depende del tratamiento eficaz de la información y esto se logra analizando primeramente cuáles son las herramientas tecnológicas necesarias y que en verdad beneficien y sean funcionales para la empresa.

La globalización y el rápido crecimiento en las innovaciones tecnológicas, hace que se busquen áreas de oportunidad dentro de las TI, una cuestión importante a mencionar es que las grandes empresas pueden invertir en software y equipos de prueba para su posterior implementación, lujo que las PYMES no pueden darse por razones presupuestales, en muchas ocasiones limitados y orientados a otros ámbitos. Ali Mostafapour et al. (2012) mencionan que las TI se mueven rápidamente entre las comunidades, por lo cual el mundo está en constante cambio, resultando de esta evolución el vivir en la era del conocimiento, además de llevar a todas las actividades, ocupaciones y culturas a ser influenciadas por las TI.

Hoy en día las empresas invierten en TI para obtener iniciativas rápidas e innovadoras, en respuesta a un mercado en constante desarrollo. Se ha afirmado que con ello, se puede permitir la agilidad mediante la aceleración de la toma de decisiones, facilitando la comunicación y responder rápidamente a condiciones cambiantes (Lu y Ramamurthy, 2011). En este mismo sentido, Poma et al. (2007), expresan que una parte fundamental del crecimiento de las empresas, se debe basar en el uso de las nuevas tecnologías para el desarrollo de sus distintos procesos, a fin de tener un mejor control, apoyo a la toma de decisiones y mayor eficiencia y productividad en todas las áreas.

### **2.1.2 Departamentos de Tecnologías de Información y Comunicaciones**

Las TIC se definen colectivamente como innovaciones en microelectrónica, computación (hardware y software) y telecomunicaciones, que permiten el procesamiento y acumulación de enormes cantidades de información, además de una rápida distribución de la información a través de redes de comunicación (Cobo, 2008). Hasta hace algunos años se pensaba en las TI como algo exclusivo de un sector muy reducido, encargados de desarrollar nuevas alternativas por medio del uso de las nuevas herramientas para después aplicarlas al usuario final, el cual solo interactuaría con la interfaz de una manera mucho más sencilla. Actualmente, este concepto está mucho más generalizado y las organizaciones se familiarizan cada vez más con las nuevas tecnologías para facilitar diferentes procesos.

Las TI se han convertido en una parte vital de todas las organizaciones. Su impacto se refleja en acciones como: comunicación, inventario, gestión de datos, sistema de gestión de la información, gestión de relaciones con los clientes y así sucesivamente (Joshi, 2012). Por esta razón, los DTIC han tomado importancia relevante en diferentes procesos en las empresas, por lo que se requiere contar con personal altamente capacitado, encargado de este departamento el cual va creciendo continuamente a medida que la especialización se va desarrollando.

## **2.2 Seguridad física tecnológica**

Con el avance constante de la tecnología, muchos procesos se han automatizado y han resultado de gran utilidad para las empresas, por lo cual es una inversión importante hoy en día en cualquier área. La implementación de algún avance tecnológico realmente ayuda para la mejora de los procesos, pero en muchas ocasiones, se tiene la idea de que la tecnología no fallará o fallará muy poco y no se toman las precauciones adecuadas para cuidar los equipos.

Para determinar que un sistema físico tiene alguna falla durante su proceso, es necesario tener un seguimiento sobre éste en tiempo real, para determinar en qué

condiciones se encuentra, debido a que una revisión por única vez o por tiempos muy prolongados donde se presenten algunos componentes fuera de los límites, no es suficiente para detectar fallos (Rahim et al., 2010). Los equipos están expuestos a diferentes factores, los cuales al estar fuera de los rangos establecidos por los fabricantes pueden ocasionar deterioro en sus componentes y por consiguiente en su funcionamiento, dichos factores como: voltaje, temperatura, humedad, entre muchos otros, pueden dañar físicamente los equipos, reduciendo su rendimiento óptimo o completamente dejar de funcionar.

### **2.2.1 Motivos para la seguridad física tecnológica**

Hay diferentes razones por las cuales es necesario pensar en el cuidado de los activos físicos tecnológicos, aunque se crea que lo único vulnerable en la tecnología es por lo general el software, una parte medular y también factible a presentar problemas es el hardware. Los sistemas de control eficientes, rápidos y eficaces se han convertido en una necesidad vital en el sector industrial (Mahmood y Al-Naima, 2011), pero en general en todos los sectores productivos de la sociedad, debido a las diferentes circunstancias que se pueden presentar.

La parte física de los sistemas están expuestos a una gran cantidad de agentes externos, que van desde condiciones naturales hasta las provocadas. Los equipos tecnológicos cumplen con un ciclo de vida, el cual se puede alargar o acortar por el uso que se le dé. Este ciclo de vida dependerá mucho de detectar el funcionamiento de los equipos fuera de sus condiciones ideales a tiempo, para que en caso de existir agentes externos que estén constantemente afectándolos, se pueda responder ante esa situación lo más rápido posible. Muchas veces el costo del equipo no es lo importante sino más bien el trabajo que realiza o la información que almacena, entonces mantenerlo en un ambiente controlado está dentro de las mejores prácticas de seguridad de los equipos.

### **2.2.2 Tipos de seguridad física tecnológica**

La seguridad de los equipos puede ser preventiva y correctiva, además de presentarse por problemas eventuales o sistemáticos.

Para Genc et al., (2010), la demanda continua de mayor eficiencia en el suministro de energía en los sistemas, los obliga a operar con niveles reducidos de seguridad. Cuando un sistema está sometido a contingencias puede dar lugar a condiciones inaceptables, como apagones o inestabilidades, por lo tanto, las medidas de control preventivas o correctivas se convierten en indispensables para restablecer la seguridad del sistema. Es de vital importancia mantener siempre en buenas condiciones el entorno de trabajo de los equipos, para que estos funcionen correctamente y puedan tener un ciclo de vida aun mayor y con menor incidencia de problemas, redituando en menos inversión en este sentido, situación que beneficia principalmente a las PYMES, por lo cual prevenir cualquier situación fuera de lo normal, provocada por agentes externos, toma relevancia. Pero es complicado prevenir cualquier situación, sobre todo cuando son impredecibles o no se presentan muy comúnmente, por lo que monitorear los equipos usando sensores para diferentes tipos de parámetros, forma una estructura básica de seguridad para los equipos.

Los problemas sistemáticos son detectados con poco menos dificultad, ya que se presentan de manera constante y en muchas ocasiones se sabe su origen, contrario a los problemas eventuales, que son más complicados por el hecho de que se pueden presentar en cualquier momento y de diferentes formas.

En lo referente a una situación correctiva, la forma en que se responde ante alguna situación crítica puede ser importante para el valor de los activos de la empresa, por esta razón, el monitoreo en tiempo real el cual sea capaz de generar alarmas, alarmas ante cualquier situación fuera de lo común, ayuda a responder y actuar ante alguna eventualidad, en el mismo momento en que ocurre y no dar lugar a mayor deterioro de los equipos.

## 2.3 Sistemas de monitoreo

Una herramienta que ha sido usada últimamente como un recurso para la detección de fallas y generación de alertas en tiempo real, es el sistema de monitoreo, que es muy utilizado en lugares considerados de difícil acceso, y proporciona una constante captura de información. La adquisición de datos en sistemas de monitoreo, en general siguen una arquitectura tradicional, que emplea sistemas de captura de información y sistemas electrónicos con funciones, como el establecimiento del tiempo en que se debe tomar una muestra de los sensores, transformación de señales análogas de los sensores en señales digitales y su almacenamiento (Oyola et al., 2008).

Un sistema de monitoreo basado en un instrumento virtual, tiene una estructura que se puede dividir en tres componentes fundamentales: hardware de adquisición de datos y acondicionamiento de señal, computadora y software.

Actualmente existen sistemas comerciales de monitoreo de condiciones físicas que ofrecen, entre otras, características de medición de: temperatura, humedad y la facilidad de tomar fotografías del área, pero debido al alto costo de los mismos, así como la poca flexibilidad que ofrece su arquitectura, la cual permita su utilización en aplicaciones o necesidades distintas a las de su diseño original, es necesario buscar alternativas para desarrollar un sistema más flexible, que permita la posibilidad de agregar nuevas características y que también se puedan lograr a un bajo costo Villarreal-Ortiz et al, (2006). Por otra parte, Santoso (2010), indica que un sistema comercial de monitoreo, generalmente tiene un diseño complejo, además de ser caro. Por lo tanto, el desarrollo del sistema de una manera más simple y de bajo costo es deseable, por lo que se convierte en un reto para los investigadores, resultando útil para llevar a cabo actividades de investigación en sistemas de seguridad estructural.

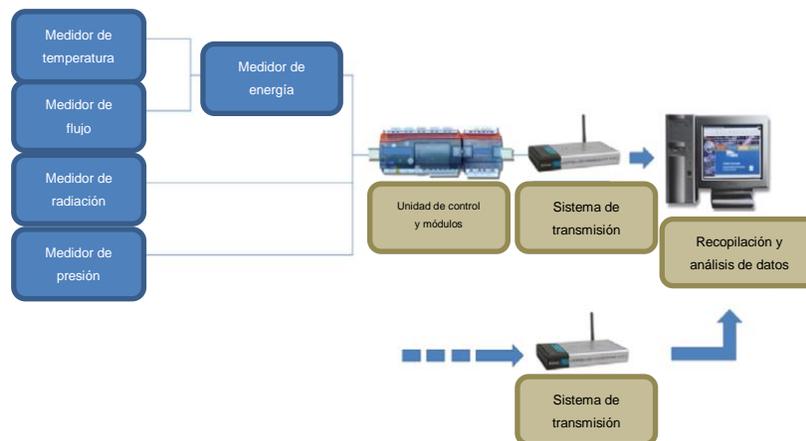
Las necesidades que existen hoy en día de tratar de economizar en la medida de lo posible cualquier implementación o actualización de sistemas, motivan a los investigadores a buscar alternativas económicas, las cuales ayuden en estos

aspectos a las PYMES, donde el beneficio por el desarrollo de estos sistemas sería aún mayor.

Estas circunstancias han llevado al aumento en la investigación referente a este tipo de sistemas, como la aplicación de microcontroladores como cerebro de los sistemas de adquisición de datos, ya que estos sistemas son: pequeños, programables, simples y de bajo costo. El uso de microcontroladores en el diseño de hardware puede mejorar el rendimiento, simplificar el diseño y la implementación (Santoso, 2010). Existen diferentes componentes que pueden constituir un sistema de monitoreo, pero al final de cuentas todos están orientados hacia un mismo objetivo, el detectar condiciones para prevenir fallas o responder en tiempo real ante alguna anomalía que se presente.

Los sistemas de monitoreo idealmente deberían ser capaces de detectar los parámetros más importantes, realizar el procesamiento de las señales, almacenar los datos adquiridos y enviar algún tipo de alerta. Además de contar con el hardware, éste debe estar controlado por un software que este comunicándose constantemente con la instrumentación instalada, el servidor que recoge estos datos debe tener algún software para análisis de datos y un portal donde mostrarlos (Iannuzzo y Micangeli, 2012). La implementación de este tipo de sistemas requiere de un trabajo muy completo, donde se involucra software, hardware, procesamiento de datos, sistemas web y sistemas electrónicos.

En la figura 2.1, se observa el diagrama que proponen Iannuzzo y Micangeli (2012).



**Figura 2.1.** Cadena de medición de un sistema de vigilancia (Iannuzzo y Micangeli, 2012)

En la figura 2.1 se muestra una breve descripción de la cadena de medición, donde se puede observar específicamente los componentes principales del sistema, además de las medidas específicas que se utilizan para el estudio realizado, donde cada una de ellas corresponde a diferentes tipos de transductores.

### 2.3.1 Usos de un sistema de monitoreo

El surgimiento de los sistemas de monitoreo, no solamente ha sido por la poca flexibilidad en la arquitectura de los sistemas comerciales y su alto costo, también se han buscado opciones para los lugares de difícil acceso, como distintas partes del océano a diferentes profundidades, lugares peligrosos como hornos de alta temperatura, volcanes, lugares con productos tóxicos o invernaderos, donde sea necesario estar observando las condiciones constantemente. Jin Jung et al. (2011), indican que las redes de sensores, son instrumentos útiles para detectar las condiciones en los lugares remotos, en aplicaciones de monitoreo ambiental, tales como vigilancia de la contaminación, gestión de transporte y detección de intrusiones, además son especialmente eficaces en las aplicaciones que requieren control de una amplia región geográfica o en condiciones peligrosas.

Ante la necesidad urgente de un sistema de medición en tiempo real, las limitaciones de la tecnología en un entorno difícil, complican el avance en las mediciones en diferentes ámbitos (Kang, 2011). A raíz de esto, se busca tener un control preciso

sobre las condiciones bajo las cuales está trabajando algún proceso y que resulte en beneficios para la toma de decisiones, ya que las condiciones fuera de lo normal que se presenten pueden representar pérdidas en las investigaciones.

En muchas áreas se busca solo tener controlado o hacer seguimiento sobre alguna situación particular, en otras, se requiere tomar decisiones sobre deterioro de equipos o responder a alguna situación crítica que se presente en tiempo real, por lo que el sistema de monitoreo se vuelve una herramienta sumamente importante.

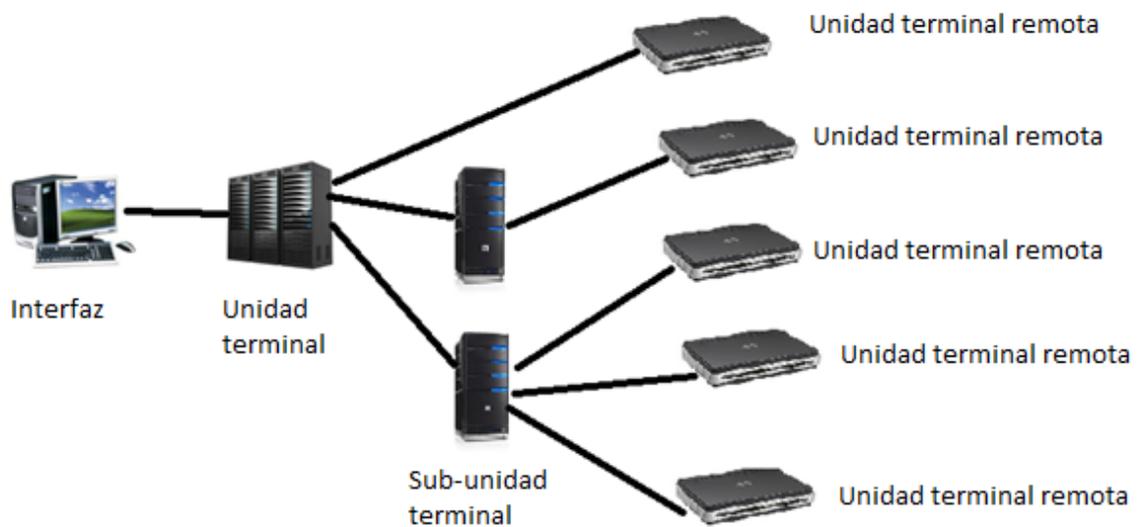
### **2.3.2 Tipos de sistema de monitoreo**

Los sistemas de monitoreo se ha generalizado de una manera importante, por lo que se buscan diferentes alternativas para su desarrollo, donde existe una gran variedad de recursos y software que puede utilizarse para usar como base del sistema.

Se pueden usar distintas combinaciones de hardware y software con diferentes protocolos, las tarjetas de adquisición de datos son una parte muy importante en los sistemas de monitoreo, ya que representa la parte física y la que estará recibiendo las señales para convertirlas, como la PXI (Instrumentación PCI), es una plataforma de despliegue de alto rendimiento y de bajo costo para sistemas de medición y automatización. El sistema PXI ha sido ampliamente aplicado en la fabricación militar y aeroespacial (Shi et al., 2006).

Una aplicación SCADA (Adquisición de Datos y Sistemas de Control de Supervisión), se ha instalado en la mayoría de las plantas industriales modernas, y está especialmente diseñada para trabajar en los equipos de control de la producción, proporcionando comunicación con los dispositivos y el proceso (Soe et al., 2008). En este tipo de sistemas, existe una computadora que realiza tareas de supervisión y gestión de datos, así como el tratamiento de datos de control y procesos.

Lee et al., (2008) definen a SCADA como un sistema de control y monitoreo industrial de diversas infraestructuras. Los monitores del sistema SCADA, controlan las instalaciones remotas, mediante la recopilación de datos obtenidos de varios sensores. La estructura de estos sistemas es jerárquica (figura 2.2).



**Figura 2.2.** Estructura de un sistema SCADA (Lee et al., 2008).

En la figura 2.2, se observa la composición de este sistema, donde hay tres tipos de comunicación, que son: Interfaz Hombre-Máquina, Unidad terminal maestra, las sub unidades terminales y unidades terminales remotas. La topología de red de los sistemas SCADA es estática. Las rutas de comunicación entre los nodos son conocidas de antemano, porque hay solo unos pocos de cambios en la red. La comunicación se produce entre la Interfaz y la unidad terminal maestra y la unidad terminal maestra y la sub unidad terminal maestra.

Los sistemas SCADA se pueden adaptar para muchos procesos tales como los que mencionan Şahin et al. (2012):

- Abastecimiento de agua
- Sistema de riego
- Estación elevadora de aguas residuales
- Campo de petróleo y tubería de control
- Sistemas de energía
- Automatización de distribución de energía
- Control del sistema de comunicación de la red
- Alerta temprana del sistema de sirenas

- Sistema de transporte masivo

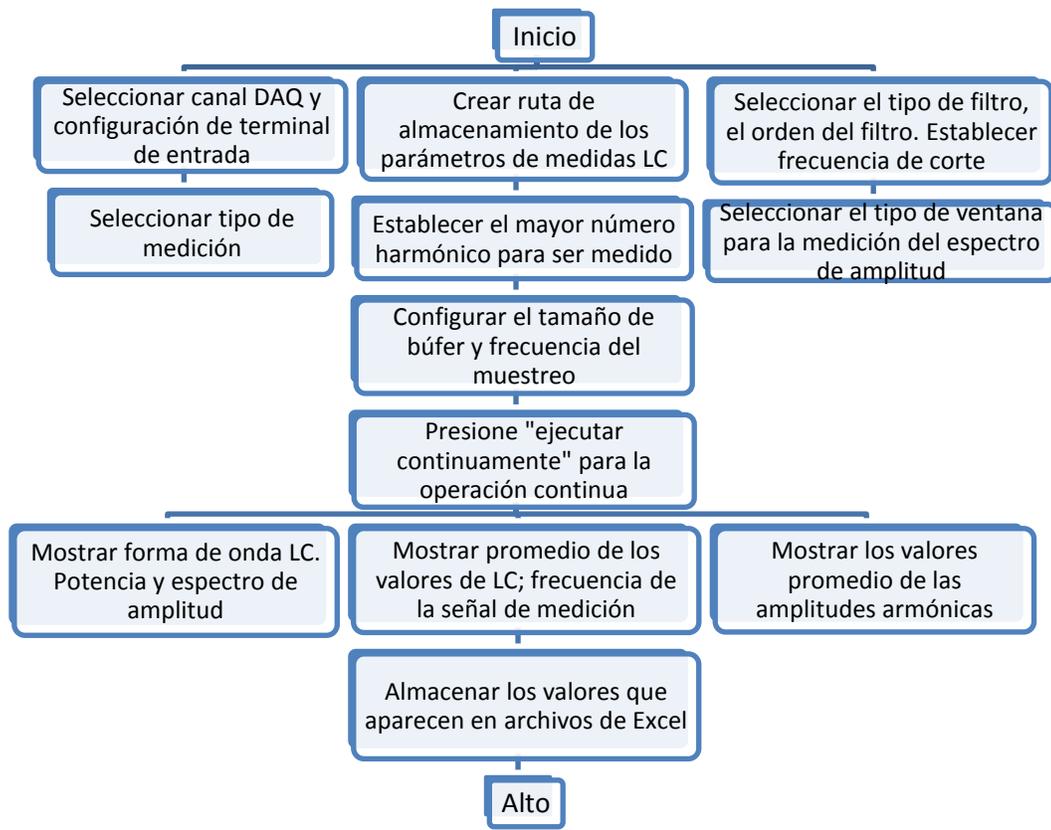
SCADA es una herramienta que constituye una serie de componentes muy útiles para los sistemas de monitoreo y la adquisición de datos, compatible con distintos lenguajes de programación para su uso, como LabVIEW (Laboratorio de Ingeniería de Instrumentación Virtual), el cual es utilizado con más frecuencia.

LabVIEW es un software de National Instruments Corporation de Estados Unidos, es el entorno de software al desarrollo de integración más utilizado, más rápido y cada vez más poderoso. LabVIEW se aplica para codificar y ejecutar el programa principal de la monitorización y de análisis del sistema (Ning et al., 2011).

