



**Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”
Facultad de Informática
Carrera de Ingeniería Informática**

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniería en Informática

Título:

“Sistema para la Calibración de Termorresistencias”

Autor:

Alejandro Vergara Fernández.

Tutores:

Lic. Maia Viera Cañive

Lic. Alejandro Díaz Núñez.

Cienfuegos, Cuba

Curso 2009 – 2010

Agradecimientos

- A mis padres por tanto amor y sacrificio y estar siempre presentes.
- A mi hermana por su cariño.
- A mi primo Orlando y su novia Rebeca por su ayuda durante todos estos años.
- A mis abuelos por su cariño y enseñanzas.
- A mis tías por estar siempre presentes.
- A Jorge Luis Lemus por su ayuda incondicional.
- A Luis, Roger, Vladimir y Orlando por su amistad y ayuda.
- A Viviana por su cariño y comprensión.
- A mis compañeros del cuarto 535 por todos los buenos momentos y ayuda.
- A mis compañeros de aula por los buenos momentos y ayuda en todos los momentos.
- A mis tutores por la atención que siempre me brindaron.
- A los profesores por los conocimientos transmitidos.
- A todos lo que de alguna forma me han brindado su ayuda.

Resumen

La presente investigación se basa en el desarrollo de un sistema de adquisición de datos a solicitud del Laboratorio de Temperatura de la Oficina Territorial de Normalización de Villa Clara (en lo adelante OTN VC), con el objetivo de automatizar y aumentar la exactitud de las mediciones realizadas en dicho laboratorio y el mejoramiento de la calidad en la prestación de servicios.

Las mediciones se realizan con un termómetro digital de fabricación norteamericana (Hart Scientific 1502) al cual le corresponde un software existente en el mercado mundial con un costo que oscila entre 1000 y 1200 dólares. Debido a razones económicas y a que dicho software es propiedad norteamericana el país no tiene acceso al mismo por lo que se pretendió desarrollar un software que se acercara más a la realidad del laboratorio en cuestión y superara la deficiencia que representa la ausencia de una herramienta informática para controlar las operaciones con el termómetro.

El sistema desarrollado permite tomar las mediciones que realiza el termómetro digital, tanto de los instrumentos de trabajo (termorresistencias a calibrar), como de las termorresistencias patrones (de la diferencia entre las mediciones del instrumento de trabajo y el patrón se realizará la calibración). Esto permitirá más exactitud en la toma de las mediciones, a la vez que se podrá aumentar el número de las mismas en el mismo intervalo de tiempo lo que permitirá mejores resultados y aproximarse a los del Instituto Nacional de Investigaciones Metrológicas (en lo adelante INIMET).

Con el período de prueba se pudo constatar la calidad y pertinencia del sistema basados en los criterios de los especialistas de la OTN VC. Con la explotación de dicha herramienta se disminuyó el tiempo de prestación de servicios del laboratorio y se elevó la calidad de la gestión de la información.

Índice

Introducción	5
I. Situación problemática.	6
II. Preguntas Científicas.....	7
III. Objetivos Específicos.....	7
IV. Métodos utilizados.....	8
V. Estructura de la tesis.....	8
Capítulo I: Fundamentación Teórica.	10
1.1 Introducción.	10
1.2 Análisis de los sistemas existentes.....	10
1.3 Calibración de termorresistencias de platino.	11
1.4 Equipo para la calibración de termorresistencias de platino.....	14
1.5 Operaciones previas.	15
1.6 Descripción general del laboratorio de ensayo de la OTN VC.	16
1.7 Situación actual del laboratorio de temperatura en la OTN VC.....	17
1.8 Descripción del objeto de automatización.....	17
1.9 Tendencias, metodologías y/o tecnologías empleadas en la investigación.	18
1.10 Conclusiones.....	22
Capítulo II: Modelo del Dominio.	24
2.1. Introducción.	24
2.2. Descripción del modelo de dominio.	24
2.3. Reglas del negocio a considerar.....	26
2.4. Conclusiones.	27
Capítulo 3: Modelo del sistema.	28
3.1. Introducción.	28
3.2. Descripción del Modelo del Sistema.	28
3.3. Modelación del modelo del sistema.	28
3.4. Diagramas de casos de uso del sistema.	31
3.5. Descripción de los casos de usos del sistema.	32
3.6. Construcción del sistema.	35
3.7. Principios de diseño del sistema.	39
3.8. Conclusiones.....	40
Capítulo 4 Estudio de factibilidad.....	42
4.1. Introducción.	42
4.2. Planificación.	42
4.3. Beneficios tangibles e intangibles.	47
4.4. Análisis de costos y beneficios.	47
4.5. Conclusiones.....	48
Conclusiones.	49
Recomendaciones.	51
Referencias Bibliográficas	52
Bibliografía.	53
Anexos.	54

Introducción

La OTN es la empresa encargada de todo el desarrollo de las investigaciones metrológicas en el territorio central, (Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spíritus y Ciego de Ávila). En dicho centro existen varios laboratorios que realizan las investigaciones y son los encargados de hacer cumplir las normas tanto nacionales como internacionales de todos los equipos que realizan mediciones en cualquier empresa o proceso del territorio.

En nuestro país existen sólo cinco centros como este y todos se rigen por el INIMET, en Ciudad de la Habana, el cual posee los mejores laboratorios del país y por consiguiente obtiene los resultados más exactos.

Debido a la necesidad de automatizar el proceso de calibración de termorresistencias en el laboratorio de temperatura de la OTN VC es que se va a desarrollar este sistema ya que es un proceso que requiere gran precisión y no cuentan con una herramienta informática que permita obtener los resultados deseados.

La temperatura, debido a que es una propiedad física que no se puede obtener directamente, como la masa o el volumen, sino que depende de las propiedades físicas de otros compuestos, y según los cambios que se observen en estos se calcula la temperatura. De aquí que sea necesario la utilización de metales como el platino y el cobre, los cuales se utilizan en las termorresistencias que van a ser los instrumentos empleados para la medición. Las termorresistencias no son sensores autogeneradores sino sensores de parámetros de control variable, se le conduce una corriente específica y luego se mide el voltaje en el circuito (Ley de Ohms), según aumente la temperatura, aumenta la resistencia, por lo que es necesario convertir esa resistencia (Ω), en temperatura ($^{\circ}\text{C}$), según establece la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (en lo adelante EIT 90). Este proceso introduce gran cantidad de errores, de aquí que la principal tarea de este laboratorio sea la calibración de estos instrumentos de medición.

I. Situación problemática.

Para la calibración de termorresistencias es necesario cumplir con las normas internacionales de temperatura (EIT-90), el jefe de laboratorio tiene que regirse por dichas normas y utilizar las fórmulas y métodos en ellas establecidas, solo de esta forma el proceso tiene validez.

El país no cuenta con un software profesional para tomar las mediciones del termómetro digital, por lo que es necesario tomarlas a mano e introducirlas en tablas Excel. Hay que realizar primero la calibración del termómetro digital, y posteriormente del instrumento de trabajo, utilizando una termorresistencia patrón. El proceso de calibración va a consistir principalmente en el cálculo del error del instrumento de trabajo, que no es más que la diferencia entre el promedio de los valores de temperatura del instrumento de trabajo y los del patrón. Para verificar la calidad del resultado se realizarán varios cálculos dentro de los cuales se halla la incertidumbre, parámetro asociado al resultado de una medición, necesario en todos los procesos de calibración.

Cada termorresistencia debe ser calibrada por lo menos cada 1 año, pero no existe un registro digitalizado que lleve los datos de cada una, haciéndose necesario buscar la información en grandes cantidades de hojas, a esto se añade que dado el grado de precisión que es necesario alcanzar, los números con los que se trabajan tienen varios lugares después de la coma; por estas razones el trabajo se torna muy tedioso, complicado y se introduce gran cantidad de errores, provocando la ineficiente gestión y organización de la calibración de termorresistencias en el laboratorio.

Teniendo en cuenta la situación problemática anterior, se define el problema científico: ¿cómo elaborar un sistema que automatice el proceso de calibración de termorresistencias en el laboratorio de temperatura en la OTN en Santa Clara?

En correspondencia con lo anterior, el objetivo general: de la investigación es elaborar un sistema que automatice el proceso de calibración de termorresistencias en el laboratorio de temperatura en la OTN en Santa Clara.