LabVIEW es una herramienta que ha sido seleccionada en muchas investigaciones, por su gran rendimiento en la adquisición de datos, el diseño de interfaz de usuario, gestión de conectividad de datos y facilidad de interface con el hardware; ofreciendo un potente entorno de desarrollo gráfico para la adquisición de la señal, análisis de medidas y presentación de datos (Shi et al., 2006). El software representa una plataforma sencilla y con muchos usos en distintos entornos, por lo que ha sido tomada para diferentes investigaciones y en la adquisición de datos y monitoreo de señales no es la excepción, ya que es donde mayor uso se le da.

Para Bashir et al., (2011), LabVIEW es un lenguaje que difiere de la programación tradicional, ya que fue diseñado específicamente para la medición e instrumentación. Además, mientras que la programación utiliza lenguajes basados en texto para crear líneas de código, LabVIEW utiliza un lenguaje de programación gráfica, para crear programas en diagramas de bloques, esta característica elimina muchos detalles sintácticos. Un ejemplo de este lenguaje se presenta en la figura 2.3.

Este lenguaje se ha generalizado por el hecho de haberse incrementado la necesidad de los sistemas de monitoreo, representando realmente una forma sencilla de desarrollo de la interfaz y de las simulaciones. Otra ventaja es la compatibilidad con distintos sistemas operativos y con herramientas, como las tarjetas de adquisición de datos, microcontroladores o unidades de control.



**Figura 2.3.** Diagrama de flujo del programa LabVIEW (Bashir et al., 2011)

En la figura 2.3 se observa el diagrama de flujo, con las instrucciones indicadas por los desarrolladores, en la aplicación de un sistema de adquisición de datos. Las instrucciones pueden variar dependiendo las necesidades de cada sistema y los lugares donde sea aplicado.

## 2.4 Virtualización

El concepto de virtualización se maneja para la creación de distintas versiones virtuales de los recursos tecnológicos por medio de software. Hutt et al (2009), mencionan que la virtualización se utiliza para dividir los recursos físicos de una computadora para ejecutar una o varias instancias de tratamiento simultáneo, pero no idénticos.

La virtualización puede presentarse con diferentes enfoques, desde virtualizar sistemas operativos, recursos de hardware, además de virtualización de instrumentos.

La tecnología de virtualización, proporciona a las personas un nuevo enfoque para cumplir con ciertos requisitos de seguridad (Jin et al., 2010).

Aunque este concepto puede estar más relacionado con virtualizar sistemas computacionales, se puede relacionar también con la virtualización de instrumentos, que es lo que se explicará a continuación.

### **2.4.1 Instrumentación virtual**

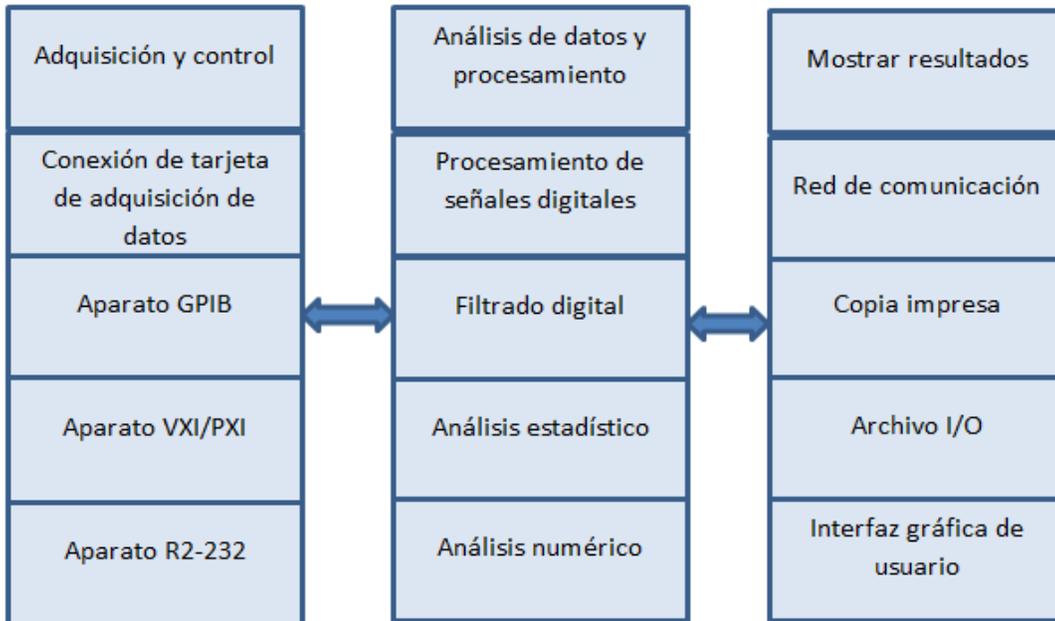
El concepto de instrumento virtual, nace a partir del uso de la computadora personal (PC) como un “instrumento” de medición. La PC apoyada de los elementos de hardware necesarios para la adquisición de datos, comenzó a ser utilizada para realizar mediciones de fenómenos físicos trasladados a señales de corriente y/o voltaje en forma digital. Sin embargo, el concepto de “instrumentación virtual” va más allá de la simple medición de corriente o voltaje, también involucra el procesamiento, análisis, interpretación, almacenamiento, distribución y despliegue de los datos e información, relacionados con la medición de una o varias señales específicas (Poma et al., 2007). Una definición adicional es la de Rajesh y Marimuthu (2011), quienes indican que la instrumentación virtual, es la combinación de hardware y software con las tecnologías de la industria informática estándar, para crear soluciones instrumentales definidas por el usuario.

Panfiloiu y Leopa (2010), definen un instrumento virtual como una interfaz de software y hardware que se implementa en las computadoras, donde el usuario puede interactuar con las herramientas tradicionales de análisis. El instrumento virtual puede realizar las siguientes funciones:

- La función de datos, ejecutado por la tarjeta de adquisición de datos, conectado directamente al bus del procesador.
- La función de control y análisis de datos, que está completamente ocupada por el hardware y software existente en la computadora.

- La función para mostrar los resultados, la existencia de una unidad de interfaz gráfica de usuario (GUI), permite conducir mucho más fácil y el control de cualquier aplicación de instrumentos virtuales.

El instrumento virtual puede combinar módulos del ordenador y funcionalización a través del software, siendo controlado a través de interfaces gráficas que se muestran en la pantalla y puede lograr la adquisición de datos, análisis de datos y otras operaciones de los objetos supervisados. Los instrumentos virtuales constan de tres partes: adquisición y control de datos, análisis y procesamiento de datos y virtualización de resultados, un diagrama de la constitución del instrumento virtual propuesto por Ning et al. (2011) se muestra en la figura 2.4.



**Figura 2.4.** División de la función interna del instrumento virtual (Ning et al., 2011)

En el diagrama de la figura 2.4, se observa la estructura de un instrumento virtual dividido en 3 etapas, donde la primera muestra la parte física con los distintos componentes conectados al sistema, posteriormente se encuentra toda la parte del procesamiento y análisis por medio de los software especializados, por último está la interfaz de usuario final, donde se puede observar las diferentes formas en que se puede presentar la información y cómo puede ser usada.

## 2.5 Adquisición de datos

La adquisición de datos es el proceso de recopilación de información de un sistema. Se trata de una herramienta fundamental para el control de la comprensión y la gestión de sistemas o procesos. La información de parámetros tales como corte de señales de corriente, son recogidas por sensores que convierten la información en señales eléctricas. El hardware de adquisición de datos viene en muchos formatos físicos y su principal ventaja es su bajo costo y su velocidad (Rajesh y Marimuthu, 2011).

Para Estupiñan et al. (2006) los sistemas de adquisición de datos (SAD), constituyen la interfaz entre el mundo análogo y el digital. Las etapas fundamentales para un instrumento basado en sistemas de adquisición de datos, se muestran en la figura 2.5 y son: etapa transductora, de acondicionamiento, de adquisición y etapa de registro y procesamiento de información.



**Figura 2.5.** Etapas principales de un sistema de adquisición de datos (Estupiñan et al., 2006)

Se puede observar en la figura 2.5, las diferentes etapas por las cuales pasa la señal al momento de ser recibida hasta llegar a la computadora, donde un software se encargará de procesar dicha señal, para que pueda ser mostrada y utilizada por el usuario.

### 2.5.1 Transductores

Los transductores son los encargados de medir los fenómenos físicos y proveer una señal eléctrica que pueda ser interpretada por un sistema de adquisición, de acuerdo a la relación entrada/salida que tenga el transductor. Algunos transductores

requieren un acondicionamiento especial, como suministro de voltaje, disminución de impedancia y amplificación (Estupiñan et al., 2006).

Esta herramienta forma parte de algunos sistemas de adquisición de datos, para la recepción de la señal y que ésta sea transferida hacia las demás partes o componentes del sistema.

## **2.6 Análisis de datos para la toma de decisiones**

Con el creciente uso de Internet y las tecnologías de comunicación, los ambientes de los negocios son ahora más globales y complicados, llevando a problemas más complejos. Esta situación lleva a problemas más complejos y a buscar la mejor toma de decisiones dentro de la organización (Umm-e-Habiba y Asghar, 2009).

Una parte importante para la realización del proyecto, es analizar el historial de datos obtenidos por medio de la adquisición y procesamiento de los parámetros, para poder tomar decisiones sobre las diferentes situaciones que se están presentando, ya sea de forma preventiva o en tiempo real así como planificación a futuro, con un respaldo de información significativo.

El análisis, una vez conformado el historial, consistirá en revisar la situación en la cual se encuentran los equipos en el momento específico, además de documentar las señales que fueron disparadas y durante que periodos de tiempo, para que de esta forma se tenga confiabilidad en los equipos y se reduzcan los errores, así como evitar un mayor deterioro a los equipos detectando las fallas más constantes y corrigiéndolas a su debido tiempo.

### **2.6.1 Almacenamiento de datos**

El almacenamiento de datos para un sistema de virtualización es de mucha ayuda, ya que permitirá crear un repositorio con todos los parámetros deseados y proporcionará la información para los análisis y revisar la situación en la que se encuentran los sistemas en cada momento, y sobre éstas bases desarrollar la planificación.

Para tener un análisis confiable y que permita el desarrollo de los planes adecuados, es necesario que los datos sean confiables y estén bien almacenados.

### **2.6.2 Señales de alarma en tiempo real**

Una parte importante en el proyecto es contar con señales de alarma en tiempo real, donde sea posible notificar a las personas encargadas de situaciones adversas, para actuar en el momento indicado, ante cualquier eventualidad y aplicar la corrección pertinente.

Los sistemas en tiempo real son capaces de realizar acciones en instantes de tiempo o con duraciones determinadas. Habitualmente incluyen la posibilidad de realizar varias operaciones simultáneas, o al menos atender a varias fuentes de información al mismo tiempo. El constante monitoreo debe tener una gran exactitud, para que los datos recopilados así como las señales, sean lo más confiables posibles y de verdad se conviertan en una herramienta importante y benéfica para el lugar.

### **2.6.3 Toma de decisiones**

La toma de decisiones siempre ha captado la atención de las personas encargadas de dicho proceso, quienes muestran un gran interés en la exploración de las mejores formas para llegar a la decisión más adecuada. Tradicionalmente los criterios en la toma de decisiones se utilizan en situaciones donde se aumentarán los beneficios y se reducirán los costos para la empresa (Umm-e-Habiba y Asghar, 2009).

Hay varios factores que influyen en la toma de decisiones, como el entorno que es un factor importante para la interpretación de la información, sin embargo, aun cuando se cuente con lo más sofisticado, no se garantiza que se tenga una toma de decisiones de calidad (Moskowitz et al., 2011). La toma de decisiones acompañada de recursos tecnológicos es un gran apoyo para que la calidad de las decisiones sea mejor, ya que se respalda en información documentada y más exacta, en este caso, el factor humano es importante para que se analicen con más detenimiento la información recopilada y así elegir lo más adecuado a sus necesidades.

La toma de decisiones es una práctica empresarial cotidiana y de gran valor, la cual, si es apoyada en herramientas sólidas permite incrementar la cantidad de aciertos de las mismas, los cuales se traducen en beneficios para la empresa.

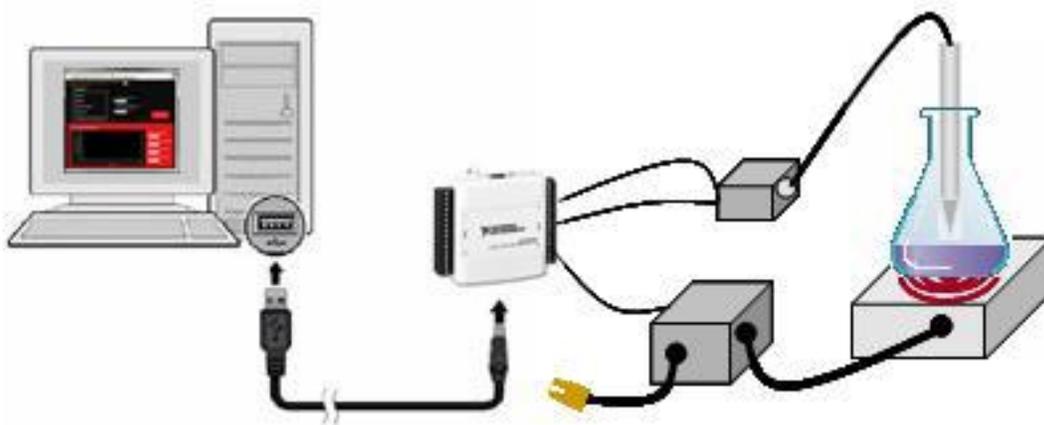
## **2.7 Estudios similares**

En esta sección se mostrarán los distintos casos de estudio que se han aplicado en temas relacionados con el proyecto a desarrollar.

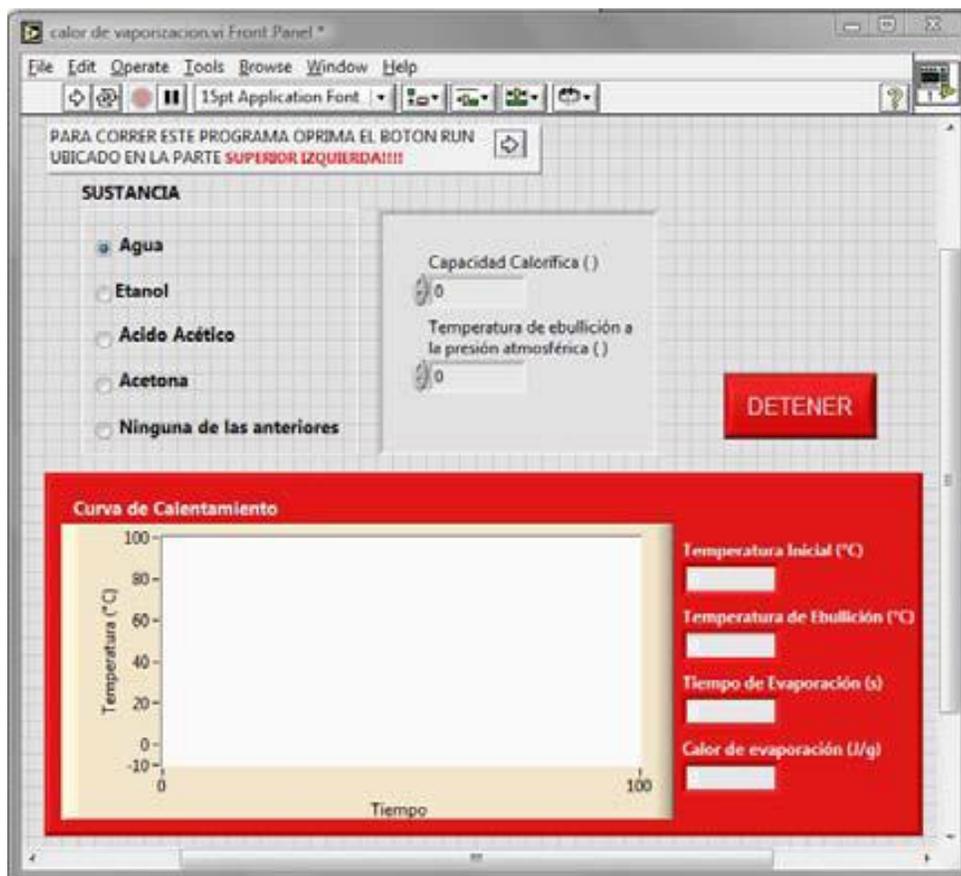
### **2.7.1 Instrumento virtual sencillo de adquisición de datos y control de temperatura, para la determinación experimental de calores de vaporización.**

Tovar y Quiñones (2008), implementaron la instrumentación virtual para monitorear la temperatura con sensores tipo integrado. El objetivo de su investigación, fue obtener automáticamente el calor de vaporización de las sustancias de trabajo y presentar las curvas de calentamiento de las mismas.

El instrumento virtual para la determinación experimental de calores de vaporización, se desarrolló en el lenguaje de programación gráfico LabVIEW, con una tarjeta de adquisición de datos USB6008 de National Instruments, la cual es una tarjeta multifunción de bajo costo, que brinda funcionalidad de adquisición de datos básica, para aplicaciones como: registro de datos simple, medidas portátiles y experimentos académicos de laboratorio; con esta tarjeta y con los sensores apropiados, se obtienen los datos de temperatura y, así mismo, el control de la temperatura de ebullición de la sustancia bajo prueba. En las figuras 2.6 y 2.7 se puede observar tanto el diagrama con los componentes del sistema, así como la interfaz del programa respectivamente.



**Figura 2.6.** Montaje del experimento para la determinación de calores de vaporización (Tovar y Quiñones, 2008)



**Figura 2.7.** Apreciación global del Instrumento Virtual desarrollado en LabVIEW (Tovar y Quiñones, 2008)

En primer plano, en la figura 2.6, se observa la conexión entre los componentes, donde la tarjeta de adquisición de datos, se podría decir que es la parte esencial en el sistema, al recopilar los parámetros de temperatura por medio de un sensor LM35 (ver figura 2.8) y posteriormente transformarlo a una señal eléctrica, que es enviada a la computadora.

En segundo plano, en la figura 2.7, se observa la interfaz donde se muestra la información por medio del software LabVIEW, en la pantalla se mostrará el gráfico de las variaciones de la temperatura, así como la captura de cada parámetro.

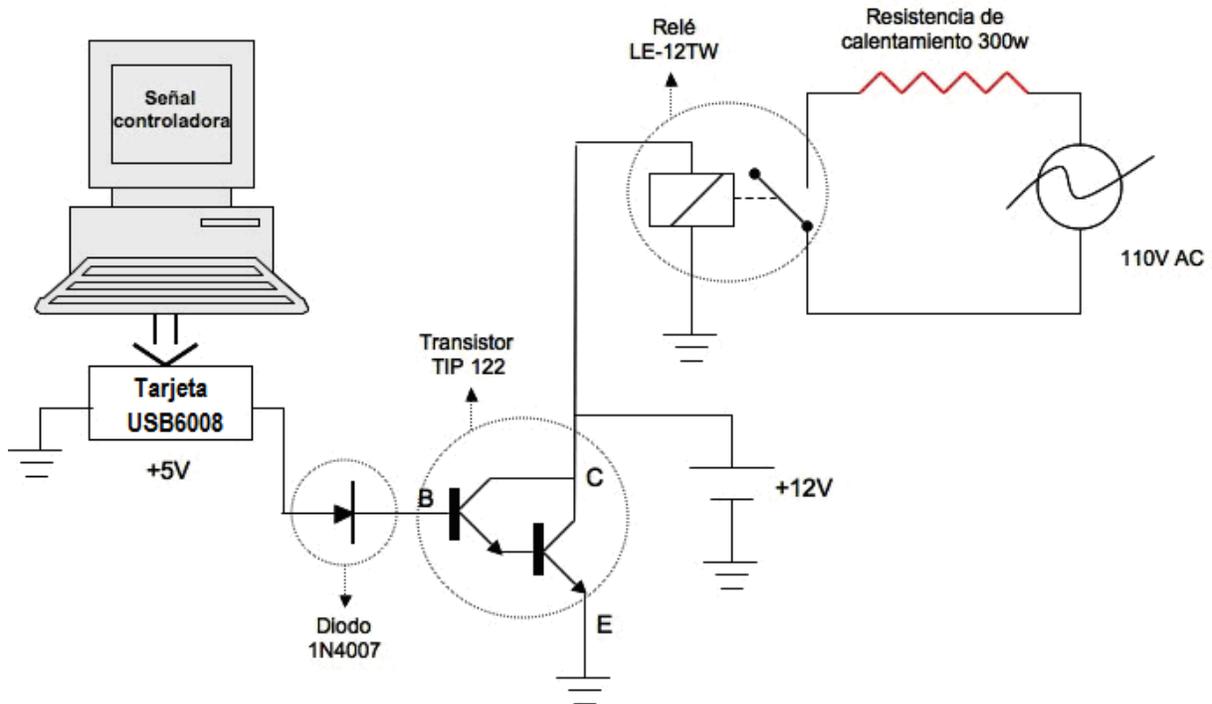


**Figura 2.8.** Sensor LM35 empacado, con conector Jack Estéreo (Tovar y Quiñones, 2008)

El sensor LM35 tiene tres terminales: tierra, positivo de alimentación y un tercero que corresponde al voltaje de salida proporcional a la temperatura a la que se encuentre dicho sensor; por lo tanto, se conectó a un cable blindado de dos hilos de los que se utilizan comúnmente en conexiones de audio. Las conexiones fueron envueltas en teflón y posteriormente cubiertas con soldadura epódica para su aislamiento. El sensor se empacó en un tubo de aluminio, con aceite mineral en su interior para

asegurar la transferencia de calor desde el medio a medir hacia el sensor. Al otro extremo de los cables, se conectó un conector tipo Jack estéreo para que puedan ser acoplados a una caja que funciona como puente con la tarjeta.

Se desarrolló un control de calentamiento en modo *todo – nada* (on /off) que permite mantener la temperatura de la sustancia en su punto de ebullición, con una tolerancia de  $1^{\circ}\text{C}$  (figura 2.9).



**Figura 2.9.** Esquema del circuito del control de calentamiento (Tovar y Quiñones, 2008)

El sistema controlador inicia en la carga a calentar, donde el sensor LM35 transforma la temperatura en una señal eléctrica (variable controlada). Esta señal es convertida en una señal digital para su ingreso al computador, por medio de la interface USB6008 de National Instruments. La señal, luego de ingresar al computador, es enviada al Instrumento Virtual, donde se ha establecido el valor deseado con una tolerancia de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Si la variable controlada pasa por encima del valor establecido, el relé se desconecta para apagar la fuente de calor; si la variable controlada está por debajo del valor establecido, el relé es activado para encender de nuevo la fuente de calor. Las acciones descritas son ejecutadas por medio de una variable controladora, que es enviada desde el computador como una señal digital y que luego es

transformada, por la interface, a una señal analógica que es entendida por el elemento final de control (señal en forma de voltaje).

Este sistema de adquisición de datos, se basa en componentes de bajo costo para su fácil adquisición y construcción, y el instrumento virtual tiene una interface humano – máquina, que permite el manejo completamente intuitivo.

### 2.7.2 Sistema de adquisición de datos climáticos para la docencia.

En la aplicación (Vazquez, 2010), desarrolló un sistema docente para la supervisión del clima de un invernadero, incorporando una webcam para saber en todo momento, y a través de internet, el estado del cultivo, así como la evolución de las distintas variables climáticas que le afectan, utilizando herramientas similares de adquisición de datos y el software de diseño de sistemas LabVIEW para el procesamiento y visualización de los datos ( figura 2.10).



**Figura 2.10.** Esquema del sistema de adquisición de datos docente (Vázquez, 2010)

En la figura 2.10, se observa primeramente como se captan las variables climáticas agrícolas más importantes. Para esto, se utiliza una serie de sensores que son: Temperatura del aire (exterior e interior) y humedad del aire (exterior e interior).

Se empleó una tarjeta de adquisición de datos (National Instruments, PCI 6221) conectada a una PC (Pentium Celeron CPU 2.8 Ghz, memoria RAM de 512 Mb y disco duro de 111 Gb). Se utilizó el sistema operativo Microsoft Windows XP Profesional 2002 y se instaló el software NI LabVIEW 8.2 y los drivers de la tarjeta PCI 6221.

La tarjeta de adquisición de datos PCI 6221, dispone de 16 entradas analógicas de 16 bits, con una frecuencia de muestreo de 250 kmuestras/s, dos salidas analógicas de 16 bits a 833 kmmuestras/s y dos contadores/temporizadores de 32 bits a 80 MHz. Esta tarjeta también ofrece 10 líneas de E/S digitales bidireccionales, dos de las cuales están correlacionadas a velocidades de hasta 1 MHz. Admite una entrada de 0-10 V.

Una vez implementado y configurado el sistema, se toman los datos durante 24 horas y se exportan a Excel, para elaborar diferentes gráficas que permiten analizar los resultados obtenidos. Todas las gráficas y análisis estadísticos hechos se podrían haber realizado con LabVIEW, no obstante se seleccionó Excel para reafirmar la exportabilidad y el tratamiento de los datos obtenidos en un software diferente.

El uso del software LabVIEW, propició un entorno de información al usuario, que le permite consultar desde el panel frontal el estado de las variables climáticas de forma conjunta. Desde este panel, también se puede acceder a una sección del historial de los datos. En esta sección se muestran una serie de gráficas de cada variable climática, estas gráficas reflejan el historial de los datos adquiridos, durante el tiempo que ha sido ejecutada la aplicación.

La incorporación de una Webcam, permite visualizar el invernadero en tiempo real, desde el panel frontal.

El sistema permite captar las variables climáticas del invernadero, para ponerlas a disposición de los alumnos.

### **2.7.3 Sistema de monitoreo en línea de perforación a través de señales de corriente.**

Para este caso, se tomó una línea de perforación donde se encuentra un taladro que al está en contacto constante con las piezas, en este sistema se detecta el desgaste excesivo del instrumento de corte de los taladros lo que ocasiona el aumento de la fuerza requerida para realizar las perforaciones, lo cual a su vez eleva la temperatura durante el proceso, éste problema llevó a buscar una solución para detectar el desgaste y no forzar el taladro, además de mejorar la calidad de las perforaciones.

A pesar de mucha investigación y desarrollo tecnológico, el control del desgaste en la línea de perforación, basado en la variación es limitado, por lo que se buscaron otras alternativas, además de que la inspección visual directa, ya no era la opción más viable.

Para esta investigación se propuso un sistema que sirviera de apoyo a la toma de decisiones, en relación con el desgaste de las herramientas utilizadas, midiendo la velocidad, alimentación de corriente, profundidad de corte y el material a perforar.

La medición de las condiciones del taladro se realizaron mediante dos métodos que son: directos, donde fue posible determinar directamente el desgaste de la herramienta, midiendo realmente el desgaste como tal; los indirectos, que se miden por medio de la vibración, sonido y vibración ultrasónica.

La revisión de distintas aplicaciones anteriormente usadas ayudó a tomar la decisión de usar las siguientes etapas durante el período de monitoreo:

- Procesamiento previo analógico: es una etapa determinada principalmente por hardware, donde los datos analógicos son recolectados para su digitalización.
- Procesamiento digital: se refiere a la etapa de utilización de filtros para quitar ruido y otras señales no deseadas contenidas en los datos digitalizados, utilizada para normalizar los datos.
- Extracción de características: es la extracción de información de los datos digitalizados, para ser utilizados en una etapa posterior, mediante la aplicación de análisis de elementos finitos.

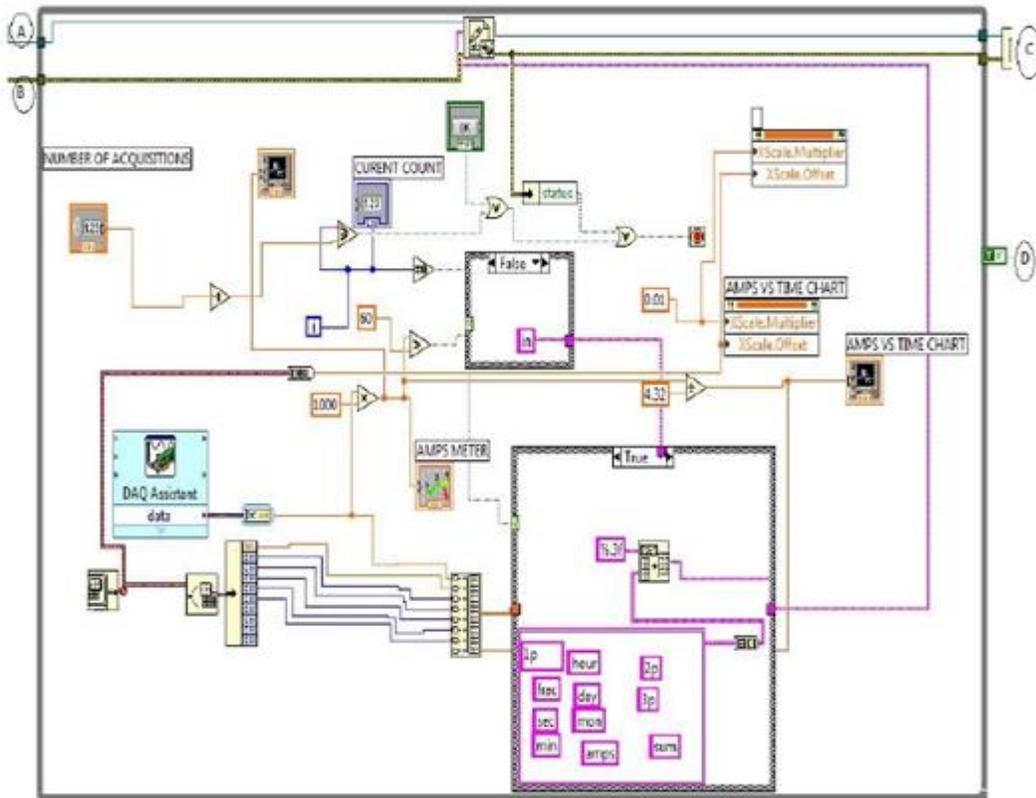
- Uso del modelo: establece la dependencia entre las características extraídas y las condiciones de desgaste de la herramienta.
- Decisión: es la integración de los resultados de los modelos de desgaste, para llegar a una decisión final con respecto a la condición de la herramienta.

La metodología usada para resolver y poder aplicar las etapas mencionadas, fue la instrumentación virtual, usando LabVIEW para el procesamiento y adquisición de datos, en la figura 2.11 se muestra la estructura de la interfaz.



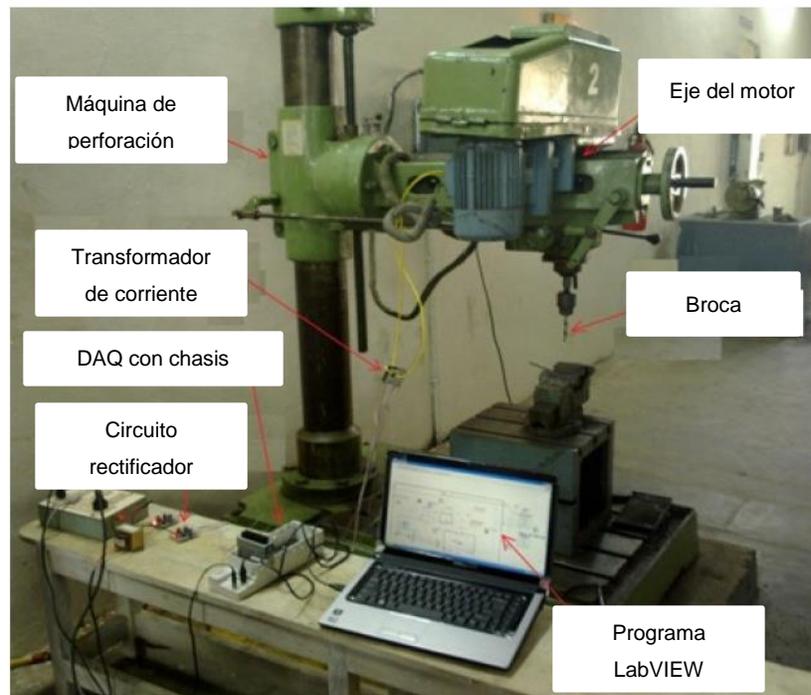
**Figura 2.11.** Estructura de la interfaz de LabVIEW (Rajesh y Marimuthu, 2011)

LabVIEW utiliza una programación gráfica por medio de diagramas de bloques, en la figura 2.12, se muestra el diagrama de controles e indicadores del panel frontal que permite al operador introducir o extraer datos del instrumento virtual que se ejecuta en el sistema de monitoreo del desgaste de perforación.



**Figura 2.12.** Diagrama de bloques de controles e indicadores de LabVIEW (Rajesh y Marimuthu, 2011)

El sistema utiliza la adquisición de datos para tomar las señales necesarias para la implementación del sistema, esto lo hace por medio de sensores, pero dicha señal llega de forma analógica y tiene que convertirse a digital, para su procesamiento en el sistema, por lo que se acondiciona la señal para que tenga una entrada correcta. La implementación completa del sistema se puede observar en la figura 2.13, donde un resultado importante obtenido es que la fuerza del corte incrementa el nivel de las señales de corriente y por consiguiente se aumenta el desgaste de la herramienta, debido a la fricción entre la herramienta y la pieza de trabajo.



**Figura 2.13.** Sistema de adquisición de datos implementado (Rajesh y Marimuthu, 2011)

En general se observó que la amplitud de la corriente aumenta a medida que aumenta el desgaste de la herramienta. En la tabla 2.1 se muestran las condiciones experimentales adoptadas por los resultados de la vigilancia del desgaste continuo y mediante la variación de las condiciones de corte. Se encontró que el estado de desgaste, puede estimarse con más exactitud bajo diferentes condiciones de corte mediante el modelo de motor y mediante el uso de otros métodos indirectos tales como la fuerza de alimentación, vibración, sonido, emisión de ruido y vibración ultrasónica.

S. No	Especificaciones			
1	Condición de corte	Condiciones variadas de corte (avance, velocidad del husillo, profundidad de corte de materiales y trabajo)		
2	Pieza de trabajo	Material	Dureza	Resistencia a la tensión
		Acero suave	180 a 200 BHN	600 - 700 N/mm <sup>2</sup>
		Carbono acero	200 - 520 BHN	700 N/mm <sup>2</sup>
		HCHR (Carbono alto de alto acero al cromo) Cromo hacer (HCHCR)	450 BHN	850 N/mm <sup>2</sup>
3	Herramienta	Acero de alta velocidad (HSS)-Ø 10 mm		
4	Tamaño de muestra	100, durante el periodo de desgaste constante del taladro		

**Tabla 2.1.** Condiciones experimentales (Rajesh y Marimuthu, 2011)

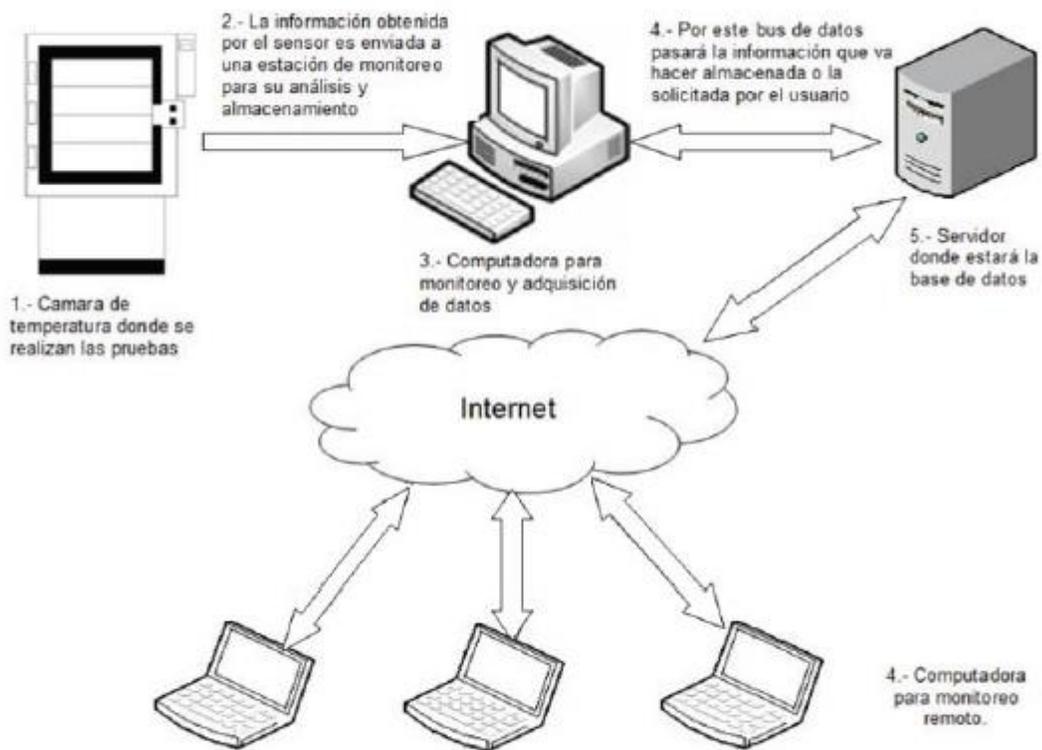
Uno de los principales objetivos de detectar el estado de desgaste de la herramienta, fue la de tener una base confiable para decidir el momento de realizar el cambio. De acuerdo con el estado de desgaste estimado de la herramienta, se puede decidir si debe ser remplazada.

El control de los remplazos de herramientas, requiere el conocimiento del estado de desgaste de la herramienta asociado con el parámetro de corte, que incluye la velocidad del cabezal y el avance, este proyecto muestra un nuevo método simple de monitoreo en línea, del desgaste de la herramienta bajo condiciones variables, utilizando instrumentación virtual con la aplicación de LabVIEW, los desgastes se pueden estimar con más exactitud mediante el modelo (Rajesh y Marimuthu, 2011).

#### **2.7.4 Adquisición de datos de un perfil de temperatura y sistema de monitoreo mediante aplicación Web.**

En el proyecto de Vicente y Olguín (2008), se buscó desarrollar un sistema de monitoreo que permite al usuario verificar en tiempo real y en diferentes periodos de tiempo, la evolución de las pruebas de temperatura de forma rápida y sencilla, mediante una interfaz gráfica, la cual muestra la evolución de la prueba sin necesidad de realizar la descarga de los datos, permitiendo reducir el monitoreo de forma presencial, a través de la implementación de una aplicación web, de tal forma que se puede verificar el desempeño de la prueba desde cualquier punto de la empresa o fuera de la misma a través de Internet.

El objetivo es proporcionar una herramienta, que permita realizar un sistema de monitoreo automatizado, en la figura 2.14 se muestra cual fue la arquitectura óptima a seguir para la implementación del diseño técnico, así como el flujo de información a través de los componentes de hardware del sistema.



**Figura 2.14.** Diseño del sistema (Vicente y Olgún, 2008)

La implementación de una estación de monitoreo, tendrá la función principal de obtener los datos de temperatura generados por la cámara donde se realizan dichas pruebas.

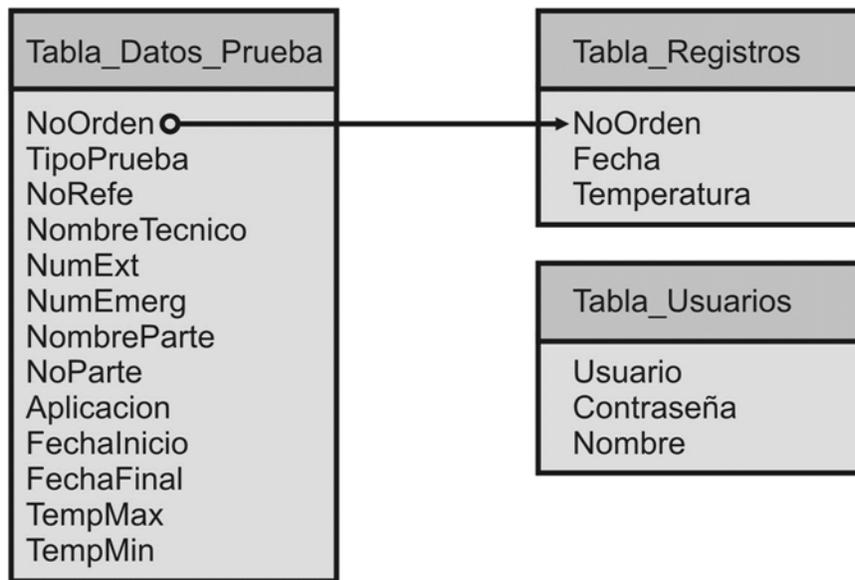
Esta información se captura a través de sensores previamente instalados en la cámara, los cuales a su vez están conectados a un dispositivo de adquisición de datos, la cual cuenta con la tecnología adecuada para realizar este tipo de muestreos.

Este dispositivo externo estará conectado a la estación, a través de un bus de datos el cual permitirá realizar las lecturas correspondientes a la temperatura actual de la prueba.

El procesamiento y representación de la información proporcionada por el dispositivo de adquisición de datos, se realiza a través de un programa previamente instalado en la estación de monitoreo.

Por último se cuenta con un servidor, el cual permite almacenar los registros de las pruebas, así como también, realizar consultas de las pruebas desde cualquier lugar a través de Internet.