Como objeto de estudio se definió la automatización de la gestión del laboratorio de temperatura de la OTN VC y como campo de acción: la realización de una

herramienta informática para la calibración de termorresistencias en el laboratorio de temperatura.

II. Preguntas Científicas

Las **preguntas científicas** que guiarán el desarrollo de la investigación, son:

- ¿Cuáles son las tecnologías y herramientas que mejor se ajustan para darle solución al problema planteado?
- ¿Cuáles son las principales características de los procesos y la información que gestiona el laboratorio de temperatura de la OTN VC?
- ¿Cómo diseñar e implementar un sistema automatizado para la calibración de termorresistencias en el laboratorio de temperatura de la OTN VC?
- ¿Cómo valorar la calidad y pertinencia del sistema automatizado para la calibración de termorresistencias en el laboratorio de temperatura de la OTN VC?

III. Objetivos Específicos

- Hacer una revisión bibliográfica de las mejores herramientas y tecnologías para la comunicación con el termómetro digital y la gestión de los datos reportados.
- Caracterizar la estructuración del laboratorio de temperatura, sus procesos y la información que se gestiona.
- Diseñar e implementar un sistema automatizado para la calibración de termorresistencias.
- Valorar la calidad y pertinencia del sistema automatizado para la calibración de termorresistencias.

En el desarrollo de la investigación se **defiende la siguiente idea:**

La realización de un sistema que informatice el proceso de calibración de termorresistencias en el laboratorio de temperatura en la OTN VC estructurará y organizará la información así como agilizará el flujo de trabajo según las normas internacionales de temperatura.

IV. Métodos utilizados

Del nivel teórico: el sintético-analítico, deductivo-inductivo, en la revisión de documentos, objeto de estudio y el arribo de conclusiones. El histórico lógico para el estudio de las diferentes tendencias y enfoques con que se ha abordado la temática sobre la automatización de la gestión de la información a nivel mundial y en el ámbito nacional.

Métodos empíricos: entrevistas individuales al Jefe del laboratorio de temperatura, a su homólogo en Ciudad de La Habana y especialistas del INIMET.

Análisis de documentos: para obtener información acerca del proceso de recopilación, procesamiento y entrega de la información derivada de la labor del laboratorio de temperatura de la OTN.

Consulta a especialistas para valorar la calidad y pertinencia del sistema automatizado para la calibración de termorresistencias en el laboratorio de temperatura de la OTN.

El **aporte práctico** del trabajo es obtener una aplicación que facilite la gestión de la información en el laboratorio de temperatura de la OTN en Santa Clara que permita reducir la pérdida de información por deterioro de documentación, minimizar los errores asociados al trabajo manuscrito y duplicado de los datos y obtener una información con mayor rapidez y confiabilidad.

V. Estructura de la tesis

La tesis se estructura en cuatro capítulos y 27 epígrafes, así como conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, bibliografía y anexos.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

Recoge los antecedentes teóricos que se necesitan para explicar en detalles cómo surge y de qué se encarga el presente trabajo. Incluye un marco conceptual sobre la gestión de la información y una descripción de los lenguajes de programación a utilizar para la implementación del sistema; las herramientas utilizadas para el diseño de la interfaz gráfica y el trabajo con Bases de Datos. Además se abunda sobre la metodología Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP) a través de la

notación gráfica Lenguaje Unificado de Modelación (UML) utilizada para realizar el análisis y el diseño del sistema.

Capítulo 2: Modelo del dominio.

Se realiza un análisis del funcionamiento de la entidad, con el fin de describir los procesos existentes y observados en el laboratorio de temperatura de la OTN. De esta forma se realiza una descripción detallada de las reglas del negocio; que el objeto de automatización debe seguir para asegurar el cumplimiento de las restricciones que existen en el dominio.

Capítulo 3: Modelo del Sistema.

Se describe y analiza el modelo de sistema del objeto de automatización sobre la base de las especificaciones de la metodología RUP. Se identifican los requerimientos funcionales y no funcionales, se definen a los actores del sistema y a los servicios o funcionalidades que a su disposición se colocan (los casos de uso del sistema). Además, se plantean y detallan una serie de diagramas que nos ayudan y guían en la implementación del modelo de sistema, como son: el diagrama de casos de uso del sistema, el diagrama de clases del diseño, el diagrama del modelo físico y lógico de datos y el diagrama de implementación.

Capítulo 4: Estudio de la factibilidad. Se describe la calidad y pertinencia de la aplicación relacionado con la planificación, los costos y los beneficios tangibles e intangibles.

Capítulo I: Fundamentación Teórica.

1.1 Introducción.

En este capítulo se describe el objeto de estudio del sistema para la calibración de termorresistencias en el laboratorio de temperatura de la OTN VC, así como la situación problemática que rige esta investigación, además de presentar definiciones, ventajas, utilidades y características específicas que reflejan las potencialidades de su utilización.

Se abordan los sistemas automatizados existentes que se ajustan al campo de acción. Se realiza un estudio sobre las metodologías, tecnologías y herramientas que se puedan emplear para la solución de dicho problema.

1.2 Análisis de los sistemas existentes.

A nivel internacional la calibración de termorresistencias es un proceso altamente industrializado y los países desarrollados como Estados Unidos, Alemania y Rusia poseen laboratorios con tecnologías muy avanzadas por lo que los resultados que obtienen poseen una gran exactitud y constituyen un punto de referencia.

Este proceso está totalmente digitalizado y existe un software profesional en el mercado internacional, pero debido a su alto costo y a que es propiedad norteamericana es imposible para nuestro país poder utilizarlo.

En Cuba no existe ningún software que realice las calibraciones y procese toda la información que se genera. Las herramientas utilizadas son tablas Excel para realizar todos los cálculos y la información se almacena en hojas impresas. Con la utilización de estas herramientas los laboratorios del país obtienen resultados que cumplen con los requerimientos especificados por las normas internacionales de temperatura pero es indudable que con la utilización de bases de datos y un sistema más amigable con el usuario, los resultados serían mejores y se humanizaría el trabajo.

1.3 Calibración de termorresistencias de platino.

El presente procedimiento tiene por objeto dar a conocer los métodos y la sistemática necesaria para realizar la calibración de termorresistencias de platino por comparación en medios isoterms de temperatura controlada. Estos instrumentos para la medida de la temperatura (termómetros) están descritos en la norma cubana: NC: 90-14-12.

Antes de comenzar la calibración se realizan las medidas de la resistencia en el punto triple del agua de los instrumentos, para comprobar la estabilidad de las sondas durante la calibración, y tenerlo en cuenta como una contribución a la incertidumbre y posteriormente se realizan las mediciones de los instrumentos de trabajo y patrón.

El primer paso para realizar la calibración es darle a las termorresistencias los valores de temperatura en los que se va a realizar la calibración, por ejemplo; si se quiere calibrar una termorresistencia en el rango entre 0°C y 200°C, se utilizarán los medios isoterms (los medios isoterms de temperatura controlada empleados son baños de líquido, que cubren un rango de temperaturas de -80°C a 420°C) para que las termorresistencias (tanto el instrumento a calibrar como el patrón) realicen las mediciones en 0°C, 100°C y 200°C, en cada uno de estos puntos se tomarán varias mediciones (mientras más se realicen los resultados serán más confiables).

Para tomar las mediciones el sistema tomará los valores de resistencia que el termómetro digital va enviando a la computadora a través de una conexión RS232 por el puerto COM a una velocidad de 2400 baud rate y los irá almacenando. El usuario deberá especificar el tiempo en que el sistema estará tomando lecturas y el intervalo de tiempo en que el mismo tomará una lectura: el sistema toma el último valor de lectura almacenado y luego convertirá cada valor de resistencia tomado, lo convertirá a grados celcius y guardará estos datos para luego realizar la calibración.

La calibración se hará calculando la diferencia entre el promedio de los valores de temperatura del instrumento a calibrar y los de la termorresistencia patrón. Por último se calcula la incertidumbre, que por su importancia y complejidad será abordada más adelante. Además es importante mostrar otros cálculos que ayudan a comprender el proceso y muestran la calidad del mismo como la estabilidad del baño (como

diferencia entre los valores transformados a temperatura), los picos en las lecturas, la desviación estándar, entre otros.

Podemos definir **la calibración** como un conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por patrones[2].

Los resultados de una calibración pueden consignarse en un documento denominado certificado de calibración o informe de calibración. Los mismos permiten atribuir a las indicaciones que se le realizan a cada instrumento a calibrarse los valores correspondientes, o bien determinar las correcciones a aplicar en las indicaciones. Una calibración puede también servir para determinar otras propiedades metrológicas tales como los efectos de las magnitudes de influencia.

Medidas en los puntos de calibración.

Los puntos de calibración se distribuyen uniformemente en el rango de calibración de la resistencia termométrica. Teniendo en cuenta que las funciones de desviación de -80°C a 420°C se expresan mediante ecuaciones cuadráticas, sólo serían necesarios 3 puntos para obtener las constantes por interpolación. Sin embargo, es deseable obtener medidas en más puntos y calcular, por ajuste o aproximación, las constantes que minimicen el error cuadrático. Se seleccionan al menos 5 puntos, dependiendo de la exactitud buscada y del tamaño del intervalo de medida.

La calibración se comienza a la temperatura más baja del rango en el que se va a calibrar la termorresistencia. La secuencia de calibración se realiza tomando lecturas primero del patrón, a continuación la termorresistencia a calibrar, repitiendo luego las lecturas.

Antes de cambiar la consigna del baño (cambiar la temperatura del medio isoterma) al siguiente punto de calibración es necesario comprobar que la estabilidad y la uniformidad en el baño durante la toma de los datos son menores que los valores obtenidos en la caracterización del mismo. Si las medidas no cumplen estos criterios se rechazarán y se repetirá el ciclo. Si no es posible obtener valores más pequeños de uniformidad y de la estabilidad, se aumentará la incertidumbre de acuerdo con los

valores obtenidos, y se estudiará la fuente del problema, analizando la caracterización del baño, y el estado de los patrones. Se realizará la secuencia antes descrita en cada punto de calibración.

Repetitividad de un instrumento de medida.

Aptitud de un instrumento de medida para dar indicaciones muy próximas durante la aplicación repetida de éste en las mismas condiciones de medida.

Estas condiciones comprenden:

- Reducción al mínimo de las variaciones debidas al observador.
- Mismo procedimiento de medida.
- Mismo observador.
- Mismo equipo de medida, utilizándolo en las mismas condiciones.
- Mismo lugar.
- Repetición durante un corto período de tiempo [3].

Incertidumbre de medida.

Parámetro asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores.

El parámetro puede ser, por ejemplo, una desviación típica (o un múltiplo de ella) o el semirango de un intervalo con un nivel de confianza dado.

La incertidumbre de medida comprende, en general, varios componentes. Algunos de estos componentes pueden determinarse a partir de la distribución estadística de los resultados de series de mediciones y pueden caracterizarse por desviaciones típicas experimentales. Otros componentes, que también pueden ser caracterizados mediante desviaciones típicas, se evalúan suponiendo determinadas distribuciones de probabilidad, basándose en la experiencia que se posee en otras informaciones.

Se entiende que el resultado de una medición es la mejor estimación del valor real de resistencia, y que todas las componentes de la incertidumbre, incluyendo aquellas procedentes de efectos sistemáticos, tales como las asociadas a correcciones y a patrones de referencia, contribuyen a la dispersión [2].

1.4 Equipo para la calibración de termorresistencias de platino.

Cuando se quiera alcanzar el mayor grado de exactitud, la medida de la resistencia de los termómetros se deberá realizar utilizando un puente comparador de resistencias (en nuestro caso el termómetro digital 1502). La exactitud requerida para estos equipos debería ser de al menos $0.001\text{m}\Omega$.

Medios isoterms.

Los medios isoterms son baños de temperatura controlada, que cubren el rango de calibración de los termómetros de resistencia de platino. Como fluidos termostáticos para distintos rangos se pueden emplear:

- a) Alcohol etílico de $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- b) Agua de $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- c) Aceites de silicona de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $300\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Dependiendo del tipo cubren distintos intervalos dentro de este rango).
- d) Sales (Nitrato potásico, Nitrato sódico, Nitrito sódico en distintas proporciones) de $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ [4].

Termorresistencia de platino patrón.

Sensor de temperatura definido en la EIT-90 como elemento de interpolación en el rango de temperatura que va desde el punto triple del hidrógeno ($13,8\text{ K}$), hasta el punto de solidificación de la plata ($961,78\text{ }^{\circ}\text{C}$). Las condiciones que debe reunir una resistencia termométrica de platino para ser considerada patrón están especificadas en la EIT-90. Debe estar fabricada con platino de alta pureza, exenta de cualquier tensión y satisfacer las condiciones siguientes:

- a) $W(-38,8344\text{ }^{\circ}\text{C}) \leq 0,844235$.
- b) $W(29,7646\text{ }^{\circ}\text{C}) \geq 1,11807$.

Siendo $W(T_{90}) = R(T_{90})/R(273,16\text{ K})$. (EIT-90)

$R(T_{90})$ - Valor medido de la termorresistencia.

$R(273,16\text{ K})$ - Valor de resistencia que mide la termorresistencia a esa temperatura ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) [4].

Resistencia termométrica de platino industrial.

El elemento sensible (que reacciona ante los cambios de temperatura) se monta dentro de una cubierta protectora existiendo gran variedad de modelos. Estos sensores tratados térmicamente se pueden aproximar a la EIT-90 dentro de ± 10 mK desde -40°C hasta 420°C , las mejores estabilidades conseguidas son de ± 5 mK estando los valores normales entre ± 10 mK y ± 50 mK [1].

Medida de las condiciones ambientales.

Los requerimientos en cuanto al control y medida de las condiciones ambientales no son estrictos. Es aconsejable utilizar equipos con incertidumbres menores de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ para la medida de la temperatura y $\pm 5\%$ para la medida de la humedad relativa [5].

1.5 Operaciones previas.

Antes de comenzar el proceso de calibración es necesario realizar una serie de operaciones previas que garanticen el adecuado funcionamiento de los equipos.

- 1) Se inspeccionarán las termorresistencias a calibrar para comprobar que se encuentran debidamente identificados: marca, modelo y número de serie, en caso de no disponer de estos datos siempre es posible identificar el equipo con el código asignado por el usuario, o con un código único que asigne el laboratorio, intentando que aparezca en un lugar visible del termómetro, por ejemplo, mediante una etiqueta adhesiva.
- 2) Se comprobará que la termorresistencia a calibrar se encuentra en buen uso, es decir no presenta defectos que pudieran condicionar el resultado de las calibraciones como golpes, deformaciones, malos contactos o roturas de los hilos de conexión, entre otros.
- 3) Se comprobará que las condiciones ambientales del laboratorio antes y durante la calibración se encuentran dentro de los límites establecidos por el laboratorio, por ejemplo $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $<70\%$ de humedad relativa. Si las condiciones se

salen de los límites establecidos se analizará su influencia en el resultado de la calibración.

- 4) Se conectarán los equipos electrónicos, como el termómetro digital, con anterioridad, respetando los tiempos de estabilización indicados en los manuales suministrados por el fabricante, o en su defecto por los establecidos por el laboratorio, por ejemplo, al menos 2 horas.
- 5) Se comprobará que las condiciones de operación del termómetro digital son las adecuadas para realizar la calibración y son las mismas que las utilizadas en su calibración, por ejemplo, intensidad de la corriente, sensibilidad, ancho de banda, rango, etc.

1.6 Descripción general del laboratorio de ensayo de la OTN VC.

El principal objetivo de laboratorio de ensayo de temperatura de la OTN consiste en calibrar y/o verificar los equipos de medición de temperatura utilizados en la región tanto en procesos industriales como en cualquier otra función y que cumplan tanto con las normas internacionales de temperatura como con las nacionales, establecidas por el Instituto Nacional de Investigaciones de Normalización (ININ).

Dentro de los equipos que son calibrados y verificados están los termómetros de líquido en vidrio, manométricos, bimetales, digitales y controles de temperatura. Es importante utilizar la norma de temperatura correcta en cada caso y ser muy rigurosos en cada paso realizado en el proceso para obtener resultados acordes a las normas de calidad.