En la figura 2.15 se muestra el diseño de la base de datos, utilizado para guardar la información para su posterior consulta.



**Figura 2.15.** Diseño de la base de datos de monitoreo (Vicente y Olguín, 2008)

Una vez iniciado el monitoreo de una prueba, el técnico a cargo necesita verificar periódicamente, mediante el uso de la aplicación, el desarrollo de la misma. Esto con la finalidad de que la prueba se esté realizando de forma correcta, de acuerdo a las especificaciones del perfil de temperatura.

Después de haber realizado las pruebas para verificar el funcionamiento de las aplicaciones, se logró obtener un mejoramiento notable en el tiempo de respuesta, que permite conocer el desempeño actual de una prueba, desde el inicio hasta el final de la misma, el cual solo era posible conocer después de haber realizado el

proceso, el cual involucra la descarga y representación de la información obtenida por el equipo usado actualmente.

La aportación más importante de este sistema, es que el monitoreo de la prueba no tiene porqué ser realizado de manera presencial, esto gracias a una aplicación web que permite a los interesados poder verificar el desempeño de la prueba, desde cualquier lugar donde se tenga accesos a servicios de internet.

### 3. METODOLOGÍA

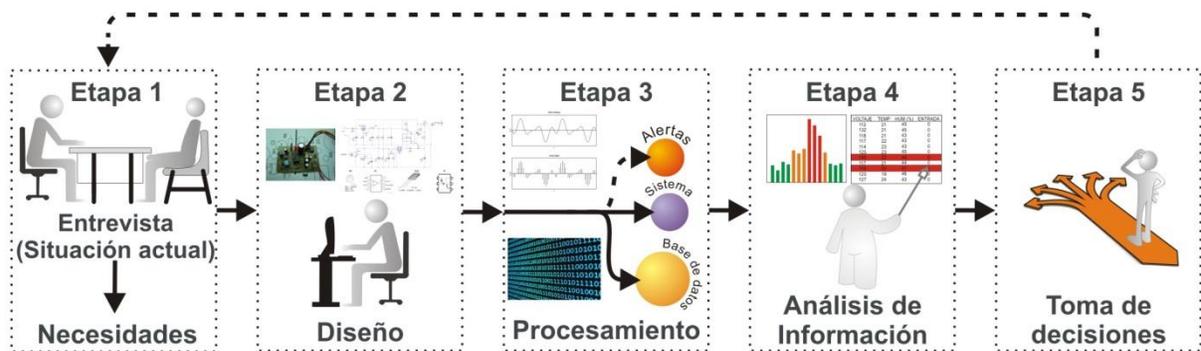
En la revisión bibliográfica expuesta en el capítulo 2, se analizaron diversos autores los cuales han realizado trabajos similares a este proyecto, mismos que servirán como base para el planteamiento y aplicación de la metodología.

Se utilizaron aspectos del marco de referencia, proponiendo una estructura similar a la de los autores analizados, iniciando con el análisis previo de las condiciones y a partir de ahí, hacer todo lo referente a la creación de una herramienta que ayude a resolver las problemáticas. En general en este punto los distintos proyectos son muy similares, al tener en principio la captura de señales, la interpretación y muestra en la interfaz y la salida de los datos que cumplen con distintas funciones como ser analizadas para ver su comportamiento y en algunos generar alertas.

Este proyecto sigue la estructura básica de los distintos trabajos similares analizados, haciendo énfasis en la creación de una base de datos histórica y el apoyo a la toma de decisiones que ayuden a resolver los distintos problemas planteados.

La metodología consta de 5 etapas mediante las cuales se pretende obtener los resultados deseados. Las etapas van desde la recopilación de la información necesaria por medio de diversas entrevistas con los encargados del área y revisión de manuales, pasando por todos los procesos del sistema y obtener los resultados necesarios para el análisis para la toma de decisiones.

Es por ello que se propone un modelo (figura 3.1) el cual pudiera solventar las necesidades planteadas por los mismos encargados del área.



**Figura 3.1.** Modelo propuesto

En la figura 3.1 se pueden observar las etapas a seguir dentro del modelo propuesto, las cuales a continuación se explican en lo general:

**Etapa 1: Situación Actual.** Se conforma por dos actividades, en primera instancia, es necesario llevar a cabo las entrevistas pertinentes con los encargados del área a monitorear para obtener la información suficiente para establecer las condiciones ideales del lugar en la cual debe mantenerse todo el tiempo. Las entrevistas son dirigidas e informales, ya que solo se requiere saber distintos puntos clave acerca del área además de obtener información de las fallas más frecuentes que ellos mismos recuerden; también para obtener mayor información importante se revisan los distintos manuales técnicos de los proveedores de cada uno de los equipos que se encuentran en el lugar.

La otra actividad se da una vez que se tiene la información recopilada, con la cual se pueden establecer las necesidades básicas del área. Estas necesidades consisten principalmente en saber las condiciones recomendadas de temperatura, humedad, voltaje y acceso para asegurar el buen funcionamiento de los equipos dentro del área, por otra parte, se detecta dentro de las necesidades de crear un registro de cualquier eventualidad que se presente y a la vez la formación de un historial de cada uno de los parámetros, para su posterior análisis.

**Etapa 2: Diseño.** Cuando se reconocen las necesidades y se establecen las condiciones ideales de funcionamiento del área, se pasa a la parte operativa del proyecto que es todo lo referente al sistema y sus funcionalidades. En esta etapa, es importante la elección de las diferentes herramientas que conformen el sistema,

dependiendo de cada una de las funcionalidades del mismo. El sistema se conforma de distintos procesos en los cuales cada una de las herramientas es esencial para llevarse a cabo.

El sistema involucra tanto la parte física como la parte interna de manejo de datos, siendo ambas esenciales para obtener un sistema completo y funcional adecuado a las necesidades planteadas.

La parte física es formada por los sensores, tarjeta de adquisición de datos, computadora y unidad de respaldo y la parte del procesamiento es el software y la base de datos. Ambos forman el sistema de monitoreo que se coloca en el área para obtener todas aquellas incidencias en el lugar.

Se debe tomar en cuenta la compatibilidad del hardware con el software para que no exista una dificultad mayor al momento de hacer las distintas conexiones y la programación se torne más manejable.

Etapa 3: Procesamiento. Una vez obtenidos los parámetros, estos pasan a la parte del procesamiento de los datos por medio de diferentes métodos que ayudan a tener la información de una forma más entendible y realista para poder ser analizada y tener una perspectiva más clara.

En esta etapa, los datos que ya han sido procesados, tienen diferentes destinos como su despliegue en la página web para su consulta en el momento, su almacenamiento en la base de datos y en caso de presentarse parámetros fuera de las condiciones ideales, la generación y envío de alertas por medio de correo electrónico a los encargados.

Las capturas de la información se hacen en un determinado intervalo de tiempo establecido previamente y cada una de estas capturas se guardan automáticamente en la base de datos del sistema, donde se forma el repositorio de información sobre las condiciones que se presentan en el SITE. El almacenamiento de la información en la base de datos es esencial para una parte medular del sistema, el apoyo a la toma de decisiones.

Etapa 4: Análisis de la Información. Se tienen varias opciones, que pueden ser la consulta al momento de las condiciones del área a través de la página web, las

consultas de información de determinadas fechas y la generación de los reportes necesarios, por medio de esto se puede hacer un análisis de información, es a través de los mensajes recibidos que son generados por una incidencia.

El análisis funciona de diferentes formas ya que puede tenerse para que en el momento se tomen acciones pertinentes o para hacer un análisis más detallado sobre la información recabada y de esta forma establecer las acciones a seguir dependiendo del comportamiento de los parámetros en el lugar.

Un apoyo importante es tener las incidencias por separado para que se pueda detallar las causas de las fallas y la solución a las mismas, funcionando como un historial más completo y facilitando el análisis ya que al consultar la información se tienen antecedentes sobre diferentes problemáticas y así se puede actuar con mayor precisión en caso de repetirse.

Etapa 5: Toma de Decisiones. El apoyo a la toma de decisiones viene derivado de todo el análisis oportuno que se haga de la información recopilada, principalmente para los planes de mantenimiento del área y aplicar correcciones en errores detectados así como la prevención de eventualidades, teniendo la base de datos como soporte principal. También la base de datos se convierte en una herramienta excelente de apoyo a la toma de decisiones para la adquisición de equipos de respaldo de energía (UPS) o la adquisición de un sistema de energía alterno.

Finalmente como estabilidad de esta etapa, se da el proceso de retroalimentación, donde se analizan nuevamente las necesidades que surjan durante el proceso para modificar los parámetros o el mismo modelo para mantener un sistema actualizado que ayude a dar soporte a las necesidades de los ingenieros encargados de la administración de los equipos de información y comunicaciones.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

En este capítulo se explica a detalle la implementación de las etapas del modelo propuesto, el cual también debe cumplir con las condiciones de ser económico y tener la posibilidad de crecimiento o expansión.

### **4.1 Etapa 1: Situación Actual**

Las actividades de esta etapa se relacionan con el realizar una serie de entrevistas para complementar las necesidades. Las entrevistas se llevaron a cabo con el personal del Departamento de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (DTIC) del CIAD, en estas entrevistas primeramente se trató de obtener la mayor cantidad de información relacionada con las necesidades de monitoreo de las condiciones del SITE, encontrar que es lo que realmente necesita el personal encargado del área, en relación con el monitoreo de las condiciones físicas en las cuales trabajan los equipos de cómputo, comunicaciones, respaldo de energía, aire acondicionado, entre otros; también se visitaron las instalaciones para ver las condiciones actuales del SITE, cuales son los recursos con los que cuenta para el monitoreo del área.

En la visita al SITE se pudo observar que no se cuenta con equipo de medición de factores como la humedad y temperatura del lugar, en cuanto al suministro eléctrico, no se cuenta con un equipo que muestre los valores de voltaje de la red eléctrica, aunque los encargados comentaron que cuando tienen alguna duda, utilizan un multímetro digital para medir el voltaje, aunque éste no está conectado constantemente. Se cuenta con unidades de respaldo de energía (UPS), que cuando detectan una sobrecarga, una entrada por debajo de los límites o la falla total del suministro de energía eléctrica, suministran el voltaje requerido y a la vez encienden una alarma audible indicando algún contratiempo.

Los encargados del área (2 personas) tienen el mismo horario y días de vacaciones, lo que deja sin supervisión el SITE en los horarios fuera del horario establecido de trabajo (8:00 a.m. a 3:00 p.m.), de igual forma los fines de semana y los días festivos. Por otra parte, también se hizo énfasis en la importancia del funcionamiento de los equipos dentro del SITE, es decir, éstos se deben de mantener funcionando las 24 horas, los 365 días del año, debido a que los equipos de comunicaciones en el SITE son los que dan acceso a internet (enrutadores, equipos de enlaces a internet), también se encuentran los switches principales de la red, es decir, el switch que concentra la llegada de la red de todos los edificios del CIAD (8 en total), de la misma forma, está el equipo de seguridad de la información para el filtrado de contenidos, detección de intrusos, prevención de intrusos, firewall. En relación con los equipos de cómputo, en el área se encuentran los servidores donde se encuentran aplicaciones como el ERP institucional, las Bases de Datos de Biblioteca, la página Web institucional, intranet y otros sistemas del área de investigación, los cuales requieren estar en funcionamiento constante.

Un elemento importante que se obtuvo derivado de la entrevista con los encargados de DTIC, fue que en verano las tormentas eléctricas ocasionan la interrupción en el suministro eléctrico y a pesar de que se tienen equipos de respaldo de energía, estos solo pueden soportar como máximo entre 20 minutos y 1 hora, en caso de que las baterías estén cargadas al 100% y el nivel de rendimiento sea el adecuado. Una situación peligrosa que se podría presentar principalmente en verano, es que el aire acondicionado deje de funcionar y que los equipos continúen trabajando. Esta situación se puede presentar de varias maneras, entre las que se pueden mencionar: que el aire acondicionado se descomponga, que el suministro eléctrico del mismo se interrumpa, que alguien por error lo apague, etc. Entonces en las situaciones anteriormente expuestas los equipos de cómputo seguirían funcionando en condiciones de altas temperaturas, lo cual puede contribuir al deterioro o descompostura de los equipos que puede ocasionar pérdida de información, recurso que para muchas empresas es más importante que los mismos equipos. Los equipos se pueden reemplazar, la información no. Aunque visto de esta forma pareciera que

los equipos no son tan importantes, ya que algunos de éstos, aunque pueden ser reemplazados, debido a sus características especiales, muchas veces el proceso de adquisición puede tardar entre 4 y 6 semanas para que el proveedor lo entregue, esto sin contar el tiempo del proceso de adquisición interno, entonces tener detenidos los procesos informáticos por ese período puede resultar bastante catastrófico para cualquier empresa.

Otra necesidad planteada por los encargados del SITE fue el poder llevar un registro de condiciones de funcionamiento del área de forma continua, esto tiene dos funciones principales, primero les sirve para cumplir con la normatividad institucional, la cual se basa en el Manual Administrativo de Aplicación General para Tecnologías de Información y Comunicación y Seguridad de la Información (MAAGTIC-SI), manual que obliga a llevar un registro de incidentes relacionados con la seguridad de la información institucional. Segundo, una base de datos con información sobre el comportamiento de los parámetros anteriormente expuestos sirve de apoyo para el proceso de toma de decisiones en varios aspectos. Al contar con el registro periódico de las condiciones es posible diseñar un plan de mantenimiento de los equipos de respaldo de información, es decir, si en la temporada de lluvias se ve que el suministro eléctrico falla con mayor frecuencia que en el resto del año, entonces se puede revisar la capacidad de las pilas de respaldo, el tiempo de duración de su carga, etc. De esta misma información también se puede apoyar la toma de decisiones respecto a la compra de equipos de respaldo de mayor capacidad o la decisión de adquirir una planta de emergencia de suministro eléctrico.

## **4.2 Etapa 2: Diseño**

Basado en las necesidades colectadas de la entrevista a los encargados del SITE del CIAD y en las oportunidades detectadas, se procede al diseño del sistema para atender esta problemática. Este diseño debe tener la característica de dar solución a todas las necesidades de monitoreo, generación de alertas y creación de una base de datos y que a la vez sea un sistema económico para que pueda ser una opción real de apoyo para otras instituciones como las PYMES.

Para el diseño completo del sistema, se revisaron distintos instrumentos, que pudieran ayudar en el desarrollo del proyecto, buscando opciones primeramente confiables y también económicas que fueran capaces de generar la información requerida y almacenada en la base de datos con el fin de tener una herramienta confiable para el apoyo a la toma de decisiones.

Actualmente, el tema de la instrumentación virtual ha tomado mucha fuerza y existe una gran variedad de herramientas que resuelven distintos propósitos, por lo tanto es de suma importancia buscar los componentes adecuados, que en conjunto sean una mejor opción para solventar la problemática planteada, además de buscar mayor eficiencia, flexibilidad y sobre todo economía.

Las distintas pruebas previas realizadas, arrojaron resultados muy satisfactorios al tener parámetros muy concretos y obtener una base de datos que sirvió como parte aguas para tener una idea más clara de lo que se quería lograr en la resolución del proyecto, pero lo que se busca realmente, es tener herramientas modernas que permitan mayor efectividad y que cada vez se puedan mejorar los resultados.

El sistema consta básicamente de dos partes, una relacionada con hardware y otra con el software. El hardware abarca los sensores, tarjeta de adquisición de datos, laptop y UPS; por otro lado, el software proporciona lo necesario para tener la interfaz entre el hardware y el usuario, además del envío de alertas, la visualización en tiempo real en una página web, la conformación del historial en una base de datos y la generación de reportes.

El hardware es el encargado de capturar todo lo referente a la parte física del proyecto, que incluye la captura de las señales por medio de sensores, el acondicionamiento de las mismas, la cual lleva a cabo la tarjeta de adquisición de datos para que dichas señales puedan ser leídas por la computadora y de esta forma sean procesadas para ser mostradas en la interfaz. Otro punto importante del proyecto, es que éste debe contar con una unidad de respaldo, para que en caso de alguna eventualidad, como corte de energía, el sistema siga funcionando. Esto se logra en primer lugar porque el sistema se propone instalarse en una laptop, la cual tiene una pila que le permite seguir funcionando por un tiempo después de un corte

de energía, aparte de la posibilidad de conectar dicha laptop a una UPS para ampliar dicho rango de funcionamiento.

Se utilizaron instrumentos para hacer mediciones relacionadas a las condiciones actuales, que se presentan dentro del área de equipos. Estos instrumentos en un principio funcionan solamente como prueba preliminar.

Se había planeado la adquisición con instrumentos de tarjeta de adquisición de datos y sensores más nuevos y sofisticados, que facilitarían aún más el trabajo y fueran de sencilla implementación, pero al momento de cotizar los distintos tipos de elementos, estuvieron fuera del alcance presupuestal. Se continuó buscando otras opciones, pero al contar con el antecedente de la tarjeta Phidget en las versiones de prueba y viendo que funcionó correctamente y sirvió para los propósitos deseados en su momento, se optó por seguir usando dichos instrumentos para los fines de este proyecto.

A continuación se presentan las características puntuales de cada uno de los instrumentos que se utilizaron basados principalmente en su hoja de especificaciones. Un ejemplo de una de las hojas de especificaciones se puede observar en el anexo 1.

### **4.2.1 Establecimiento de rangos ideales de funcionamiento**

Esto se relaciona con el proceso del establecimiento de los rangos ideales de temperatura, humedad y voltaje, de todos los equipos dentro del SITE, la definición de éste rango debería quedar dentro de todas las especificaciones de los equipos. Para este proceso se inicia con la consulta de los manuales técnicos de todos los equipos dentro del SITE, con el fin de determinar un rango de los parámetros mencionados, el cual incluya las características solicitadas por los fabricantes. Como es de esperarse, todos los equipos tienen rangos de funcionamiento diferente, aunque hay algunos casos que tienen rangos más estrictos. El proceso de determinación del rango ideal se hizo de manera similar para los tres parámetros. Por ejemplo, para el caso de la temperatura, se tomaron todos los rangos superiores de los equipos de los equipos como 45, 40, 38, 32, 29, 23 °C y se selecciona el

rango menor, 23 °C, para los rangos inferiores había valores de 1, 5, 8, 12, 15 y 19 °C, en este caso se toma el mayor de 19 °C, entonces el rango ideal de temperatura el cual queda dentro de todos los rangos especificados es entre 19 y 23 °C. De forma similar se hace para todos los demás parámetros.

- Temperatura. La mayoría de los equipos establecen parámetros similares o están muy cercanos entre ellos, esto facilita el establecimiento de dichos rangos. El rango de temperatura aceptable se estableció en 21 °C con un margen de +/- 2 °C.
- Humedad. Para este parámetro, de igual forma se consultan las especificaciones de los equipos que se encuentran en el área para de ahí partir en la obtención de los rangos ideales. El rango establecido para humedad es de 45% con una tolerancia de +/- 5%.
- Voltaje. Para este parámetro se utilizaron también las especificaciones técnicas de los equipos y se estableció un parámetro ideal de 117 VAC +/- 10 VAC.
- Movimiento. La evaluación de este parámetro consiste en determinar si la puerta del SITE se encuentra abierta o cerrada, determinando por medio de esto, si se ha introducido alguna persona que no esté autorizada.

#### **4.2.2 Medición de las condiciones actuales**

Esta sección de la etapa consiste en realizar una medición con equipos especializados de las condiciones actuales del área a monitorear. Las mediciones se tomaron para compararse con los rangos establecidos en la etapa anterior y determinar si las condiciones actuales están dentro de los rangos ideales.

- Temperatura. Un sobrecalentamiento en el área afecta el ciclo de vida de los equipos e incrementa la probabilidad de fallas. También ciertos equipos tienen sistemas de autoprotección, que hacen que el equipo se apague al detectar condiciones de temperatura adversas. La medición de temperatura, se tomó con un termómetro digital durante distintos períodos de tiempo, esto se hizo

con el fin de conocer las fluctuaciones de temperatura en el área y para calcular sus valores límites y promedio.

- Humedad. Este parámetro está muy ligado a los cambios de temperatura y se puede acentuar bajo ciertas condiciones climáticas, un nivel de humedad baja ocasiona que se produzcan descargas de electricidad estática que pueden destruir componentes o corromper datos, un nivel muy alto puede producir corrosión y conlleva a problemas de condensación de agua y ocasionar el deterioro de los componentes electrónicos o la soldadura. Los niveles de humedad se tomaron con un instrumento especializado de medición de humedad relativa.
- Voltaje. Representa una de las condiciones más importantes, debido a que las fallas constantes o las inconsistencias afectan directamente a los equipos y provoca interrupciones de los servicios. El voltaje se mide con un voltímetro para determinar la calidad en el suministro de energía eléctrica.
- Movimiento. No es necesario realizar una medición previa, este parámetro nos indica la intromisión de personas no autorizadas y se realiza a través de un interruptor en la puerta que indique la entrada de personal al área, señalando cada vez que la puerta está abierta o cerrada.