Para la realización de estas tareas el laboratorio cuenta con equipos que pueden medir temperatura en un rango entre -30°C y 1200°C , además de termorresistencias patrón, termopares patrón, indicadores digitales y puentes de resistencia, con los cuales se asegura la toma de mediciones correctas y la validez de los procesos.

1.7 Situación actual del laboratorio de temperatura en la OTN VC.

El equipamiento con que cuentan está constituido por dos termómetros digitales Hart Scientific, uno modelo 1502 y otro 1521, con los cuales se toman los valores de las lecturas tanto de la resistencia patrón como de la que se va calibrar en cuestión, aunque el más utilizado es el 1502 y es el que vamos a utilizar en esta aplicación, otro instrumento importante para tomar las lecturas son los medios isotermos (baños de líquido), se utiliza para sumergir las resistencias en líquido (agua, alcohol u otro de los indicados en las normas o instructivos), y darles los valores de temperatura en que se quiera realizar la calibración, es importante destacar que solo cuando se alcance la estabilidad del baño (que se mantenga el valor de temperatura especificado) se procederá a la toma de las lecturas. El laboratorio cuenta también con patrones, calibrados por el INIMET.

Los medios informáticos con que cuentan a pesar de lograr buenos resultados no son los más idóneos, esto se debe a que tienen que tomar las lecturas de forma manual lo que constituye una fuente importante de introducción de errores, para luego realizar los cálculos y gráficas en tablas Excel, de ahí que se hace necesario una herramienta informática más potente, capaz de automatizar el proceso, que reduzca al mínimo la principal fuente de errores que es el factor humano y además haga del procesamiento de los datos y el manejo de la información mucho más sencilla para el usuario.

1.8 Descripción del objeto de automatización.

Con el sistema propuesto se pretende automatizar el proceso de calibración de termorresistencias en el laboratorio, es decir, el sistema permitirá mejorar los indicadores de eficiencia con la reducción de tiempos de respuesta a las peticiones de información. Reducirá significativamente los errores asociados con la recopilación de los datos, así como aumentará la seguridad y confiabilidad en los mismos.

La aplicación contará con una serie de cálculos, que incluyen todos los establecidos por las normas internacionales de temperatura tales como la conversión de los valores de resistencia (Ω) a temperatura ($^{\circ}\text{C}$), la estabilidad, el error, la incertidumbre entre otros.

El sistema creará de forma automática, con la facilidad de ser impresos, todos los informes que se archivan actualmente en el laboratorio. Además incluirá reportes estadísticos de forma gráfica y tabular para facilitar el análisis y comprensión de los procesos realizados.

1.9 Tendencias, metodologías y/o tecnologías empleadas en la investigación.

Visual Studio 2005.

El IDE Visual Studio 2005 ofrece muchas facilidades para el desarrollo de aplicaciones. Dentro de las principales razones que se tuvieron en cuenta para su utilización en este trabajo están:

- Posee la componente serial port, la cual facilita mucho el trabajo en la comunicación con el puerto COM.
- Configuración del entorno de desarrollo integrado (IDE). Los valores de configuración predefinidos están compuestos por una serie de personalizaciones realizadas en el entorno de desarrollo integrado basadas en distintos tipos de actividades de desarrollo y en personalizaciones del usuario. Estas incluyen configuraciones de ventanas, la visualización u ocultación de los comandos de menú, cambio en los nombres de los menús y de los botones de menú, métodos abreviados de teclado y cambio de las opciones predeterminadas de las herramientas.
- Administración del diseño de ventanas. Esta versión incluye comentarios visuales mejorados para el acoplamiento de las ventanas.
- Página de inicio: La nueva Página de inicio posee cuatro áreas de información independientes: Abrir proyecto existente, Introducción, Noticias y Titulares. Como en versiones anteriores, puede abrir los proyectos modificados recientemente o crear rápidamente nuevos proyectos, así como ver ciertos temas de Ayuda. También tiene acceso a la información de productos y eventos de Microsoft.
- Integración de la comunidad. Posee un nuevo menú que facilita el acceso a los recursos en la comunidad de desarrolladores denominado Comunidad. Este permite publicar preguntas en los grupos de noticias de MSDN, obtener

acceso a útiles sitios web y buscar en pantalla componentes para utilizarlos en las aplicaciones.

- Editor de texto. Visual Studio proporciona segmentos de código de ejemplo listos para insertar en los proyectos. Etiquetas inteligentes para realizar tareas comunes que se aplican al contexto del trabajo como corregir algunos errores. Autorrecuperación, esta función guarda automáticamente los archivos que contengan cambios cada cinco minutos, si el IDE se cierra inesperadamente los archivos con cambios podrán recuperarse.
- Proyectos soluciones y elementos. Visual Studio incluye características nuevas y mejoras en este aspecto como: Creación de proyectos temporales que permiten crear proyectos experimentales sin tener que guardar los cambios. El Diseñador de proyectos contiene todas las propiedades y valores de configuración del proyecto. Starters Kits, son plantillas de proyecto mejoradas que incluyen ejemplos de código, documentación y otros útiles para utilizar nuevas herramientas y técnicas de programación mientras genera aplicaciones reales.

C/C++ y C#.

El lenguaje C fue creado en un principio para ser usado en sistema operativo UNIX. Se usó para crear muchas aplicaciones UNIX, y hasta para escribir el propio sistema operativo [6]. Su amplia aceptación se extendió hasta las aplicaciones comerciales y Microsoft y Borland crearon compiladores del mismo para los ordenadores personales. El API original de Windows fue diseñado para trabajar con código Windows escrito en C y aún el último conjunto API básicos de Windows son compatibles con C [6].

Pero C carecía en su diseño de algo que ya los nuevos lenguajes incorporaban, los objetos, una vez que la programación orientada a objetos fue ganando espacio era necesario hacer mejoras en el lenguaje y es ahí donde aparece C++, este lenguaje es compatible con el anterior por lo que sus compiladores pueden trabajar con C perfectamente y además le da la posibilidad a los programadores de C utilizar los beneficios de la programación orientada a objetos. Aunque ambos siguen teniendo la desventaja de que son muy difíciles de manejar, son lenguajes de muy bajo nivel y

exigen mucho código para funcionar correctamente, a diferencia de otros lenguajes como Visual Basic.

C# fue creado con el mismo espíritu de C y C++, esto explica sus poderosas prestaciones y su fácil aprendizaje. Microsoft se tomó la libertad de eliminar algunas de las prestaciones más pesadas (como los punteros). Microsoft presentó C# al público en la *Professional Developer's Conference* en Orlando, Florida, en el verano del 2000 [7].

La iniciativa .NET Framework de Microsoft supone el cambio más importante en la metodología del desarrollo de software para un sistema operativo de Microsoft desde la introducción de Windows. Este entorno está construido usando una arquitectura que permite a los lenguajes de software trabajar juntos compartiendo recursos y códigos [8]. Visual Studio.NET incluye nuevas versiones de sus compiladores de Visual Basic y C++ encaminadas al desarrollo de .NET, así como C#.

Era necesario un lenguaje que permitiera desarrollar aplicaciones rápidas pero que también permitiera un gran control y además permitiera integrarse bien con el desarrollo de aplicaciones Web, XML y muchas de las tecnologías emergentes.

Algunas de las ventajas que posee este lenguaje son la fácil transición para los programadores de C/C++ y es un lenguaje sencillo para los que dan sus primeros pasos en el mundo de la programación. C# combina las mejores ideas de lenguajes como C, C++ y Java con las mejoras de productividad de .NET Framework de Microsoft.

Gestores de Bases de Datos.

Microsoft Access.

Microsoft Access es un sistema de gestión de bases de datos creado y modificado por Microsoft para uso personal o de pequeñas organizaciones. Es un componente de la suite Microsoft Office aunque no se incluye en el paquete básico. Su principal función es ser un gestor de bases de datos, capaz de trabajar en sí mismo o bien con conexión hacia otros lenguajes de programación, tales como Visual Basic 6.0 o Visual Basic .NET. Pueden realizarse consultas directas a las tablas contenidas mediante instrucciones SQL. Internamente trae consigo el lenguaje Visual Basic for

Application el cual es similar en forma al Visual Basic 6 [9]. Por estas características y el hecho de que el software solo será utilizado en el laboratorio de temperatura donde existe un ordenador, que no es muy potente, nos decidimos por Microsoft Access y no por otro gestor de bases de datos más potente como SQL Server, Oracle u otro.

Con Microsoft Access pueden desarrollarse aplicaciones completas puesto que incluye las herramientas necesarias para el diseño y desarrollo de formularios para el ingreso y trabajo con datos e informes para visualizar e imprimir la información requerida. Su funcionamiento se basa en un motor llamado Microsoft Jet, y permite el desarrollo de pequeñas aplicaciones autónomas formadas por formularios Windows y código VBA (Visual Basic para Aplicaciones) [9]. Además tiene la facilidad para crear ficheros con bases de datos que pueden ser utilizados por otros programas. Entre las principales funcionalidades de Access se encuentran:

- Crear tablas de datos indexadas.
- Modificar tablas de datos.
- Relaciones entre tablas (creación de bases de datos relacionales).
- Creación de consultas y vistas.
- Consultas de referencias cruzadas.
- Consultas de acción (INSERT, DELETE, UPDATE).
- Formularios.
- Informes.
- Llamadas a la API de Windows.
- Interacción con otras aplicaciones que usen VBA (resto de aplicaciones de Microsoft Office, Autocad, etc.).

Además, permite crear frontends (programa que muestra la interfaz de usuario) de bases de datos más potentes ya que es un sistema capaz de acceder a tablas externas a través de ODBC como si fueran tablas Access [10].

Algunos de sus inconvenientes son que al no ser multiplataforma solo está disponible para sistemas operativos de Microsoft, no permite transacciones y su uso es inadecuado para grandes proyectos que requieren tiempos de respuesta críticos o muchos accesos simultáneos.

SQL Server 7.

Esta versión de SQL Server es totalmente nueva rompe con el código fuente original del producto basado en SQL Server de Sybase. La versión 7.0 trae muchas innovaciones en su interfaz y facilidad de uso y al mismo tiempo incorpora herramientas sofisticadas para usuarios de nivel avanzado. SQL Server 7 posee versiones que operan con Windows 95, 98 y NT con 100% de compatibilidad de código, posee entre otras novedades un servidor OLAP y módulo para la transformación de datos DTS y la administración integrada de múltiples servidores [11].

OLE DB sustituye a DB Library como interfaz interna para todas las operaciones internas de SQL Server 7, lo que permite el uso de consultas heterogéneas que emplean el procesador de SQL Server 7 para ejecutar las consultas al server store engine. La escalabilidad es uno de los principales puntos fuertes del producto. La base de datos del producto se ha diseñado de modo que pueda ejecutarse en un computador portátil, con Windows 95, o con aplicaciones empresariales de dos terabytes que se ejecutan en clústers de máquinas con varios procesadores [11].

La nueva versión posee ahora bloqueo dinámico a nivel de fila, paralelismo interconsulta, consultas distribuidas y mejoras para aceptar bases de datos de gran tamaño (VLDB, Very Large Data Base), punto vital para la estrategia de actuación de la empresa en el segmento de las bodegas de datos.

1.10 Conclusiones.

Del estudio realizado anteriormente se puede concluir que:

Para un funcionamiento óptimo del laboratorio de temperatura es necesaria la aplicación de mejores herramientas informáticas con el fin de perfeccionar los procesos que en él se realizan para lograr una mayor eficiencia en la gestión y el control de los mismos.

Para ello se ha realizado un estudio teórico, con el fin de definir las necesidades existentes en el laboratorio de temperatura de la OTN VC, las cuales llevarán consigo a la implementación de un sistema automatizado que se convertirá en una

herramienta muy útil para la gestión y el control de los procesos que en él se realizan.

Al finalizar este estudio, se definieron además las metodologías a utilizar, así como los lenguajes, tecnologías así como el sistema gestor de bases de datos.

Capítulo II: Modelo del Dominio.

2.1.Introducción.

En este capítulo se analiza el Modelo de Dominio, el cual tiene como objetivo ayudar a comprender los conceptos que utilizan los usuarios, los conceptos con los que trabajan y con los que deberá trabajar nuestra aplicación, así como realizar las tres partes que conforman el Modelo de Dominio, identificar las clases conceptuales, dibujarlas en un diagrama de clases y añadir relaciones y atributos.

2.2.Descripción del modelo de dominio.

El Modelo de Dominio es una representación visual estática del entorno real objeto del proyecto, es decir, un diagrama con los objetos que existen (reales) relacionados con el proyecto que vamos a acometer y las relaciones que hay entre ellos. Pero no son clases de software (aunque algunos objetos del Modelo de Dominio pueden terminar siéndolo.

Se dice que es estática porque no representa la interacción en el tiempo de los objetos, sino que representa una visión "parada" de las clases y sus interacciones.

Se llama "de Dominio" para distinguirlo del Modelo de Negocio (Model of Business, MOB) que en RUP (Rational Unified Process) es un concepto más amplio. El MOB de RUP incluye toda la organización, sus relaciones y sus procesos. Sin embargo, el Modelo de Dominio se centra en una parte del negocio, la relacionada con el ámbito del proyecto. En este contexto el término "dominio" representa una parte del "negocio".

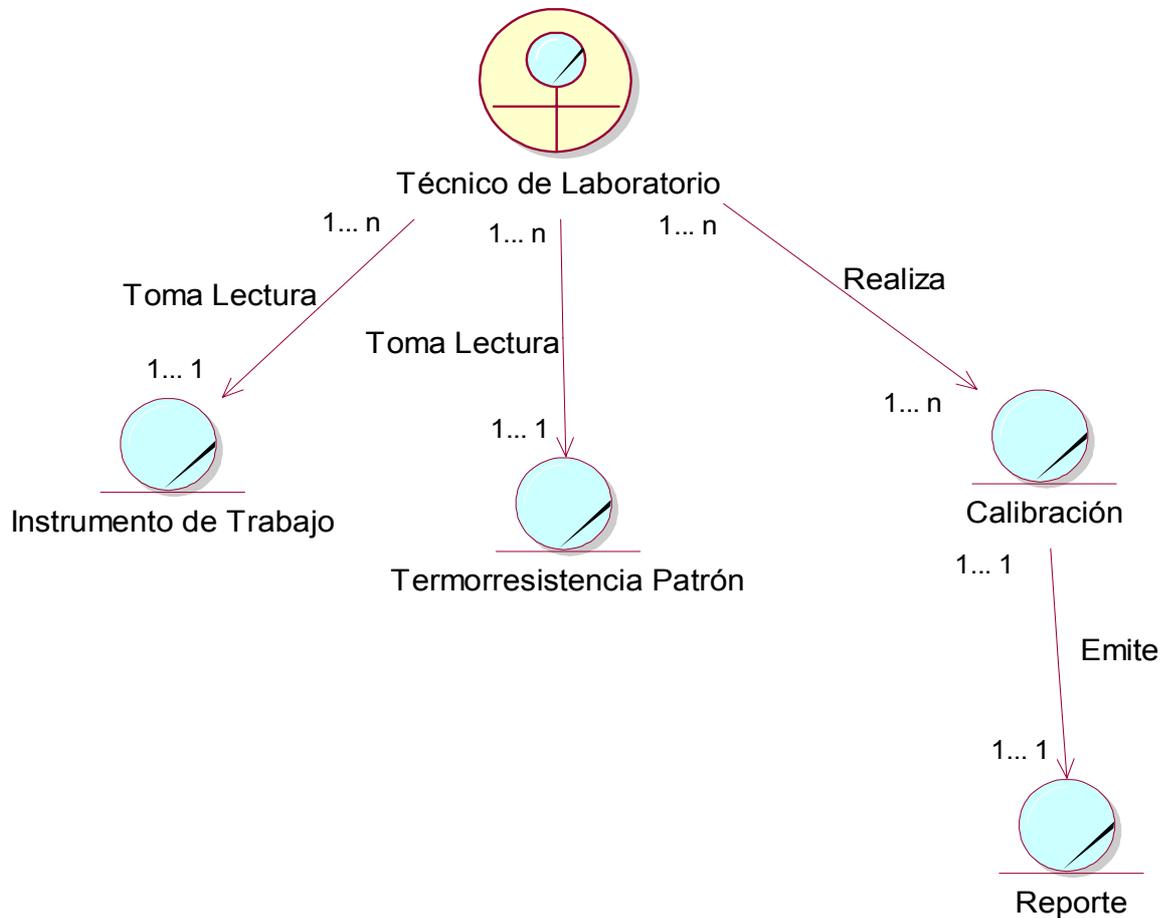
Muchos de los objetos del dominio o clases pueden obtenerse de una especificación de requisitos. La modelación del dominio tiene como objetivo fundamental la comprensión y descripción de las clases más importantes en el sistema.