Para tener una mejor perspectiva sobre el área de la cual se quiere tener control, es necesario conocer las dimensiones del lugar así como observar la distribución de los equipos.

En las figuras 4.1 y 4.2 se muestra la distribución de los equipos dentro del área que se pretende monitorear.



**Figura 4.1.** Imagen de entrada del área de equipos de cómputo.



**Figura 4.2.** Imagen de fondo del área de equipos de cómputo.

Como se observa en las figuras 4.1 y 4.2, el área de equipos donde se implementa el sistema de monitoreo no es de grandes dimensiones y los equipos están colocados en diferentes posiciones para permitir el paso de las personas, por lo cual la colocación sobre todo de los sensores de temperatura y humedad, al estar más relacionados entre sí, no representa una dificultad ya que el área es uniforme en cuanto a estos parámetros. La colocación del sensor de voltaje no representa mayor problemática, así como el interruptor de la puerta para identificar cuando la puerta esté abierta o cerrada. En general la captura de señales físicas se resuelve rápidamente al estar en un área de dimensiones chicas.

Para la medición de las condiciones actuales de funcionamiento, se utilizó un medidor comercial EL-USB-2+ Data Logger de la marca Lascar, el cual mide temperatura y humedad relativa (figura 4.3).



**Figura 4.3.** Medidor comercial EL-USB-2+ marca Lascar.

El instrumento comercial utilizado para mediciones preliminares se puede observar en la figura 4.3. Las mediciones sobre las condiciones ambientales registradas en el área de equipos, se pueden observar en las tablas 4.1 y 4.2 donde los resultados son los obtenidos por medio de los sensores y con el EL-USB-2+ Data Logger.

En la tabla 4.1, se observan 30 medidas tomadas del área de equipos donde la temperatura se muestra bastante estable y por debajo del límite establecido por medio de las especificaciones y recomendaciones consultadas, asimismo la humedad muestra cierta estabilidad. De la misma forma, en la tabla 4.2 se observan 30 mediciones tomadas con el Data Logger, en el cual se muestra una mayor estabilidad en ambos parámetros y se identifica una diferencia pequeña entre uno y otro instrumento, por lo cual, se puede tomar como datos confiables.

No. Medición	Temperatura (°C)	Humedad (%)
1	20	28.23
2	20	28.23
3	19.5	28.04
4	19.8	28.23
5	19.5	28.43
6	19.5	28.43
7	19	28.43
8	19.3	29.19
9	19	29.95
10	19.3	30.90
11	18.8	32.05
12	18.5	33.19
13	19	33.76
14	19	34.72
15	18.8	36.05
16	19	36.24
17	19	37.00
18	19	37.96
19	19	38.34
20	18.8	38.72
21	18.8	39.10
22	19	39.29
23	19	39.29
24	19.3	39.86
25	19.3	39.67
26	19.3	39.29
27	19	38.72
28	19.3	38.53
29	19	38.15
30	19	37.38

**Tabla 4.1.** Medidas obtenidas con sensores de Temperatura y Humedad Relativa

No. Medición	Temperatura (°C)	Humedad (%)
1	21	38.5
2	21	38.5
3	21	38.5
4	21	38.5
5	21	38.5
6	21	38.5
7	21	38.5
8	21	38.5
9	21	38
10	21	38
11	21	37.5
12	21	37.5
13	21	37.5
14	21	37.5
15	21	37
16	21	36.5
17	20.5	36.5
18	20.5	36.5
19	20.5	36.5
20	20.5	36
21	20.5	35.5
22	20.5	35.5
23	20.5	35.5
24	20.5	36
25	20.5	36.5
26	20.5	37.5
27	20.5	38.5
28	20.5	38.5
29	20.5	38.5
30	20	38.5

**Tabla 4.2.** *Medidas obtenidas con Data Logger de Temperatura y Humedad Relativa*

En la comparación entre estas dos mediciones mostradas en la tabla 4.1 y 4.2, se pueden observar las desventajas con las que cuenta un sistema comercial, el cual primeramente es poco flexible y no permite realizar cambios significativos, además de mostrar poca sensibilidad de las señales recibidas, ya que en la tabla 4.2 se muestran valores muy constantes y eso en cierta forma podría afectar en los resultados que se quieren obtener.

Para el caso del voltaje, se utilizó un multímetro marca Fluke modelo 77, los resultados se muestran en la tabla 4.3.

No. Medición	Voltaje CD	Voltaje de línea AC
1	13.58	111.64
2	14.11	122.21
3	13.5	110.1
4	14.37	127.48
5	14.25	124.91
6	14.16	123.26
7	14.35	127.08
8	14.13	122.59
9	13.93	118.58
10	14.46	129.11
11	13.86	117.27
12	13.66	113.14
13	13.52	110.43
14	13.91	118.2
15	13.87	117.47
16	14.49	129.9
17	14.27	125.38
18	14.43	128.59
19	13.63	112.52
20	13.87	117.49
21	13.67	113.37
22	13.51	110.22
23	13.57	111.44
24	14.18	123.52
25	14.21	124.26
26	14.35	127.05
27	14.29	125.81
28	13.84	116.85
29	13.6	111.93
30	13.98	119.61

**Tabla 4.3.** Medición de condiciones actuales de voltaje

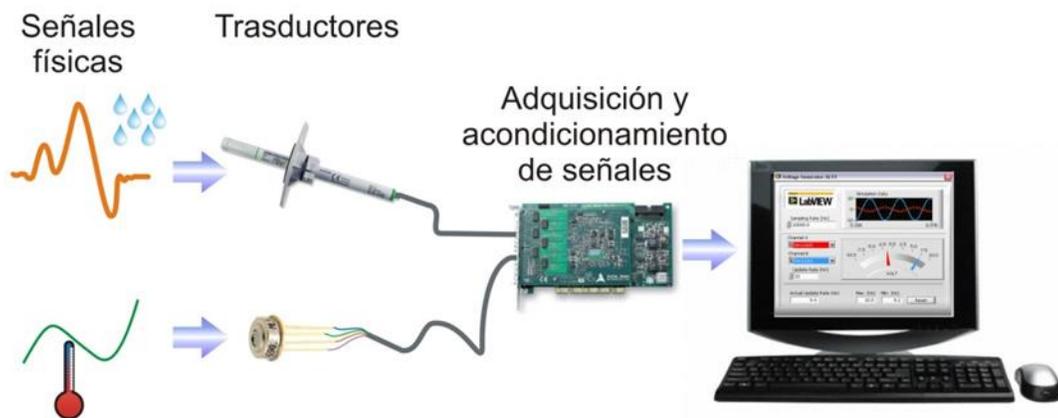
En la tabla 4.3 se observan los resultados obtenidos por medio de los voltajes de corriente directa y corriente alterna, quedando dentro de los rangos que establecen los fabricantes como recomendados, mostrándose además como datos estables al momento de estar realizando las mediciones.

En lo referente a movimiento, este parámetro no requiere de una evaluación previa ya que solamente se tiene un aviso de circuito abierto o cerrado al momento de que la puerta presente movimiento. El estado habitual de la puerta del SITE es estar siempre cerrada, por lo que al momento de ser abierta se envía la señal.

Con estos resultados preliminares, se sienta una base de las condiciones actuales del área y con ello poder establecer las funciones principales del sistema a implementar.

### 4.2.3 Selección de dispositivos de adquisición de señales

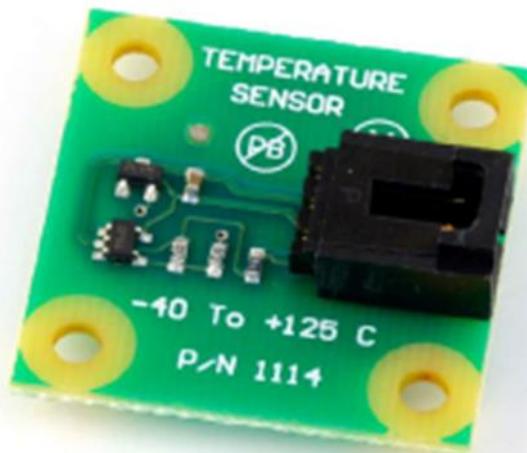
Es necesario seleccionar un equipo para la adquisición de las señales analógicas a través de: transductores de temperatura, humedad, voltaje y detección de entrada al SITE, la conversión de dichas señales a valores digitales, la tarjeta de adquisición de datos y su transferencia a la computadora. A continuación, en la figura 4.4 se muestra un ejemplo de algunos de los elementos que son parte de esta etapa.



**Figura 4.4.** Adquisición de señales.

El primer elemento son precisamente las señales físicas que se desean monitorear. Para medir estas señales físicas es necesario el uso de los transductores, después acondicionar las señales y la utilización del software para pasar la información a la computadora.

Transductores. Su función consiste en detectar la información en el ambiente (señales físicas), para convertirla a una señal eléctrica o un cambio en su resistencia. Sensor de temperatura. El sensor de temperatura usado es el Phidget 1114, el cual tiene un rango de detección de -40 a 125 °C, con una sensibilidad de 6 puntos por grado centígrado, este dispositivo es convertidor de temperatura a voltaje que da una salida de voltaje directamente proporcional a la temperatura. Este sensor se conecta a la tarjeta de adquisición de datos por medio de una entrada analógica, utilizando 3 pines de 0.1 pulgadas cada uno de los conectores. En la figura 4.5 se puede visualizar el sensor utilizado en el sistema de monitoreo.



**Figura 4.5.** Sensor de temperatura Phidget 1114. Fuente: Manual Sensor 1114.

El funcionamiento del sensor de temperatura es sencillo, pero se debe tomar en cuenta que los valores que proporciona el dispositivo son diferentes a lo que se espera, esto se debe a que el resultado es el valor directo del sensor, el cual debe

pasar por una fase de conversión por medio de una fórmula, que está indicada en el manual de usuario, para obtener el resultado en valores de grados centígrados (°C). La fórmula establecida por el fabricante es:

$$\text{Temperatura (°C)} = (\text{Valor del sensor} / 4) - 50$$

Por medio de esta fórmula se obtiene de una manera muy exacta los valores en grados y de esta forma se pueden utilizar para el propósito que se requiere, como ya se observó en la evaluación de las condiciones actuales.

Sensor de humedad. Para este caso, se utiliza un sensor de humedad Phidget 1107, que mide la humedad relativa y el cual incluye un compensador de temperatura que produce una salida lineal con un rango de 10 al 95% de humedad, por lo que cualquier medida fuera del rango indicado podría aceptarse pero con el riesgo de tener cierto nivel de error. Del mismo modo que el sensor de temperatura 1114, este sensor se conecta a la tarjeta de adquisición de datos, con una entrada analógica de 3 pines de 0.1 pulgadas cada uno. En la figura 4.6 se muestra el sensor de humedad utilizado.



**Figura 4.6.** Sensor de humedad Phidget 1107. Fuente: Manual Sensor 1107.

El funcionamiento del sensor de humedad es similar al del sensor de temperatura, ya que también provee los resultados con un valor propio del sensor, por lo cual es necesario hacer la conversión a la unidad de humedad correspondiente, por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Humedad Relativa (\%)} = [(\text{Valor del Sensor} / 1000) \times 190.6] - 40.2$$

Con la anterior fórmula proporcionada por el fabricante en el manual, se obtienen los valores en unidades de porcentaje de humedad relativa, generando resultados muy exactos y de mucha funcionalidad para el proyecto.

Sensor de voltaje. El sensor de voltaje utilizado es el Phidget 1117 que maneja rangos de entre -30 V a + 30 V de Corriente Alterna (AC). En este sensor, para las pruebas de evaluación se realizó un registro de voltaje de manera indirecta donde se conectó el sensor a la salida de un convertidor de voltaje de 117 VAC a 12 V de Corriente Directa (CD), utilizando un multímetro para comprobar que los voltajes fueran los adecuados. De la misma forma que los sensores anteriores, el sensor de voltaje se conecta a la tarjeta de adquisición de datos por medio de una entrada analógica de 3 pines de 0.1 pulgadas cada uno. En la figura 4.7 se muestra el sensor de voltaje utilizado en este proyecto.



**Figura 4.7.** Sensor de voltaje Phidget 1117. Fuente: Manual Sensor 1117.

En el manual del fabricante se recomienda para el uso del sensor de voltaje de Phidgets que sea conectado en paralelo dentro del circuito donde se llevarán a cabo las pruebas.

Sensor de movimiento: el sensor que se utiliza para este rubro es el Phidget Touch 1110 que es un sensor táctil capacitivo capaz de detectar contacto a través de diversos materiales como plástico, vidrio o papel. El funcionamiento básico del sensor Touch oscila entre el 0 y el 1 dentro del sistema, donde al momento de tener algún tipo de contacto se marca un valor binario para indicar que el circuito está abierto o cerrado, en este caso conectado en la puerta.

En la figura 4.8 se muestra el sensor de movimiento utilizado para este parámetro.



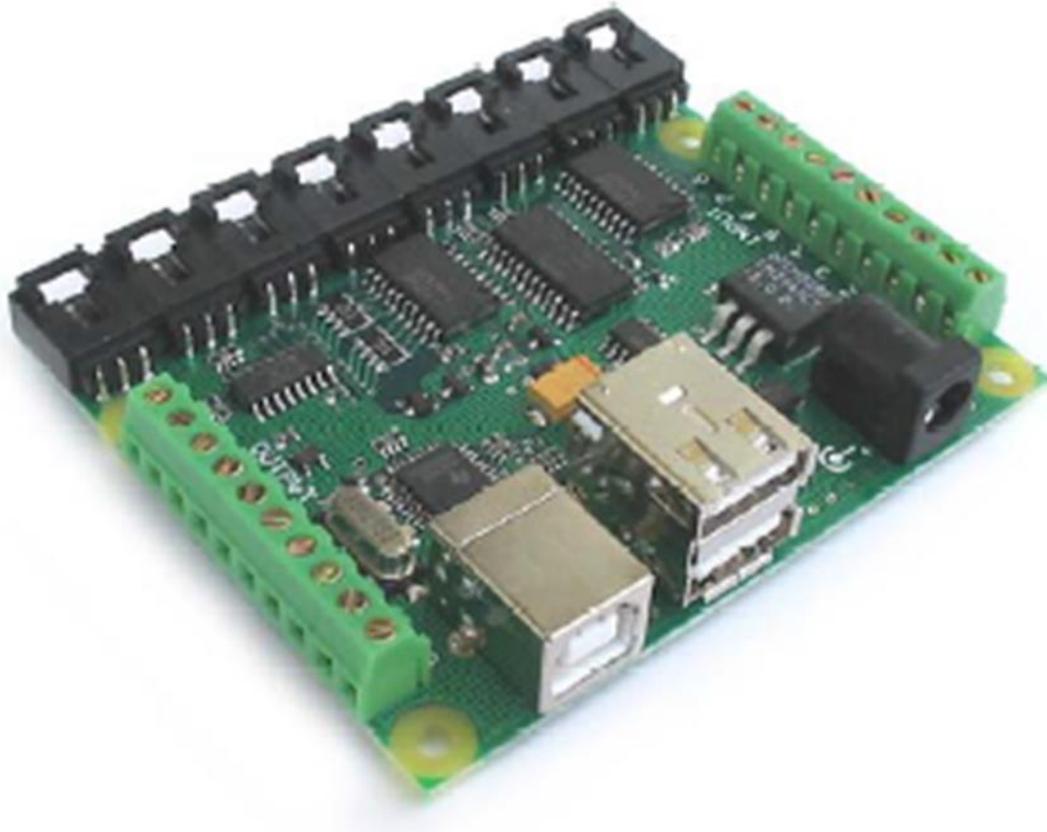
**Figura 4.8.** Sensor Phidget Touch 1110 para detectar movimiento. Fuente: Manual Sensor 1110.

Cada entrada analógica utiliza un conector de 3 pines de 0.1 pulgadas cada uno, en la figura 4.8 se observa la disponibilidad de la conexión para enlazarse con la tarjeta y la computadora.

#### **4.2.4 Adquisición y acondicionamiento de señales**

En esta parte por lo regular se utiliza una tarjeta de adquisición de datos la cual se encarga de recibir las señales de los transductores conectados en sus entradas. En la tarjeta ocurre una parte importante del sistema, esta tarjeta toma las señales y las acondiciona y transforma a señales digitales las cuales son compatibles con el puerto de la computadora lo cual le permite leer la información proveniente de los sensores (transductores).

Tarjeta de adquisición de datos. Los sensores encargados de capturar las señales físicas están conectados a una tarjeta de adquisición de datos, la cual transfiere los parámetros recibidos a la computadora, para ser mostrados en la interfaz del usuario. La tarjeta al ser la responsable de que las señales lleguen correctamente para ser utilizadas, es una parte medular en el proyecto y es importante contar con una tarjeta que cumpla con ciertos requisitos como: la funcionalidad, facilidad de uso y compatibilidad con distintos lenguajes. El instrumento utilizado para este proyecto es la tarjeta de adquisición de datos Phidget Interface Kit 8/8/8 modelo 1013, conectada a la computadora por medio de USB. Las razones principales para elegir esta tarjeta fue que es de la misma marca que los sensores utilizados, además de que esta tarjeta es de los sistemas más fáciles de usar al momento de controlar y detectar el entorno. Asimismo el uso que se le puede dar a la tarjeta, lo puede hacer cualquier persona que no tenga muchos conocimientos sobre el tema, ya que se tiene acceso a una amplia cantidad de librerías de software, para cualquier plataforma que se requiera usar. En la figura 4.9 se observa la tarjeta de adquisición de datos utilizada.



**Figura 4.9.** Tarjeta de adquisición de datos Phidget Interface Kit 8/8/8. Fuente: Manual Phidget.

La tarjeta de adquisición de datos es muy versátil y puede ser usada para diseñar una amplia variedad de proyectos, sus componentes principales son: 8 entradas analógicas, 8 entradas digitales, 8 salidas digitales, un puerto de entrada y 2 puertos de salida de USB. Esa versatilidad sobre todo, se muestra en la capacidad de poder ser usada en prácticamente cualquier sistema operativo y con distintos lenguajes de programación para ser manejado solamente descargando las librerías correspondientes.

#### **4.2.5 Software de adquisición de datos**

Una vez conectada la tarjeta de adquisición de datos se requiere un software que sea capaz de leer y mostrar los valores que están adquiriendo a través de sus puertos. En esta parte se requiere de un equipo de cómputo (en este proyecto se

utiliza una laptop) y una UPS para que el equipo continúe funcionando aun cuando la energía eléctrica se haya interrumpido. Los valores que lee el sistema por lo regular vienen en un formato digital que está relacionado con la sensibilidad de la tarjeta de adquisición, este valor es necesario convertirlo a un valor en las unidades propias que se pretende monitorear. Por ejemplo, una lectura de 00011011 que es equivalente a 27 en decimal podría ser el equivalente a  $-5^{\circ}\text{C}$ , es decir, el software toma el valor en formato binario, lo convierte a decimal y después aplica el factor de conversión para cambiar a grados centígrados.

Laptop. En la computadora está conectada la tarjeta por medio de entrada USB para una conexión básica y más sencilla, en general la laptop que se utiliza no requiere especificaciones especiales, solamente con un ordenador comercial con suficiente lugar para almacenar cierta cantidad de información y con la memoria RAM adecuada para que los software puedan estar ejecutándose correctamente. Los requerimientos mínimos se pueden plantear en 200 GB de disco duro, 1 GB de memoria RAM, procesador basado en Intel y de preferencia contar con una cámara web integrada. En la figura 4.10 se muestra un ejemplo de una laptop que se puede usar.



**Figura 4.10.** Laptop con requerimientos básicos.

Como se puede observar en la figura 4.10, no se requiere una computadora de grandes capacidades, ni la más moderna en el mercado actual, simplemente con una capaz de soportar el software es suficiente para las necesidades del proyecto. Si algún requerimiento especial se puede pedir en la laptop para usarse en el proyecto, sería que la batería tenga un buen rendimiento, para que siga funcionando el equipo ante cualquier eventualidad, aunque todos los componentes del sistema estén conectados a una Unidad In-interrumpible de Energía (UPS), pero realmente no se requiere de mayor cosa.

UPS. Para el respaldo de energía en caso de presentarse un corte en la misma, se requiere de una Unidad In-interrumpible de Energía, la cual al momento de que se suspenda el suministro de energía a los equipos, pueda generar un respaldo por un tiempo considerable para que el sistema siga funcionando y de esta forma seguir monitoreando el área, además de permitir al sistema enviar las señales necesarias para alertar sobre la falta de energía eléctrica, que puede perjudicar a los equipos del lugar. Otra función importante de este dispositivo, es mejorar la calidad de la energía

eléctrica suministrada a los equipos, punto muy importante al ser una de las principales fallas en el centro. La recomendación ideal es que el UPS pueda respaldar de energía aproximadamente durante una hora. En la figura 4.11 se observa una UPS genérica que es un ejemplo de la unidad utilizada para el proyecto.