En el modelo del dominio realizado en este trabajo se definen las siguientes entidades y clases principales: Técnico del laboratorio, Termorresistencia Patrón, Instrumento de Trabajo, Calibración y Reporte. Lo esencial para el

funcionamiento de este dominio radica en la obtención por parte del técnico de laboratorio de precisas mediciones tanto de los instrumentos patrones como de los que se van a calibrar en cuestión, de esta forma, utilizando las normas internacionales y nacionales de temperatura realizar cálculos precisos para la calibración de los instrumentos. Es fundamental en dichas operaciones la mayor exactitud posible ya que de ello depende la calidad de la calibración y por tanto la validez del trabajo realizado en el laboratorio.

De la calibración realizada el técnico del laboratorio emitirá el reporte de calibración, en este reporte se mostrarán los resultados de dicho proceso así como otros datos de interés para los clientes que demuestran la calidad del proceso y algunas de las condiciones en que se realizó.

2.2.1 Modelo de objetos del dominio.



2.3. Reglas del negocio a considerar

Las reglas del negocio regulan y describen los principales aspectos a tener en cuenta para que exista un adecuado funcionamiento del negocio. Para llevar a cabo el proceso de calibración de resistencias es necesario cumplir con los siguientes requisitos.

- La introducción de los datos de los equipos involucrados en el proceso deben ser lo más exactos posible para evitar errores posteriores en el proceso.

- El encargado de realizar la calibración debe tener un dominio absoluto de las características de los equipos y las reglas que en cada paso deben ser utilizadas. Solo así se conseguiría un buen resultado.
- Para llevar a cabo el proceso es necesario seguir a cabalidad las normas internacionales y nacionales de temperatura.

2.4. Conclusiones.

En el presente capítulo queda definido el modelo de objetos del dominio que corresponde al método de calibración de resistencias, quedaron descritas las reglas que regulan y conducen al buen funcionamiento del negocio. Este análisis conllevó a que hayamos podido obtener una visión más clara del problema a resolver.

Capítulo 3: Modelo del sistema.

3.1. Introducción.

En el siguiente capítulo se analizan los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, que dará solución al problema planteado. Se realiza la propuesta del sistema así como los casos de uso del sistema y sus actores, para esto se utilizará el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). Además se realizará una descripción de los principios tenidos en cuenta para el diseño del sistema, tales como: interfaz de entradas y salidas, tratamiento de errores, concepción de la ayuda y sistema de seguridad y protección implementado.

3.2. Descripción del Modelo del Sistema.

El sistema propuesto encaminado a automatizar el proceso de calibración de termorresistencias en el laboratorio de temperatura de la OTN, cuenta con dos partes fundamentales; una encargada de tomar las lecturas de los equipos y realizar los cálculos para la calibración y la otra encaminada al tratamiento de toda la información generada en el proceso.

Al sistema sólo tendrán acceso el jefe y el técnico del laboratorio que son los únicos encargados de realizar las calibraciones de las termorresistencias.

3.3. Modelación del modelo del sistema.

3.3.1. Requerimientos funcionales.

Los requerimientos funcionales permiten expresar una especificación más detallada de las responsabilidades del sistema que se propone. Ellos permiten determinar, de una manera clara, lo que debe hacer el mismo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Los requerimientos funcionales del sistema propuestos son los siguientes:

1. Introducir datos del instrumento a calibrar.
2. Determinar punto triple del agua del instrumento a calibrar.
3. Guardar los datos del instrumento a calibrar.
4. Introducir datos del instrumento patrón.
5. Determinar punto triple del agua del instrumento patrón.
6. Guardar los datos del instrumento patrón.
7. Mostrar datos del instrumento patrón.
8. Mostrar datos del termómetro digital y del sensor.

9. Introducir datos de la calibración.
10. Escoger rango de temperaturas en que se va calibrar.
11. Determinar valor de incertidumbre del error máximo permisible.
12. Determinar valor de incertidumbre por resolución.
13. Determinar valor de incertidumbre del certificado del patrón.
14. Determinar valor de incertidumbre combinada del sensor.
15. Determinar valor de incertidumbre por estabilidad.
16. Determinar valor de incertidumbre por desviación estándar del patrón.
17. Determinar valor de incertidumbre por desviación estándar del instrumento de trabajo.
18. Determinar valor de incertidumbre total.
19. Determinar tiempo a tomar lecturas tanto de instrumento a calibrar como del patrón.
20. Determinar los intervalos en que se tomarán las lecturas del termómetro digital.
21. Guardar los datos de la calibración.
22. Realizar la lectura del instrumento de trabajo.
23. Determinar el mayor valor de temperatura medida del instrumento a calibrar.
24. Determinar el menor valor de temperatura medida del instrumento a calibrar.
25. Determinar desviación estándar del instrumento a calibrar.
26. Determinar promedio de temperatura medida del instrumento a calibrar.
27. Realizar la lectura del instrumento patrón.
28. Determinar el mayor valor de temperatura medida del instrumento patrón.
29. Determinar el menor valor de temperatura medida del instrumento patrón.
30. Determinar desviación estándar del instrumento patrón.
31. Determinar promedio de temperatura medida del instrumento patrón.
32. Determinar la estabilidad del baño.
33. Determinar el error máximo permisible.
34. Guardar los datos de la calibración realizada.
35. Mostrar valores de resistencia medidos de los instrumentos.

36. Mostrar valores de temperatura calculados de los instrumentos.
37. Mostrar datos de los instrumentos calibrados.
38. Mostrar datos de los patrones.
39. Mostrar datos de las calibraciones realizadas.
40. Imprimir reporte de una calibración realizada.
41. Configurar página para la impresión del reporte.
42. Eliminar una termorresistencia que no intervenga en alguna calibración.

3.3.2. Requerimientos no funcionales.

Los requerimientos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener, como restricciones del entorno o de implementación, rendimiento, etc. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

3.3.3. Requerimientos de interfaz externa.

La aplicación informática propuesta debido a que será utilizada por personas que no necesariamente tengan habilidades o dominio del trabajo con la computadora debe tener una interfaz amigable y fácil de usar, de manera que no represente una dificultad para que el usuario haga un uso eficaz de la misma.

3.3.4. Requerimientos de usabilidad.

La explotación del sistema agilizará la actividad científica del laboratorio de temperatura gracias a las comodidades brindadas por esta aplicación, la rapidez y organización presentada en sus cálculos y análisis.

El sistema podrá ser usado por aquellas personas que no tengan experiencia en el uso de la computadora, sólo necesitarían un ligero entrenamiento sobre el funcionamiento de los principales elementos de una interfaz estándar en el ambiente del sistema operativo Windows (uso del Mouse, manejo de menús, botones, cuadros de texto, etc.)

3.3.5. Requerimientos de software.

Se debe tener un sistema operativo compatible (Windows), para la instalación de la aplicación. Se debe tener el Framework.NET 2.0, además del paquete de Microsoft Office.

3.3.6. Requerimientos de soporte.

Para garantizar el soporte de la herramienta, se documentará la misma. El sistema debe propiciar su mejoramiento y la anexión de otras opciones que se le incorporen en un futuro.

3.3.7. Requerimientos de hardware.

Los requerimientos mínimos para la utilización del sistema son 128 MB de RAM. La computadora debe contar con al menos un puerto serie (COM). Para el buen funcionamiento de del sistema se debe contar con al menos 1 GB de espacio libre en el disco duro.

3.3.8. Requerimientos de Portabilidad.

La aplicación es utilizable en las plataformas que sean compatibles con FrameWork.NET 2.

3.3.9. Actores del modelo del sistema.

Un actor es una abstracción de las entidades externas a un sistema, subsistemas o clases que interactúan directamente con el sistema. Un actor participa en un caso de uso o conjunto coherente de casos de uso para llevar a cabo un propósito global. [13].

A continuación se define el actor identificado en el sistema propuesto:

Actor	Descripción
Usuario	Cualquier usuario que interactúe con el sistema, puede ser el especialista, o el técnico del laboratorio que vaya a realizar una calibración. Este usuario tendrá acceso a todos los requerimientos funcionales del sistema.

Tabla1 Descripción de los actores del sistema.

3.4. Diagramas de casos de uso del sistema.

Los actores interactúan y usan el sistema a través de casos de uso (CU). Estos son artefactos narrativos que describen, bajo la forma de acciones y reacciones, el comportamiento del sistema desde el punto de vista del usuario.

En nuestro trabajo los casos de uso del sistema quedan representados por:

1. Insertar datos del instrumento a calibrar.
2. Insertar datos del instrumento patrón.
3. Realizar la calibración.

4. Determinar Incertidumbre.
5. Emitir reporte.

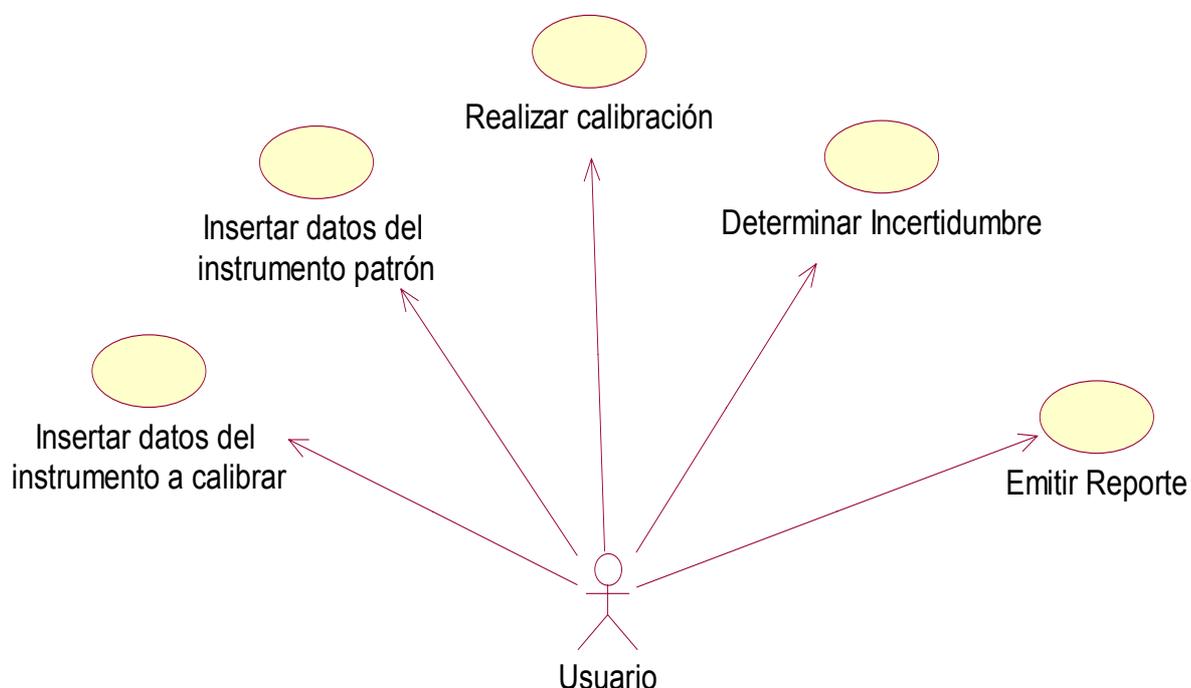


Figura 3.1 Diagramas de casos de usos del sistema.

3.5. Descripción de los casos de usos del sistema.

Después de haber representado los casos de usos del sistema pasaremos a describirlos. Estos serán referenciados a través de los requerimientos funcionales planteados en el epígrafe 3.3.1.

Casos de Uso	Insertar datos del instrumento a calibrar
Actores:	Usuario
Propósito:	Permite al usuario introducir todos los datos de la termorresistencia que se va a calibrar.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea realizar una calibración. El sistema guardará todos los datos introducidos. El caso de uso concluye cuando el sistema guarde los datos.

Referencias:	R1, R2, R3, R4
Precondiciones:	-
Postcondiciones:	La información introducida por el usuario es almacenada en la base de datos.
Requisitos Especiales:	-

Tabla 2. Descripción del caso de uso de sistema Insertar datos del instrumento a calibrar.

Casos de Uso	Insertar datos del instrumento a calibrar
Actores:	Usuario
Propósito:	Permite al usuario introducir todos los datos de la termorresistencia patrón
Resumen:	El caso de uso se inicia luego de que el usuario haya realizado el CU1. El sistema guardará todos los datos introducidos. El caso de uso concluye cuando el sistema guarde los datos.
Referencias:	R5, R6, R7, R8, R9
Precondiciones:	-
Postcondiciones:	La información introducida por el usuario es almacenada en la base de datos.
Requisitos Especiales:	-

Tabla 3. Descripción del caso de uso de sistema Insertar datos del instrumento patrón.

Casos de Uso	Realizar calibración
Actores:u	Usuario
Propósito:	Permite al usuario obtener los datos de la realización de una calibración.
Resumen:	El caso de uso se inicia luego de haber realizado los CU1 y CU2. El sistema realizará todos los cálculos necesarios para realizar la calibración y

	los almacenará en la base de datos.
Referencias:	R10, R11, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39.
Precondiciones:	-
Postcondiciones:	La información es almacenada en la base de datos.
Requisitos Especiales:	-

Tabla 4. Descripción del caso de uso de sistema Realizar calibración.

Casos de Uso	Determinar Incertidumbre.
Actores:	Usuario
Propósito:	Permite al usuario determinar el valor de la incertidumbre generada en el proceso de calibración.
Resumen:	El caso de uso se inicia luego de haber realizado los CU1, CU2 y CU3. El sistema calculará todos los valores de las incertidumbres que el usuario introduzca en el sistema y finalmente la incertidumbre total. El caso de uso concluye cuando el sistema guarde el valor de la incertidumbre total.
Referencias:	R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19.
Precondiciones:	-
Postcondiciones:	La información final es almacenada en la base de datos.
Requisitos Especiales:	-

Tabla5. Descripción del caso de uso de sistema Determinar calibración.

Actores:u	Emitir Reporte
------------------	-----------------------

Propósito:	Permite al usuario obtener el reporte generado de una calibración hecha.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea obtener el reporte de cualquier calibración realizada. El sistema permitirá configurar la página según desee el usuario.
Referencias:	R40, R41.
Precondiciones:	-
Postcondiciones:	-
Requisitos Especiales:	-

Tabla6. Descripción del caso de uso de sistema Emitir Reporte.

3.6.Construcción del sistema.

En el presente epígrafe se realiza una descripción de la construcción de la solución propuesta. En esta descripción se ha utilizado el Diagrama de Clases del Diseño como artefacto propuesto por la Metodología de RUP. Se plantean los diagramas del modelo lógico y físico de datos para una mayor comprensión del funcionamiento de la base de datos. También son descritas las consideraciones de codificación que se tuvieron en cuenta en la implementación de este sistema. Para describir los elementos fundamentales de la implementación se muestra el Diagrama de Implementación.

3.6.1. Diagrama de clases del diseño.

Un Diagrama de Clases de Diseño muestra la especificación para las clases de una aplicación. Incluye la siguiente información:

- Clases, asociaciones y atributos.
- Interfaces, con sus operaciones y constantes.
- Métodos.
- Navegabilidad.
- Dependencias.

A diferencia del Modelo Conceptual, un Diagrama de Clases de Diseño muestra definiciones de entidades software más que conceptos del mundo real. [14].