*Figura 4.11. Unidad In-interrumpible de Energía (UPS).*

Como se muestra en la figura 4.11, en lo referente a la UPS, es irrelevante la marca que se utilice, sólo se necesita tener una unidad de respaldo que tenga el mejor rendimiento posible para las funciones requeridas.

La parte física del sistema está completa con los elementos mencionados previamente, sin embargo es necesario contar con las distintas interfaces y manejadores de software, para que el sistema pueda funcionar correctamente por completo.

### **4.3 Etapa 3: Procesamiento**

En esta se describe lo referente al procesamiento de los datos y los diferentes pasos que siguen, así como la parte final del modelo donde los datos toman verdadera relevancia. En la figura 4.12 se muestra el proceso que se lleva a cabo a partir del

procesamiento, donde se hace el análisis de las señales capturadas para en caso de encontrarse fuera de los rangos establecidos, enviar señales de alerta. También se almacena la información, la cual se puede consultar para generar los reportes y cumplir con la normatividad de la institución y en este punto también se tiene la posibilidad de consultar la información para tener datos confiables para el proceso de toma de decisiones.



**Figura 4.12.** Análisis de señales, generación de alertas, almacenamiento y elementos de apoyo para la toma de decisiones.

En la figura 4.12 se observan los distintos destinos que tienen los datos una vez realizado el procesamiento de los mismos, se muestran en la interfaz de usuario, se guardan en la base de datos y en caso de un parámetro fuera del rango establecido, se envía un correo electrónico como alerta.

En esta etapa, se lleva a cabo por medio del software encargado de interpretar las señales, mostrarles y guardarse en el sistema. Para conseguir esto, se tienen distintos software que cada uno de ellos estará encargado de tener una función específica.

El software que maneja el sistema, de la misma forma que el hardware, consta de distintas herramientas, que en conjunto satisfacen las necesidades del manejo de los procesos dentro del sistema, para consolidar de una mejor manera tanto las entradas

de señales como las salidas de las mismas, en forma de parámetros legibles para el usuario.

La función del software es una parte esencial dentro del sistema de monitoreo, donde se interpretan las señales para ser mostradas al usuario, además de tener las conexiones indicadas para la alimentación de la base de datos y el envío de señales de alerta, por medio de correo electrónico en caso de cualquier problemática que se presente dentro del área. Otra función importante, es contar con una página web, donde se muestra el monitoreo en tiempo real y podrá ser consultado cada vez que sea necesario desde cualquier sitio.

En relación con el software, también existen distintas herramientas que sirven para el cumplimiento de los propósitos del sistema, pero se buscó que además de eso, sea sencillo de usar y que pueda ser interpretado más fácilmente por un usuario común, así mismo, que contara con una interfaz amigable para la creación de reportes, que permitan la toma de decisiones dentro del área.

Un punto importante a resaltar en relación al uso del software, es que aquí se lleva a cabo la función más importante dentro del sistema de monitoreo, que es la creación de la base de datos para ser consultada y generar los reportes que son una parte clave para el sistema, al generar bases sólidas para la toma de decisiones, por lo cual, el uso adecuado de las herramientas es de suma importancia para el proyecto.

Entre las diferentes opciones de software que se revisaron y probaron, se decidió utilizar los siguientes para cada uno de los usos que se dan a los datos:

- Interpretación y visualización de las señales: El primer paso de las señales adquiridas dentro del software, es ser interpretadas para que puedan ser visualizadas por cualquier usuario, al momento de que se están leyendo los sensores. El software utilizado es el primer contacto de las señales físicas adquiridas por los sensores y trasladadas a la computadora, por lo cual debe cumplir el proceso de transformar esas señales a los valores en escalas reconocidas, dependiendo de la unidad en que sean adquiridas, además es responsable de almacenar los datos en las tablas correspondientes para su consulta y para que puedan ser mostrados en páginas web o en reportes

impresos, así como enviar las señales en caso de presentarse problemas al salir de los límites establecidos en la programación del software. Una herramienta muy utilizada para este tipo de proyectos es el LabVIEW, el cual es ideal para cualquier sistema de medidas y control, al integrar todas las herramientas que se necesitan para construir una amplia variedad de aplicaciones, en un menor tiempo. Es una plataforma de programación gráfica que permite diseñar desde sistemas pequeños, hasta grandes sistemas. Ofrece integración de software, IP y hardware al aprovechar las últimas tecnologías de cómputo. LabVIEW es un sistema bastante flexible, que puede ser ejecutado prácticamente en todos los diferentes sistemas operativos y requiere un nivel básico de recursos de los equipos en los cuales está siendo utilizado. Otra ventaja importante del LabVIEW es la compatibilidad con distintos software, lo que permite generar diferentes formas de conexiones hacia las plataformas que se requieran. Dentro del proyecto, resultó ser el software más adecuado para cumplir con el objetivo, debido a que está especializado en resolver este tipo de problemáticas y está diseñado para que todo el conjunto de herramientas de hardware que se vayan a utilizar, para la captura de señales compatibles con el programa, por lo cual resulta relativamente sencillo manejar con el software las distintas conexiones de hardware.

- **Página web:** Los datos que se estén capturando en el momento, pueden ser observados en un entorno web desde cualquier sitio, esta página contiene todo lo referente a lo que está aconteciendo en tiempo real en el área de equipos de cómputo. En general, la página web es de libre acceso para cualquier persona que desee ingresar, ya que cumple solo con un rol demostrativo de la situación del lugar en el preciso momento en que es consultada la página. La página web está diseñada para estar publicando los distintos parámetros que se estén monitoreando, mostrando los cambios que se vayan presentando a lo largo del tiempo por determinados intervalos.

- **Alertas:** El sistema maneja un apartado de envío de señales de alerta a los encargados del área en caso de presentarse alguna eventualidad que afecte el funcionamiento de los equipos en el lugar. Las alertas constituyen las señales que se envían al presentarse una condición fuera de los rangos establecidos que se consideran como ideales y pueden ser de tipo síncrona o asíncrona. Las alertas síncronas son enviadas en tiempo real, al momento de que alguno de los parámetros esté fuera de los rangos fijados, así como cuando se presenten fallas en alguno de los equipos, dichas alertas son enviadas vía correo electrónico a las personas encargadas del área con la información al respecto de lo que está sucediendo, como el parámetro que está fuera del rango establecido y la fecha y la hora en que se presentó el suceso, el correo que se recomienda usar para cada uno de los administradores del área es el correo institucional ya que la mayoría de las personas es al que más uso le dan y pueden estar más pendientes en caso de que un correo de este tipo les llegue. La conexión al envío de correo electrónico se maneja por medio de los servidores del administrador de los correos. Las alertas asíncronas consisten en el historial que se está guardando en la base de datos, donde se puede observar el comportamiento de cada uno de los parámetros, señalando los que estén fuera de los rangos y en base a eso, hacer planes de mantenimiento con un respaldo sólido y confiable.
- **Historial:** Cada uno de los parámetros monitoreados están siendo resguardados en una base de datos, para conformar el historial de las incidencias y las condiciones del área de equipos de cómputo. Este historial será conformado como una base de datos, manejado por un sistema de gestión de base de datos que para este caso se utiliza Access 2010 que está incluida en la paquetería de Microsoft Office, por lo cual se facilita tenerlo en cualquier computadora sin software especial, además de tener compatibilidad con LabVIEW en lo referente a las conexiones entre ambos programas. En la base de datos están todas las tablas con las distintas interrelaciones y los

atributos necesarios para las consultas que se hagan. Las tablas para formar el historial de las incidencias son muy básicas pero contendrán una gran cantidad de información. En la tabla 4.4 y 4.5 se muestran las tablas que se utilizan para conformar la base de datos.

ID	Temperatura	Humedad	Voltaje Corriente Alterna	Voltaje Corriente Directa	Puerta	Fecha y Hora

**Tabla 4.4.** *Tabla de la base de datos de los parámetros monitoreados*

ID	Fecha y hora	Causas	Soluciones	Observaciones

**Tabla 4.5.** *Tabla de la base de datos de control de incidencias*

Primeramente, en la tabla 4.4 se observa la tabla de la base de datos donde se estarán guardando el registro de las condiciones de temperatura, humedad, voltaje, su fecha y hora en períodos regulares de tiempo que ocurran en el área de equipos de cómputo, cada uno de los datos debe tener un identificador (ID) que es un número consecutivo el cual sirve de enlace con las otras tablas y para identificar cada medición. Los datos de la tabla 4.4 corresponden a la temperatura, que estará en grados centígrados (°C), luego la humedad dada por porcentaje de humedad relativa (%) y el voltaje en unidades de voltios (V), tanto para corriente alterna como corriente directa. Es necesario que se esté capturando la fecha y la hora de cada una de las incidencias capturadas ya que en caso de presentarse algún parámetro fuera de los límites establecidos, se tendrá la fecha y hora exactas y resultará más sencillo encontrar, de existir, distintos patrones que se presenten en las fallas, como las horas del día o las épocas del año, además de ser esencial para generar los reportes ya sea por fechas, por temporadas o por años.

En la tabla 4.5 se observa un control de las incidencias que se presenten durante la adquisición de datos, la tabla 4.5 está conformada por el ID de la

tabla de los parámetros monitoreados, además de contar con la fecha y la hora que es una parte esencial en la generación del historial. Se puede observar que se tienen tres columnas más que serán usadas por los encargados del área donde tienen que colocar las distintas problemáticas presentadas, la solución a ellas y las distintas observaciones que se tengan al respecto. El objetivo principal de esta tabla es tener un historial más completo de las situaciones que se presentan en el lugar, como ya se ha mencionado, se trata de evitar que los encargados apelen a su memoria para saber cuándo se ha presentado alguna problemática y con esto se ayuda todavía más a esta situación, ya que además de tener las incidencias, se tendrá todo lo relacionado con la situación presentada y así se tiene un historial más completo para el apoyo a la toma de decisiones.

Con la conjunción de todos estos componentes tanto de hardware como de software se tiene un sistema de monitoreo completo, con el cual ya se pueden adquirir señales físicas, ser procesadas, ser mostradas y ser almacenadas para ser consultadas en cualquier momento. Se requiere una correcta sincronización entre todos los elementos para que el sistema arroje los resultados esperados y funcione a favor del mejoramiento del área.

### **4.4 Etapa 4: Análisis de información**

Con el almacenamiento de la información en la base de datos, se puede proceder a hacer un análisis de las distintas situaciones que se presentan dentro del SITE.

El almacenamiento de los parámetros es por medio del manejador de base de datos Access 2010, que resguarda todas aquellas mediciones que se generan en el momento, siendo de vital importancia guardar la fecha y la hora en que se están generando. Las distintas tablas que forman la base de datos deben estar interrelacionadas entre sí para poder sacar la información necesaria para los reportes. La base de datos no es de grandes dimensiones, solamente se requieren de dos tablas principales, una de ellas es la tabla donde se guarda cada uno de las capturas de señales del área, para controlar que no haya una saturación excesiva de

la base de datos, se controla por medio de un intervalo de tiempo adecuado. Otra tabla que es determinante para el cumplimiento de las necesidades del proyecto es la tabla de incidencias donde todas aquellas eventualidades presentadas a lo largo del monitoreo están siendo guardadas para crear un historial más completo, ya que cuenta con columnas de “Causas” donde se escribe el origen del problema, “Soluciones” donde se escribe cómo fue resuelto el problema que se presentó y por último la columna “Observaciones” donde se escriben distintas aseveraciones respecto a las problemáticas presentadas y donde se puede llevar el control de los problemas más comunes. Cabe mencionar que estas columnas de la tabla descritas no son generadas por el sistema, sino que los encargados del área son los responsables de llenarlas para tener un historial más confiable.

Una parte importante dentro de todo lo que implica el proyecto, es manejar todas aquellas incidencias que se presenten en el área de equipos. Esto es, todas aquellas situaciones atípicas que sucedan y generen una alerta para los encargados del área. En primer lugar, cada una de las capturas de las señales se almacena en una tabla donde se muestra la temperatura, humedad y voltaje así como la fecha y la hora en que está sucediendo dicha eventualidad, pero se requiere tener un control sobre aquellas señales que se presenten fuera de los límites establecidos. La opción que se aplica es tener una tabla especialmente diseñada para este propósito, donde se estén guardando todas aquellas fallas que se presentan. Para lograr esto, se toma en cuenta la interrelación entre las tablas y en base a la programación, lograr que cada vez que se presente dicha incidencia se guarde en la mencionada tabla, se debe ser cuidadoso con los intervalos de tiempo en que se maneje esta situación debido a que una falla puede durar segundos hasta un tiempo muy prolongado. Para esto, el sistema maneja la opción de que al momento de presentarse la falla, se crea un registro nuevo en la tabla de incidentes pero no creará ningún registro nuevo hasta que las condiciones cambien, es decir, si es un problema de alta temperatura, se puede fijar en ese solo registro con la hora a la cual se presentó el incidente y no crear nuevos registros en la tabla de incidentes hasta que se presente otro incidente en otro parámetro, como pudiera ser humedad, voltaje, ingreso al área, además el

sistema debe manejar el tiempo de duración de la falla, es decir la hora a la cual las condiciones regresaron a su valor ideal.

Para conseguir que el sistema tenga la capacidad de guardar las fallas en un lugar aparte y que pueda manejar los intervalos de duración de cada una de ellas, se llevan a cabo diversos métodos para, en primer plano, establecer los rangos en los cuales se deben manejar los parámetros dentro del área y si alguno se sale de dichos rangos automáticamente se guarda en la tabla de incidencias, donde se capturarán todas aquellas observaciones al respecto del problema que se presentó. Estos límites funcionan de igual forma para generar las alertas en caso de presentarse las fallas y que los encargados puedan responder en el momento y evitar pérdidas de información y afectaciones en los equipos del área.

Para tener una mejor perspectiva del análisis de la información, se generan distintos reportes con el historial generado por la base de datos de todas las eventualidades que se presenten a lo largo de un determinado tiempo, pueden ser mostradas en cualquier momento que se necesite y de esta forma tener un mejor control sobre las situaciones que se estén presentando dentro del área de equipos. El propósito principal de esto, es que las personas no apelen a su memoria para determinar en qué momentos sucedieron las fallas, por el contrario, al contar con un respaldo sólido y confiable se cuenta con un resguardo importante que es una evidencia plasmable para las personas encargadas y de esta forma apoyar la toma de decisiones en el departamento, situación que beneficia la adquisición de equipos nuevos reemplazando a los equipos que no estén dando su mejor rendimiento, así como nuevos planes de mantenimiento y mejorar en las correcciones de las fallas presentadas a lo largo del tiempo. Con esto, se sientan las bases para que los encargados del área puedan justificar documentadamente las problemáticas que se presentan dentro del área, saber cuáles son las más comunes y en que épocas del año, para de esta forma crear los planes de mantenimiento necesarios y hacer las recomendaciones sobre lo que hace falta para que esas fallas no sigan ocurriendo e ir las disminuyendo poco a poco, además de tener la opción de reaccionar ante cualquier eventualidad en el momento justo en el que ocurre aunque no haya

personas presentes en el área, esto con el sistema de alertas que se genera al enviarse la notificación de algún parámetro fuera del rango establecido.

## **4.5 Etapa 5: Toma de decisiones**

Con la ayuda de las tablas de la base de datos, principalmente de la tabla de control de incidencias, se puede tener una perspectiva más clara de las situaciones presentadas en determinado tiempo y a lo largo de distintas temporadas, además de presentar la descripción de distintos problemas. Con esta información se pueden generar reportes más precisos, con lo cual se realiza una mejor toma de decisiones basada en el análisis de los datos y no en la experiencia o memoria de los encargados del área.

El análisis de esta información para la toma de decisiones, se convierte en un elemento básico para el desarrollo del área y para elevar el nivel de calidad del servicio y seguridad de la información.

Dentro del departamento se lleva a cabo una de las funciones más importantes para dar soporte al trabajo de todo el centro, que es la de respaldar el servicio de redes con acceso a internet, servidores de correo, páginas web y almacenamiento por lo que cualquier falla, puede afectar en mucho las labores de investigación y docencia. La experiencia indica que al momento de fallar uno de estos servicios, genera conflictos y desajustes en la planeación de las personas usuarias de los sistemas, aparte de que el mal funcionamiento de los equipos puede tener el desarrollo de las actividades de gran parte del personal. En esta institución en particular se puede considerar que una falla podría detener las actividades de entre un 40-80% del personal, si eso se convierte a dinero se puede ver la importancia de contar con un sistema de este tipo.

Los distintos equipos existentes dentro del área cuentan con un cierto ciclo de vida por lo que se debe estar pendiente de su funcionamiento constantemente, para poder brindar el mejor servicio a los empleados del centro, esta situación conlleva manejar los distintos parámetros externos, que pudieran afectar la productividad de los componentes. Estos equipos trabajan día y noche, durante los 365 días del año,

por lo que se requiere que el sistema de monitoreo esté a la par en el funcionamiento para no perder huella de los cambios que se puedan presentar en cualquier momento, sobre todo cuando en el área no se encuentran los encargados y es necesario reaccionar en el instante que se presente la eventualidad, evitando la pérdida de información, así como daños de los distintos equipos dentro del área.

Es deseable que la información almacenada, al menos tenga un año para tener un mejor nivel de análisis de los datos y realizar una mejor toma de decisiones. En este caso, no es necesario que se presenten fallas relevantes para poder tomar los datos, como aptos para ser considerados como un apoyo a la toma de decisiones, principalmente por el hecho de que se pueden llegar a distintas conclusiones, respecto al comportamiento de los datos a través del tiempo.

En primer plano, los reportes pueden ser generados por fecha específica, estableciendo un intervalo de fechas para ciertas temporadas, etc., además de poderse filtrar de acuerdo a un parámetro específico, para hacer análisis más concretos de cada uno de los parámetros de manera individual.

En este punto, los reportes generados (ver el anexo 2) sin que presente alguna falla significativa, apoyan a la toma de decisiones, con la observación del comportamiento de las señales a lo largo del período planteado, por ello, no siempre es necesario que se presenten grandes problemas para encontrar inconvenientes que pueden afectar las condiciones del área y los equipos. Esta información también se puede utilizar para ir afinando las condiciones de funcionamiento ideales. Un elemento importante que se monitorea es el voltaje, el cual puede presentar más variaciones o la interrupción y, como se ha mencionado anteriormente, es uno de los problemas más típicos y que influyen en la mayoría de las actividades en el centro.

#### **4.5.1 Retroalimentación**

A través de la base de datos del historial, se podrá analizar el comportamiento de las señales a través del tiempo, la cual indicará si existe la necesidad de hacer cambios dentro del área, establecer planes más concretos y confiables de mantenimiento o acción, así como la toma de decisiones sobre el remplazo o compra de equipos.

Aunado a lo anterior, se tendrán los envíos de alerta que apoyarán para responder en un tiempo menor a situaciones de fallas que se llegaran a presentar.

También la retroalimentación ayudará a determinar si el comportamiento de las señales dentro del área no está muy laxo o estrecho y poder decidir si los rangos establecidos han sido los adecuados. Dichos rangos, a pesar de tener un cierto margen donde las señales pueden oscilar y dar por hecho que tienen un comportamiento adecuado, tampoco deben estar disparando señales de manera continua, es decir, ser una constante en el funcionamiento, ya que si los parámetros están frecuentemente muy cercanos a los límites, esto significa que algo no está del todo bien y se debe revisar el área, para encontrar lo que está generando el problema o en su caso también poder ajustar los rangos, siempre que se establezcan con parámetros que no afecten a ningún equipo crítico.

## 5. RESULTADOS

En el capítulo anterior se llevó a cabo la construcción de un sistema piloto y se implementaron distintos métodos para que el sistema funcionara correctamente y mostrará los resultados de las condiciones ambientales y de voltaje, factores que resuelven la problemática planteada.

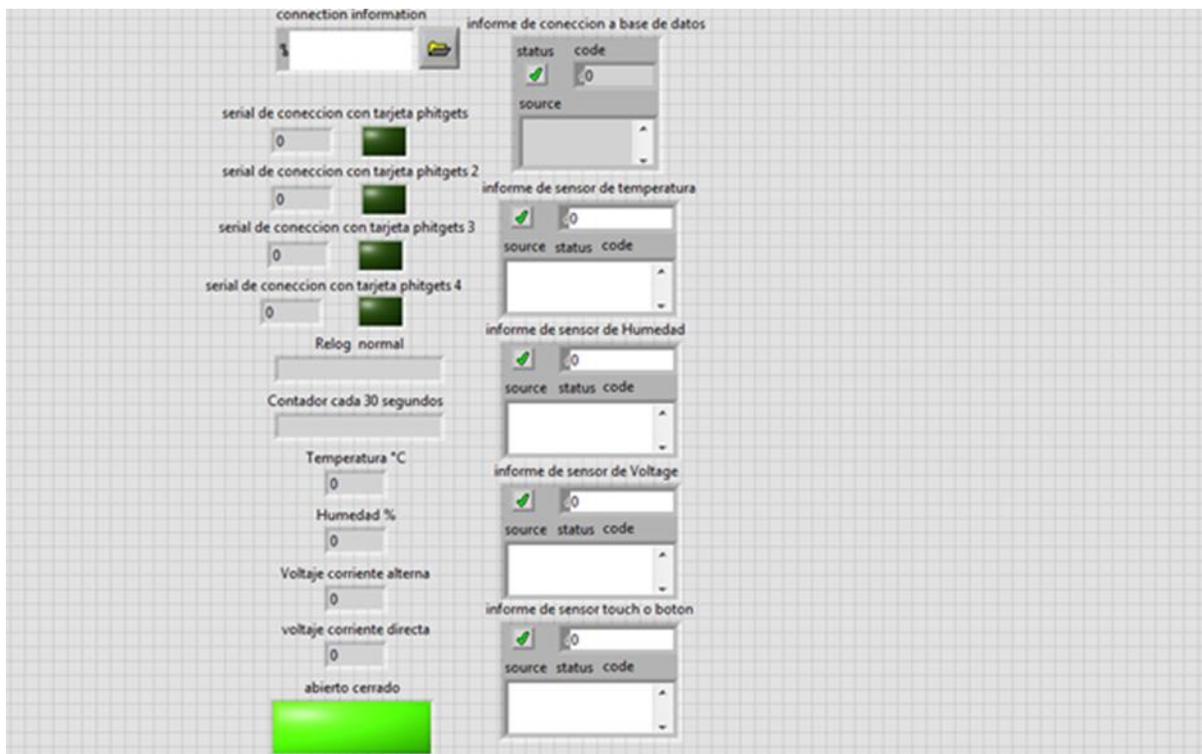
A continuación se muestran los resultados obtenidos, que sirven como base para la parte medular del proyecto, que es el apoyo a la toma de decisiones por medio de la conformación del historial conformado con los datos obtenidos del área monitoreada.

### 5.1 Pruebas preliminares

Al estar estructurado el sistema debidamente, se pueden realizar distintas pruebas preliminares para observar el funcionamiento tanto del software como del hardware y de esta forma tener un panorama más claro de lo que sucede y si hay mejoras por hacer, sobre todo si se están presentando fallas poder corregirlas en el momento.

El sistema está desarrollado con LabVIEW versión 2012 que, como ya se explicó, es la plataforma más común para este tipo de proyectos, lo cual facilita su uso. Los instrumentos físicos (tarjeta de adquisición de datos y sensores) usados son compatibles con este software, sólo se requiere descargar los controladores y las librerías disponibles en la página del fabricante. Con todos estos elementos se obtiene una interfaz funcional y disponible para hacer las pruebas pertinentes para revisar si el sistema cumple con los requerimientos solicitados.

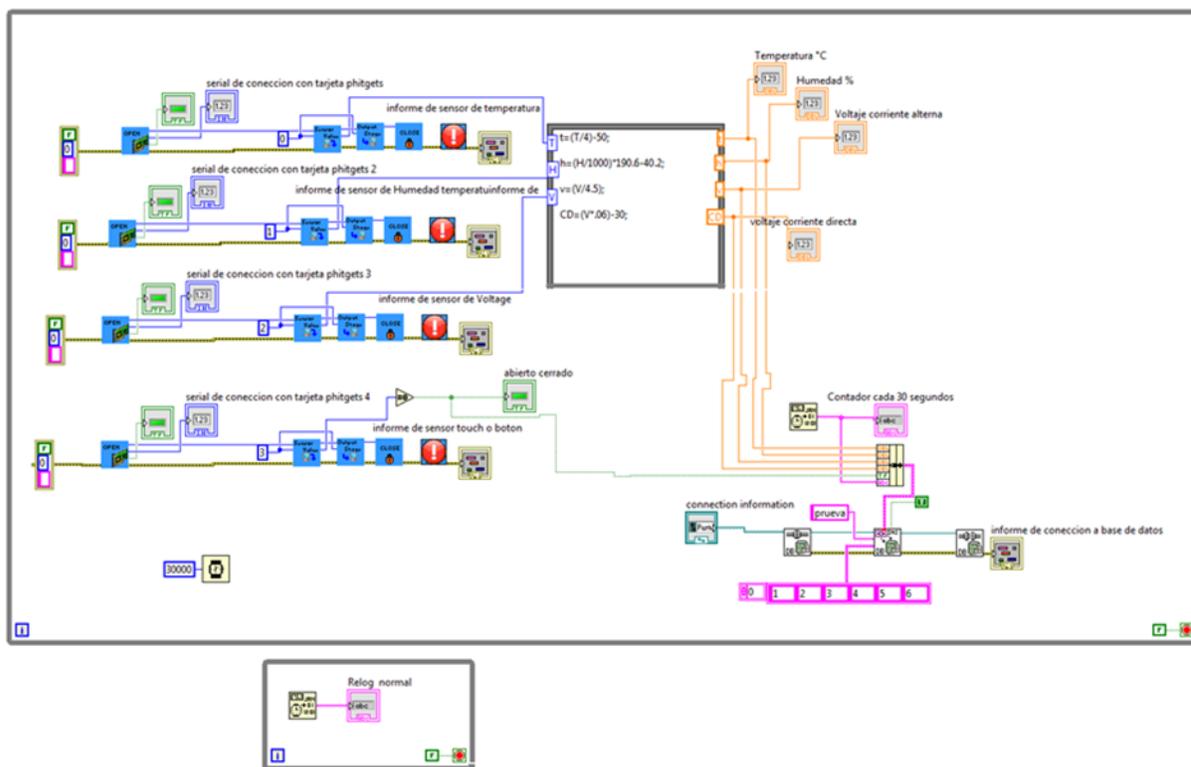
En la figura 5.1 se muestra el panel frontal de la interfaz del programa LabVIEW en donde se pueden visualizar los controles utilizados en la prueba.



**Figura 5.1.** Panel frontal del sistema de adquisición de datos, sin ejecutar.

En la figura 5.1 se pueden apreciar la ventana del panel frontal del sistema sin haber sido ejecutado, se encuentran los campos donde aparecerán los valores de las mediciones tanto de temperatura, humedad, voltaje de corriente alterna y corriente directa, así como el valor del sensor en la puerta que determina si se encuentra abierta o cerrada, además se puede observar el tipo de conexión que tendrán los sensores. Al lado derecho de la medición del sensor, se muestra la ventana de manejo de errores, que en caso de detectar algún tipo de error cambiaría la señal del estatus y enviaría el código del error detectado. Los valores que son ingresados por parte del sensor, se muestran en las unidades correspondientes.

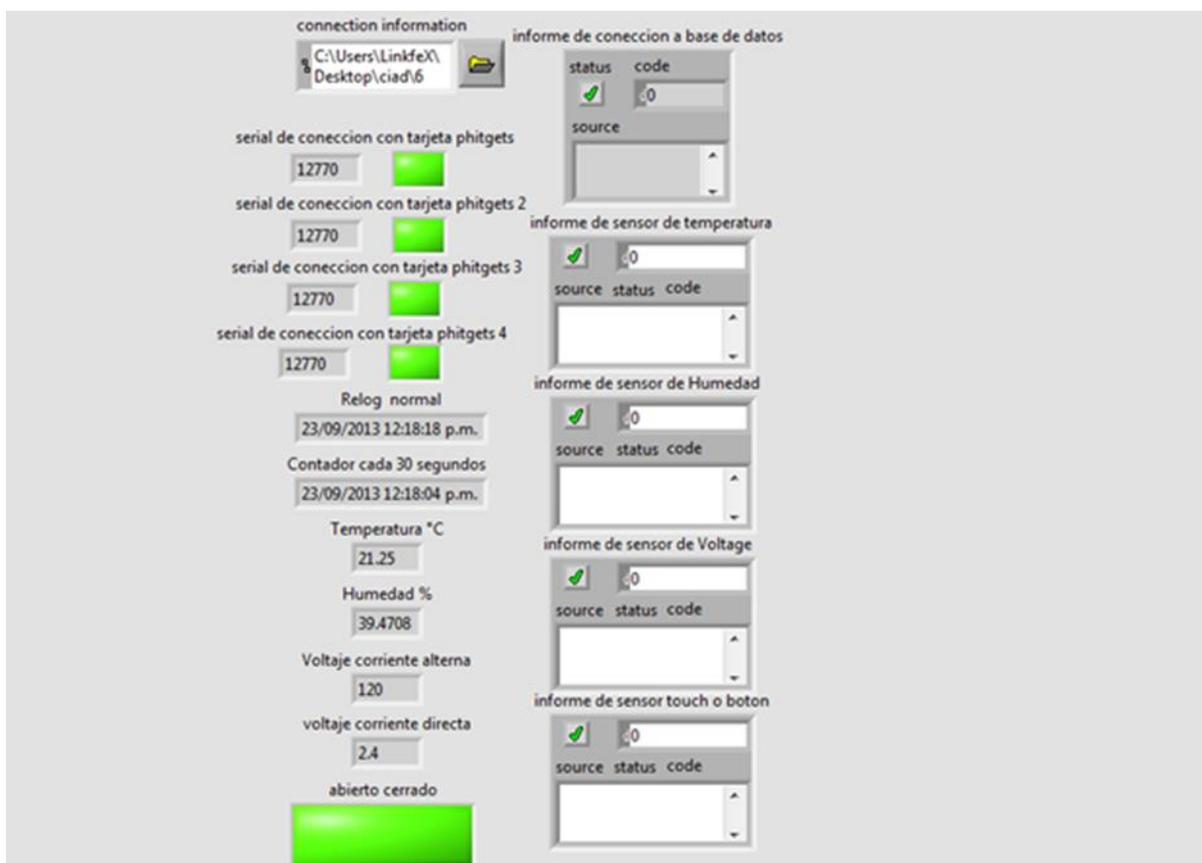
La conversión de los valores del sensor a las unidades requeridas, se hace por medio de distintas fórmulas proporcionadas en el manual de usuario, mismas que han sido explicadas anteriormente. Para que el sistema muestre este resultado, se agregan las fórmulas al diagrama de bloques de LabVIEW. En la figura 5.2 se puede observar el diagrama de bloques utilizada para esta prueba.



**Figura 5.2.** Diagrama de bloques del sistema.

Primero se deben abrir cada uno de los circuitos para después poder trabajar con ellos, en el diagrama se puede observar que los sensores utilizados, tienen sus propias librerías y códigos, por lo cual se facilita la programación. Además en cada uno de los circuitos, se indica la salida de la tarjeta de adquisición de datos, para que haga la lectura correcta. Otra parte importante es que las fórmulas son implementadas en el circuito, para que conviertan los valores del sensor a las unidades correspondientes y las muestren en un cuadro de texto cada vez que se haga una lectura.

En la figura 5.3 se observa el panel frontal pero con el sistema en ejecución leyendo los datos de los sensores de temperatura, humedad, corriente alterna y directa y movimiento, donde se indica si la puerta está abierta o cerrada.



**Figura 5.3.** Panel frontal del sistema de adquisición de datos en ejecución.

Se muestra en la figura 5.3 la panel frontal del sistema ejecutándose en tiempo real, donde ya se puede observar los distintos tipos de conexión, la hora y la fecha y los distintos valores capturados en el momento, para cada uno de los sensores, al mismo tiempo cada uno de los datos con un tiempo de 30 segundos están siendo enviados a la base de datos de Access y se están guardando para los reportes posteriores y su análisis.

En esta primera prueba piloto se obtuvieron satisfactoriamente los valores de los sensores, pero es necesario hacer mejoras al sistema para lograr los objetivos planteados en el proyecto.

## 5.2 Interfaz de usuario

La primera interfaz que tiene el usuario localmente es la del sistema LabVIEW donde se observan todas las incidencias que ocurren en tiempo real, este software puede ser consultado por las personas en la computadora instalada dentro del área en el horario de trabajo normal. Cuando no se encuentren en horario laboral, se pueden hacer consultas por medio de la página web, donde se pueden observar todos los parámetros que se están midiendo en tiempo real, así como también observar si no ha habido intromisión de personal no autorizado. Esta página web funciona principalmente como un control cuando las personas no estén en el área.

## 5.3 Conformación del historial

Después de realizarse la captura de datos de cada uno de los parámetros especificados para el monitoreo, éstos se muestran en una plataforma, donde los usuarios tendrán acceso a revisar las condiciones, en el momento en el que están sucediendo las incidencias. Los usuarios tienen también la facilidad de consultar el comportamiento de los parámetros en el área a través de internet, para tener una mayor cobertura del monitoreo y en caso de notar alguna cosa fuera de lo común, actuar de inmediato para resolver la problemática que se presente.

Lo anterior forma una parte muy importante del proyecto y ayuda a tener un mejor control de las condiciones del lugar, pero el enfoque real de lo que se quiere conseguir por medio de este sistema, es almacenar los datos de las señales que se capturan durante intervalos de tiempo regulares en la base de datos, la cual también pueda ser consultada en cualquier momento para hacer el análisis correspondiente.

El historial se crea por la acumulación de los datos en la base de datos del sistema, donde se guarda cada uno de los parámetros capturados con su respectiva fecha y hora, siendo esencial este punto para tener una mejor perspectiva de lo que está sucediendo.

La tabla 5.1 muestra un extracto de las 10 primeras lecturas almacenadas en la tabla, con los parámetros capturados a lo largo del intervalo de tiempo (1 minuto) establecido.

ID	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Voltaje Corriente Alterna (V)	Voltaje Corriente Directa (V)	Puerta	Fecha y Hora
1	17.25	43.66	114.88	1.02	False	01/10/2013 02:45:34 p.m
2	17.25	42.13	115.33	1.14	False	01/10/2013 02:46:34 p.m
3	17	40.23	115.77	1.26	False	01/10/2013 02:47:34 p.m
4	16.75	39.66	113.77	0.72	False	01/10/2013 02:48:34 p.m
5	16.5	39.28	115.55	1.2	False	01/10/2013 02:49:34 p.m
6	19.25	36.61	114.22	0.84	False	01/10/2013 02:50:34 p.m
7	25	36.42	114.66	0.96	False	01/10/2013 02:51:34 p.m
8	21.75	36.99	116.44	1.44	False	01/10/2013 02:52:34 p.m
9	21.25	36.99	115.33	1.14	False	01/10/2013 02:53:34 p.m
10	21.5	36.23	0	0	False	01/10/2013 02:54:34 p.m

**Tabla 5.1.** Tabla de datos capturados durante el monitoreo

Es importante evaluar la periodicidad de la captura de datos, ya que capturar y guardar cada segundo la información que se genera, tendrá como resultado una base de datos bastante extensa, máxime si el sistema es de un funcionamiento 24/7; por lo cual, establecer intervalos para cada una de las capturas es un aspecto importante y es necesario evaluar si es requerido tener un nivel de información que por lo regular no muestre una gran diferencia y que a la vez se convierta en una gran cantidad de información que sea difícil de analizar. El sistema debe funcionar sin pausas para que se puedan obtener todo tipo de señales en el área, además debe estar activo para actuar en caso de cualquier eventualidad y falla que se presente, para que de esta forma en primer lugar envíe las señales de alerta y que a la vez genere la información de las incidencias dentro de la base de datos.

En ese mismo sentido, las señales que no se pueden pasar por alto y siempre deben ser capturadas son todas aquellas estén fuera de los límites establecidos, teniendo de esta forma un control sobre todas aquellas fallas que se pudieran presentar, así como describir en el historial el origen de la misma y la forma en que se solucionó la problemática presentada. En la tabla 5.1 se pueden observar dos capturas que están marcadas, en una de ellas la columna Temperatura sobrepasa el límite y en la otra la columna Voltaje está por debajo del límite. Estos datos tendrán un trato diferente al

ser enviadas a la tabla de incidencias para tener el registro de lo sucedido y la posible solución.

En la tabla 5.2 se muestra el manejo que se le da a las incidencias que se presenten y cómo ayuda a la formación de un historial más completo.

ID	Fecha y Hora	Causas	Soluciones	Observaciones
7	01/10/2013 02:51:34 p.m	El aire acondicionado tiene fallas en su funcionamiento.	Se le llamó a las personas de mantenimiento para darle servicio.	El aire acondicionado debe tener servicio cada cierto tiempo, aun cuando no se apague.
10	01/05/2013 02:54:34 p.m	Corte de energía eléctrica en el centro, afectando al SITE.	Se habla con las personas de mantenimiento, indicando que un transformador había fallado y que ya sería reparado.	Al momento de corte de energía se debe aprovechar el tiempo que dan las UPS para apagar los servidores correctamente y estos no se dañen.

**Tabla 5.2.** *Tabla de manejo de incidencias*

En la tabla 5.2 se puede observar el registro de las señales que estuvieron fuera de los límites previamente establecidos en el sistema. La tabla de manejo de incidencias, es un apoyo para tener un control y un registro más preciso de las situaciones anormales que suceden en el área y ayuda a determinar las problemáticas más comunes que se presenten.

Presenta además la causa de la problemática en caso de ser detectada, así como las acciones que se llevaron a cabo para resolverlo y además anotar todas aquellas observaciones que sean de ayuda en un futuro que se sigan presentando las mismas anomalías.

El manejo de esta tabla de manejo de incidencias es esencial para que las incidencias muestren un origen y una solución, además de ser la base para la generación de reportes que ayudarán a la toma de decisiones en lo referente a los planes de mantenimiento y adquisición de equipos.

## **5.4 Señales de alerta por medio de correo electrónico**

Además del manejo de incidencias presentadas en la sección anterior que pudieran ver como señales asíncronas, se genera también una alerta en el momento de

suceder dicho problema, esto es por medio de mensajes de correo electrónico a las personas encargadas.

Principalmente, se requiere que el sistema envíe un correo electrónico con la información necesaria a la persona responsable del área para que pueda en su momento darse cuenta de que algún parámetro monitoreado está fuera de los límites establecidos y de esta forma poder responder a la problemática presentada.

El correo electrónico enviado, contiene información básica sobre cuál de los parámetros está presentando problemas, así como la fecha y la hora en que sucedió el incidente, para que el usuario tenga conocimiento del tiempo que lleva presentándose el problema. De la misma forma, se envía un correo electrónico al encargado para que llene los campos de la tabla de incidencias, para que se conforme el historial.

Los correos electrónicos a las personas encargadas, se deben manejar igualmente en intervalos de tiempo determinados, ya que una problemática puede prolongarse por un tiempo considerable y si el encargado no ha revisado su correo a tiempo, puede tener una saturación en su cuenta, por lo que se recomienda que si la problemática no se resuelve en un lapso muy largo, se repita el correo electrónico después de un intervalo de tiempo, con los datos correspondientes a la incidencia, y una vez resuelta y capturada debidamente en la tabla, se detenga el envío de correo. Las alertas por medio de correos electrónicos, pueden funcionar también como un apoyo a la toma de decisiones y como consulta de así ser requerido, debido a que los correos pueden quedar en la cuenta de los usuarios y contendrán la información suficiente para obtener cualquier dato que se necesite en el momento.

## 6. CONCLUSIONES

Una vez realizadas las distintas pruebas piloto que avalan que el sistema es viable, que funciona correctamente y está obteniendo los resultados deseados, se puede llegar a diversas conclusiones que son de gran valor para determinar la factibilidad de implementación dentro del área.

Primeramente, el sistema detecta correctamente todos los parámetros requeridos en esta etapa en el intervalo de tiempo programado para de esta forma establecer el monitoreo de una manera constante.

La interfaz donde se muestran los parámetros, ofrece información en tiempo real de las condiciones monitoreadas en el área y a la vez, ofrece la opción de poderse visualizar desde cualquier sitio desde donde se pueda ingresar a la página web donde se están mostrando los mismos parámetros en tiempo real. Con esta funcionalidad se tiene un mejor control del lugar teniendo un tiempo de reacción más inmediato, ante cualquier eventualidad para que sea resuelto a la mayor brevedad.

Con el almacenamiento de los parámetros, se crean los historiales necesarios para hacer el análisis de las condiciones que se presentaron en el área a través del tiempo y constituye una base sólida para la creación de los planes de mantenimiento necesarios para mejorar la productividad del personal del CIAD y la vida de los equipos. Esta parte del sistema, se convierte en algo esencial para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, ya que el tener una base de datos confiable, tiene como consecuencia una mejor calidad de los datos. La importancia del almacenamiento de los datos, no es necesariamente tenerlos guardados como algo histórico, si no el poder hacer que esos datos sirvan, como una herramienta importante para la toma de decisiones dentro del área.

En general, el sistema cumple una función con la cual no se contaba dentro del centro de cómputo y donde, históricamente se han presentado diversos problemas debido a la pobre calidad de los suministros de energía y otros servicios, cubriendo una parte importante en lo referente a la resolución de problemas, creación de planes

de mantenimiento, creación de bitácoras de incidencias y respuesta inmediata ante diversas situaciones.

## **6.1 Lecciones Aprendidas**

Principalmente, el saber que siempre es posible mejorar los procesos dentro de cualquier área de trabajo. Hoy en día, con ayuda de la tecnología muchos de estos procesos se facilitan y automatizan, el reto consiste en utilizar o adaptar los recursos tecnológicos para resolver los problemas que se nos presentan.

La tecnología es un rubro que día con día sufre cambios significativos y se mejora, aunque por otra parte, la tecnología puede ser funcional por largos períodos de tiempo, es por ello que, cuidar que los recursos tecnológicos funcionen bajo las mejores condiciones o las condiciones recomendadas, alarga su vida útil y reduce en gran medida la posibilidad de fallas.

Al escuchar sobre algún sistema de monitoreo de condiciones del entorno, siempre se nos viene a la mente lugares como invernaderos o lugares de difícil acceso, pero en este proyecto, se buscó dar un enfoque diferente, el cual fuera aplicable y sobre todo de una gran utilidad para los encargados del área de TIC, encontrando distintas soluciones tanto para el área misma, como para proyectos futuros dentro del CIAD.

La toma de decisiones es un elemento clave en el proyecto, es un proceso fundamental en cualquier área, en este caso, la generación de una base de datos con información confiable se convierte en un elemento muy importante para las decisiones que se pueden tomar en este caso en el área de TIC.

## **6.2 Recomendaciones**

Para cualquier proyecto, siempre es importante revisar y hacer un análisis de la problemática para tener mejores resultados, involucrar al personal usuario del sistema en el período del análisis para que se sienta parte del proyecto y aporte su conocimiento y experiencia para mejorar la propuesta.

En muchos proyectos no se cuenta con los recursos necesarios para llevarlos a cabo, entonces como investigador es necesario buscar alternativas y llevar a cabo pruebas piloto que sirvan para ir consolidando la idea general. Para este caso, no se tuvo acceso a todos los recursos como: sensores, tarjetas de adquisición de datos, programas de manejo, pero se buscaron elementos alternativos, posiblemente no fue posible obtener un prototipo que permitió evaluar la viabilidad del proyecto.

Finalmente, es importante dar a conocer los beneficios del sistema para que cada vez más las personas crean en él y lo adopten como propio para sus proyectos.

### **6.3 Trabajos Futuros**

El proyecto se dirigió al monitoreo del área de equipos de cómputo donde se encuentran los equipos que proveen de distintos servicios de cómputo, red y comunicaciones a todos los empleados del CIAD. En esta institución existen muchos laboratorios, los cuales cuentan con equipos especializados para diferentes procesos, equipos que en muchas ocasiones ejecutan procesos que requieren de varias horas o días de trabajo ininterrumpido, los cuales para el investigador son indispensables para sus proyectos. Actualmente no existe una forma de monitorear estos equipos en su funcionamiento, entonces este proyecto se pudiera aplicar en un futuro para mantener el monitoreo de equipos de laboratorio. Proyectos que utilizan técnicas, las cuales requieren de equipos como: espectrofotómetros, centrifugas o agitadores, refrigeradores de muy baja temperatura para preservar muestras, etc., los cuales requieren de mantener su funcionamiento ininterrumpido varias horas o días, son candidatos ideales para la aplicación del sistema de monitoreo.

Es necesario hacer una revisión en los laboratorios y platicar con los investigadores, para determinar cuáles equipos requieren ese tipo de cuidado y hacerles ver los beneficios de contar con un sistema como el propuesto en este proyecto, el cual los puede apoyar en su toma de decisiones y generará respuestas rápidas ante cualquier eventualidad, evitando pérdidas significativas en muestras, reactivos y horas de trabajo.

## 7. REFERENCIAS

Ali, J. y Kumar, S. 2011. Information and communication technologies (ICTs) and farmers' decision-making across the agricultural supply chain. *International Journal of Information Management*, 31, 149-159.

Ali Mostafapour, M., Rezaei, H. y Hoseine, S. 2012. The application of information technology and its role on entrepreneurs success. *Procedia Technology*, 1, 98-101

Bashir, N., Ahmad, H. y Bakar, M. 2011. An intelligent diagnostic system for condition monitoring of ageing glass insulators. *International Review on Modelling and Simulations (I.RE.MO.S)*, vol. 4 (5), 2512-2518

Cobo, J. 2009. El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. *Zer*, vol. 14 (27), 295-318

Estupiñan, E., Martín, C. S. & Solaligue, R. 2006. Diseño e implementación de un analizador virtual de vibraciones mecánicas. *Rev. Fac. Ing.- Univ. Tarapacá*, vol. 14 (1), 7-15

Genc, I., Diao, R., Vittal, V., Kolluri, S. y Mandal, S. 2010. Decision tree-based preventive and corrective control applications for dynamic security enhancement in power systems. *IEEE transactions on power system*, vol. 25 (3), 1611-1619

Hutt, A., Stuart, M., Suchy, D. y Westbrook, B. 2009. Employing virtualization in library computing: Use cases and lessons learned. *Information Technology and Libraries*, vol. 28 (3), 110-115

Iannuzzo, N. y Micangeli, A. 2012. Monitoring of large size solar thermal systems: design and data analysis. *Journal of Energy and Power Engineering*, 6, 1219-1225

- Jin, H., Xiang, G., Zou, D., Zhao, F., Li, M. y Yu, C. 2010. A guest-transparent file integrity monitoring method in virtualization environment. *Computers and Mathematics with Applications*, 60, 256-266
- Jin Jung, Y., Koo Lee, Y., Gyu Lee, D., Lee, Y., Nittel, S., Beard, K., Woo Nam, K. y Ho Ryu, K. 2011. Design of sensor data processing steps in an air pollution monitoring system. *Sensors*, 11, 11235-11250
- Joshi, C. 2012. Deployment of Information Technology in improving Knowledge Management Effect in Print Media(Newspaper, Meerut region). *International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE)*, vol. 4 (5), 829-837
- Kang, J. 2011. Development and application of real-time bridge scour monitoring system. *Engineering*, 3, 978-985
- Lee, S., Choi, D., Park, C. y Kim, S. 2008. An efficient key management scheme for secure SCADA communication. *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*, vol. 3, 458-464
- Lu, Y. y Ramamurthy, K. 2011. Understanding the link between information technology capability and organizational agility: an empirical examination. *MIS Quarterly*, vol. 35 (4), 931-954
- Mahmood, M. y Al-Naima, F. 2011. An Internet based distributed control systems: a case study of oil refineries. *Energy and Power Engineering*, 3, 310-316
- Moskowitz, H., Drnevich, P., Ersoy, O., Altinkemer, K. y Chaturvedi, A. 2011. Using real-time decision tools to improve distributed decision-making capabilities in high-magnitude crisis situations. *Decision Sciences Journal*, vol. 42 (2), 477-493

Ning, B., Cheng, X. y Wu, S. 2011. Research on centrifugal pump monitoring system based on virtualization technology. *Procedia Engineering*, 15, 1077-1081

Obara, P., Onchara, N. y Monchari, G. 2011. The facets and economic benefits of the information communications technology and innovations used by commercial banks in Kenya. *Problems of management in the 21<sup>st</sup> century*, vol. 2, 121-140

Oyola, J.S., Arredondo, C.A. & Gordillo, G. 2008. Desarrollo de prototipo de sistema de monitoreo en tiempo real del nivel de agua en ríos usando instrumentación virtual. *Revista Colombiana de Física*, vol. 40 (2), 371-375

Panfiloiu, G. y Leopa, A. 2010. Considerations on using the virtual instruments for the acquisition and analysis of experimental data from dynamic systems. *The Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati Fascicle XIV Mechanical Engineering*, 79-84

Poma, J., Tello, R. y Ruiz, E. 2007. Diseño de una estación virtual para el control de las perturbaciones que afectan la temperatura de los procesos industriales. *Diseño y Tecnología*, vol. 10 (1), 33-41

Rajesh, S. y Marimuthu, K. 2011. On-Line drill wear monitoring system through cutting current signals by using virtual instrumentation. *European Journal of Scientific Research*, vol. 56 (1), 51-60

Rahim, M., Khalid, H., Akram, M., Khoukhi, A., Cheded, L. y Doraiswami, R. 2010. Quality monitoring of a closed-loop system with parametric uncertainties and external disturbances: a fault detection and isolation approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 55, 293-306

Şahin, C., Bolat, E. y Karaçor, M. 2012. Development of OPC based SCADA system using Siemens CPU 224 for educational purposes. *E-Journal of New World Sciences Academy*, vol. 7 (2), 17-27

Santoso, D. 2010. A simple instrumentation system for large structure vibration monitoring. *Indonesian Journal of Electrical Engineering*, vol. 8 (3), 265-274

Shi, D., Axinte, D. y Gindy, N. 2006. Development of an online machining process monitoring system: a case study of the broaching process. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 34, 34-46

Soe, A., Naing, A. y Maung, M. 2008. Real-time monitoring of SCADA based control system for filling process. In: American Institute of Physics. *International Conference on Power Control and Optimization, Innovation in Power Control for Optimal Industry*, 209-215

Tovar, E. & Quiñones, C. 2008. Un instrumento virtual sencillo de adquisición de datos y control de temperatura para la determinación experimental de calores de vaporización. *Revista Colombiana de Física*, vol. 40 (2), 349-351

Umm-e-Habiba, Asghar, S. 2009. A survey on multi-criteria decision making approaches. *2009 International Conference on Emerging Technologies*, 321-325

Vazquez, S. 2010. Agro-Technology educational: Climatic data acquisition system for teaching. *Revista avances en sistemas e informática*, vol. 7 (2), 37-46

Vicente, J. y Olgúin, J. 2008. Adquisición de datos de un perfil de temperatura y sistema de monitoreo mediante aplicación Web. *Revista Espectro Tecnológico*, 1-11

Villarreal-Ortiz, R.A., Villanueva-Chávez, R.O., Suárez-Aparicio, H., Rodríguez-Zalapa, H., Ríos-Reyes, R. & Sámano-Avelar, I., Comité de computación del IEEE sección México, 2006. *Desarrollo de tarjeta de adquisición de datos utilizando LABVIEW*. Acapulco, Gro., 28 de nov – 3 de dic 2006. México.

## **8. ANEXOS**

### **8.1 Anexo 1. Hoja de especificaciones**



## Temperature Sensor



### Product Features

- Measures ambient temperature from  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+125^{\circ}\text{C}$ .
- The sensor is NOT Ratiometric.

### Designed to be used with:

- 1018 PhidgetInterfaceKit 8/8/8
- 1202/1203 PhidgetTextLCD with InterfaceKit 8/8/8

## Getting Started

### Installing the Hardware

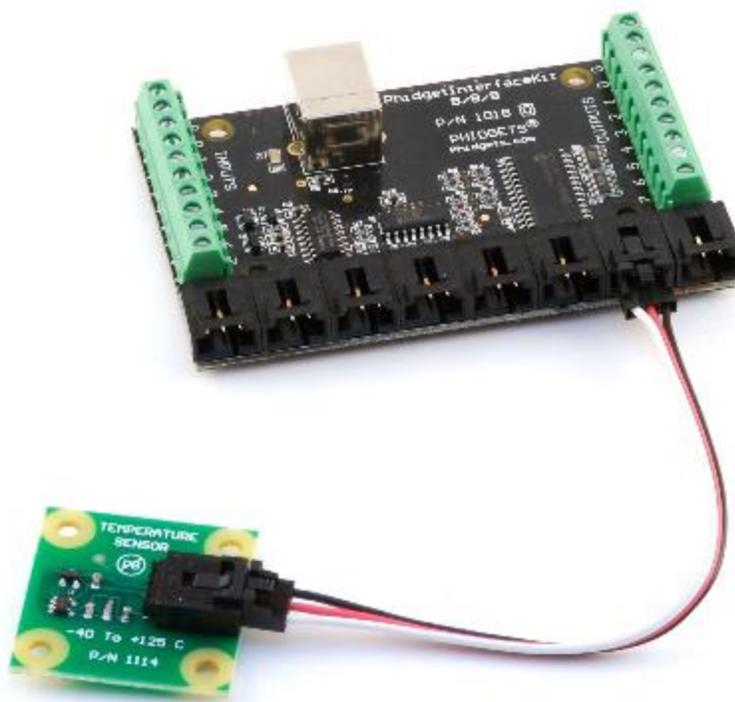
#### The Kit contains:

- A Temperature Sensor
- A Sensor Cable

#### You will also need:

- A PhidgetInterfaceKit 8/8/8 or a PhidgetTextLCD
- A USB Cable

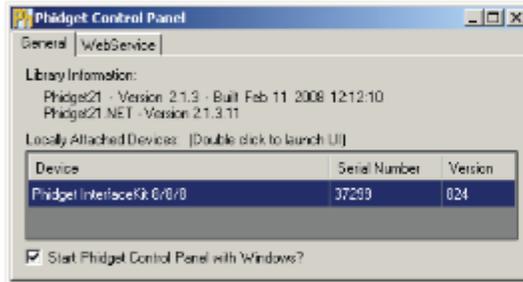
### Connecting all the pieces



Connect the Temperature Sensor to an Analog Input on the PhidgetInterfaceKit 8/8/8 board using the sensor cable.

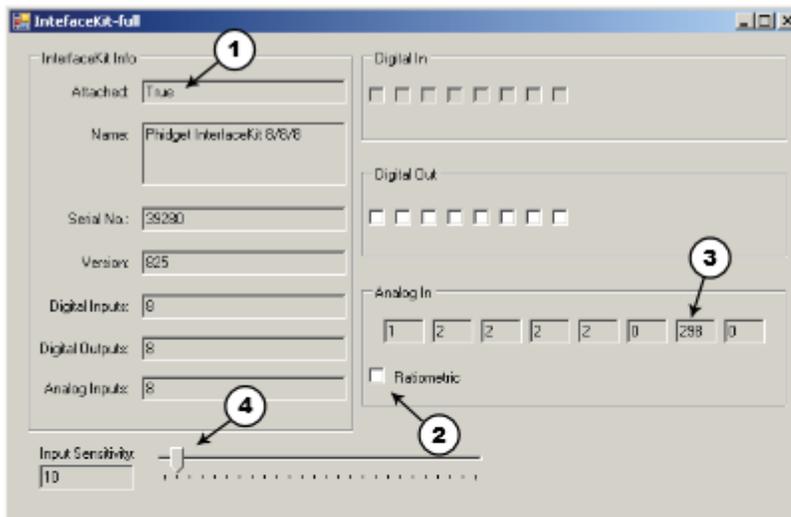
## Testing the Temperature Sensor connected to an InterfaceKit 8/8/8

### Using Windows 2000/XP/Vista



Double Click on the  icon to activate the Phidget Control Panel and make sure that the **Phidget InterfaceKit 8/8/8** is properly attached to your PC.

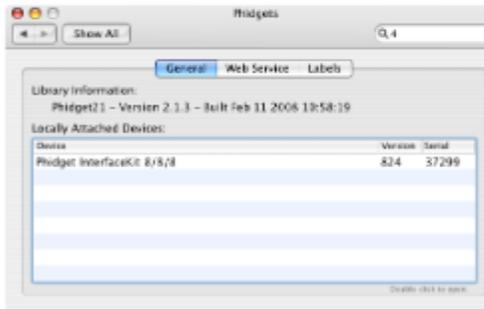
1. Double Click on Phidget InterfaceKit 8/8/8 in the Phidget Control Panel to bring up InterfaceKit-full and check that the box labelled Attached contains the word True.



2. Make sure that the Ratiometric box is NOT Ticked.
3. The Analog In box will display the ambient temperature: the value of 298 in the display is equal to 24.5°C.
4. You can adjust the input sensitivity by moving the slider pointer.

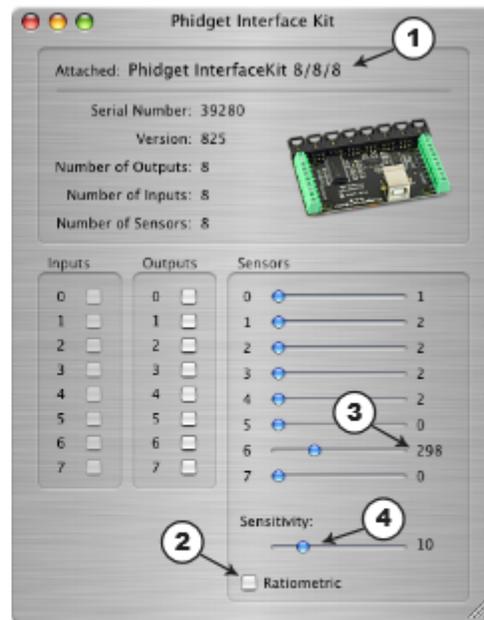
## Testing the Temperature Sensor connected to an InterfaceKit 8/8/8

### Using Mac OS X



Click on System Preferences >> Phidgets (under Other) to activate the Preference Pane. Make sure that the Phidget InterfaceKit 8/8/8 is properly attached.

1. Double Click on Phidget InterfaceKit 8/8/8 in the Phidget Preference Pane to bring up the Phidget Interface Kit Example and check that the Phidget InterfaceKit 8/8/8 is attached.
2. Make sure that the Ratiometric box is NOT Ticked.
3. The Sensors box will display the ambient temperature: the value of 298 in the display is equal to 24.5°C.
4. You can adjust the input sensitivity by moving the slider pointer.



## Technical Information

The Temperature Sensor measures ambient temperature from -40 to +125 degrees Celsius. This device is a precision temperature to voltage converter that outputs a voltage that is directly proportional to temperature.

### Formulas

The Formula to translate SensorValue into Temperature is:

$$\text{Temperature (}^{\circ}\text{C)} = (\text{SensorValue}/4) - 50$$

### Other Interfacing Alternatives

If you want maximum accuracy, you can use the RawSensorValue property. To modify the formula, substitute (SensorValue) with (RawSensorValue / 4.095)

If the sensor is being interfaced to your own Analog to Digital Converter (not a Phidget device), our formulas can be modified by replacing (SensorValue) with (Vin \* 200). It is important to consider the voltage reference and input voltage range of your ADC for full accuracy and range.

### Analog Input Cable Connectors

Each Analog Input uses a 3-pin, 0.100 inch pitch locking connector. Pictured here is a plug with the connections labeled. The connectors are commonly available - refer to the Table below for manufacturer part numbers.

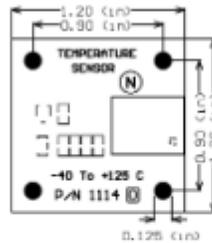


Cable Connectors		
Manufacturer	Part Number	Description
Molex	50-57-9403	3 Position Cable Connector
Molex	16-02-0102	Wire Crimp Insert for Cable Connector
Molex	70543-0002	3 Position Vertical PCB Connector
Molex	70553-0002	3 Position Right-Angle PCB Connector (Gold)
Molex	70553-0037	3 Position Right-Angle PCB Connector (Tin)
Molex	15-91-2035	3 Position Right-Angle PCB Connector - Surface Mount

Note: Most of the above components can be bought at [www.digikey.com](http://www.digikey.com)

## Mechanical Drawing

1:1 scale



## Device Specifications

Current Consumption	120uA
Output Impedance	1K ohms

## Product History

Date	Product Revision	Comment
September 2003	n/a	Product Release
August 2004	n/a	Analog input connector changed from stereo jack to 32-pin Molex

## 8.2 Anexo 2. Reporte



prueba2 martes, 19 de noviembre de 2013  
11:57:27 a.m.

Temp	Hum %	VAC	VCD	Puerta	Fecha/Hora
18.25	43.66	114.88	1.05	false	19/11/2013 11:45:34
18.75	42.33	115.33	1.14	false	19/11/2013 11:46:34
19.00	45.12	115.77	1.26	false	19/11/2013 11:47:34
19.25	39.66	113.77	0.97	false	19/11/2013 11:48:34
19.00	39.28	115.55	1.20	false	19/11/2013 11:49:34
19.25	36.61	115.20	1.05	false	19/11/2013 11:50:34
20.50	36.42	114.66	0.96	false	19/11/2013 11:51:34
21.75	36.99	116.44	1.44	false	19/11/2013 11:52:34
21.75	36.99	115.33	1.14	false	19/11/2013 11:53:34
21.50	36.23	115.32	1.12	false	19/11/2013 11:54:34