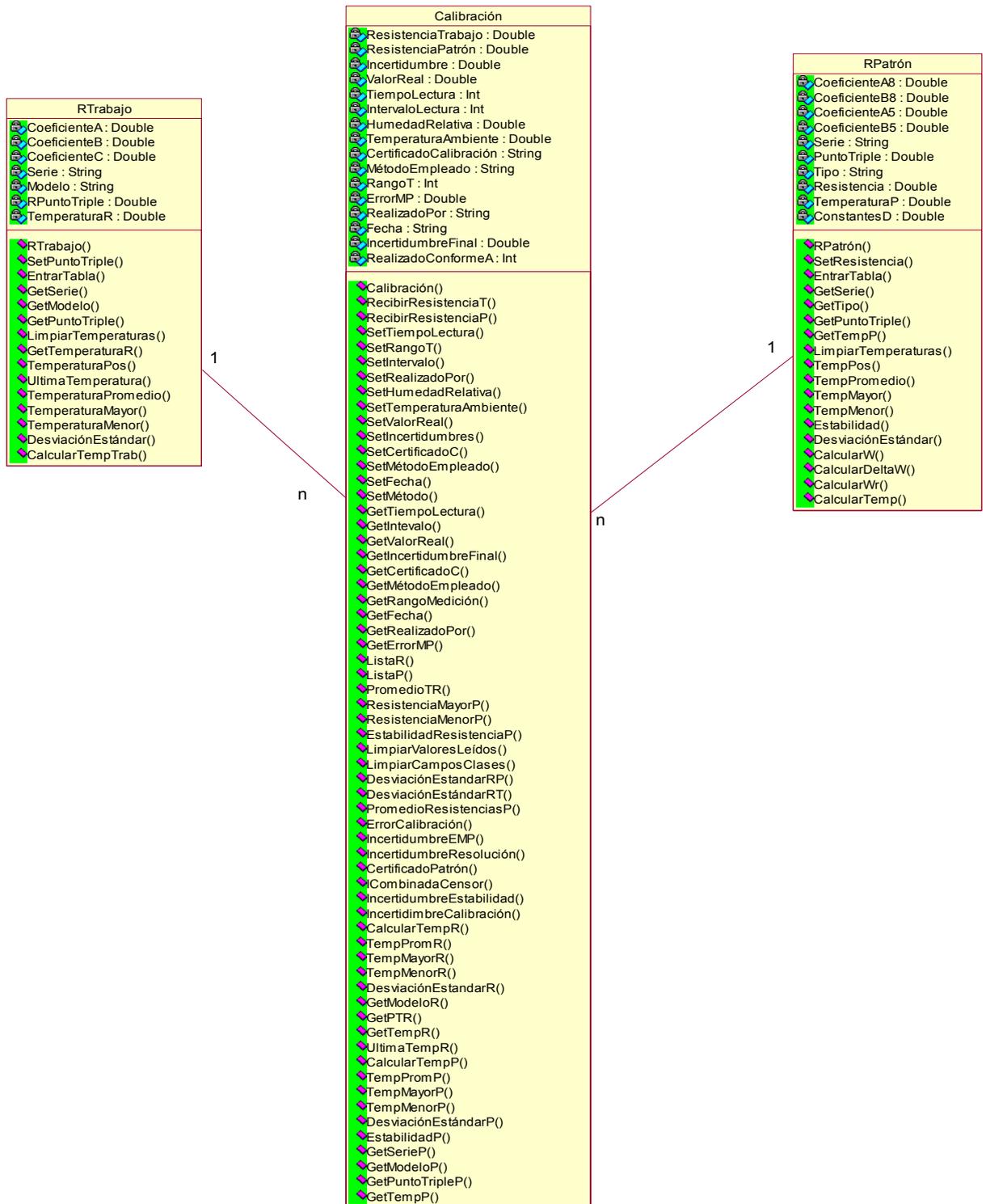


Figura 3.2 Diagramas de clases del Diseño.

3.6.2. Diagramas del modelo lógico de datos.

El modelo lógico de la base de datos determina cómo se estructuran los datos de forma lógica mediante tablas y relaciones. Este diseño puede tener también una gran repercusión en el rendimiento de la aplicación.

Al final se obtiene un modelo lógico de registros que representa la estructura de los datos (a nivel de registros lógicos) en dicho sistema. Este modelo se realiza durante la fase de diseño del sistema, se suele completar con información adicional sobre el volumen de los datos y la forma de acceso a los mismos.

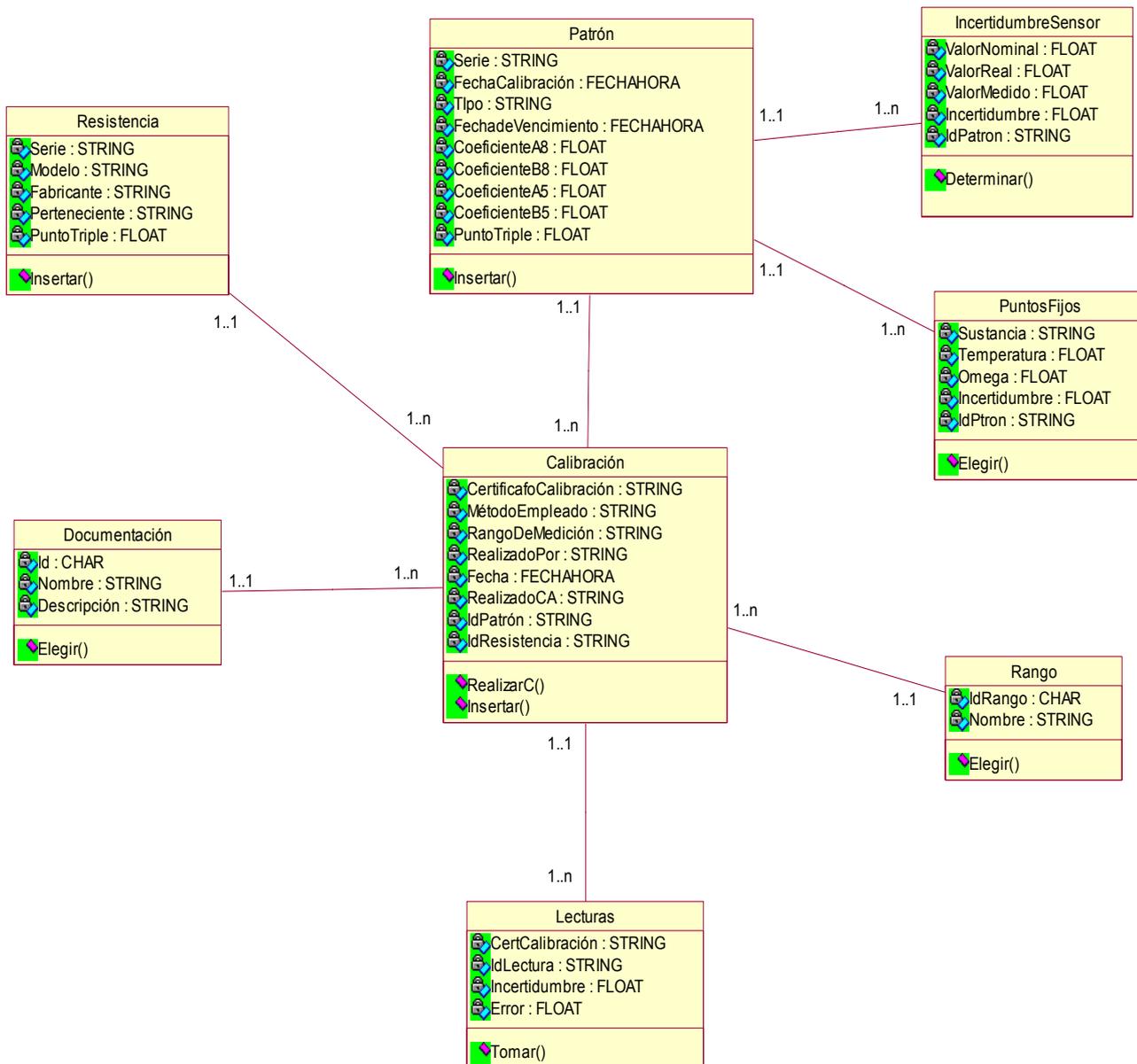


Figura 3.3. Diagramas del Modelo Lógico de Datos.

3.6.3. Diagramas del modelo físico de datos.

El modelo físico de datos incluye todos los aspectos de diseño de un modelo de base de datos que se pueden modificar sin cambiar los componentes de la aplicación.

Durante el diseño físico se seleccionan las claves de acceso a los ficheros de datos y se eligen las claves alternativas.

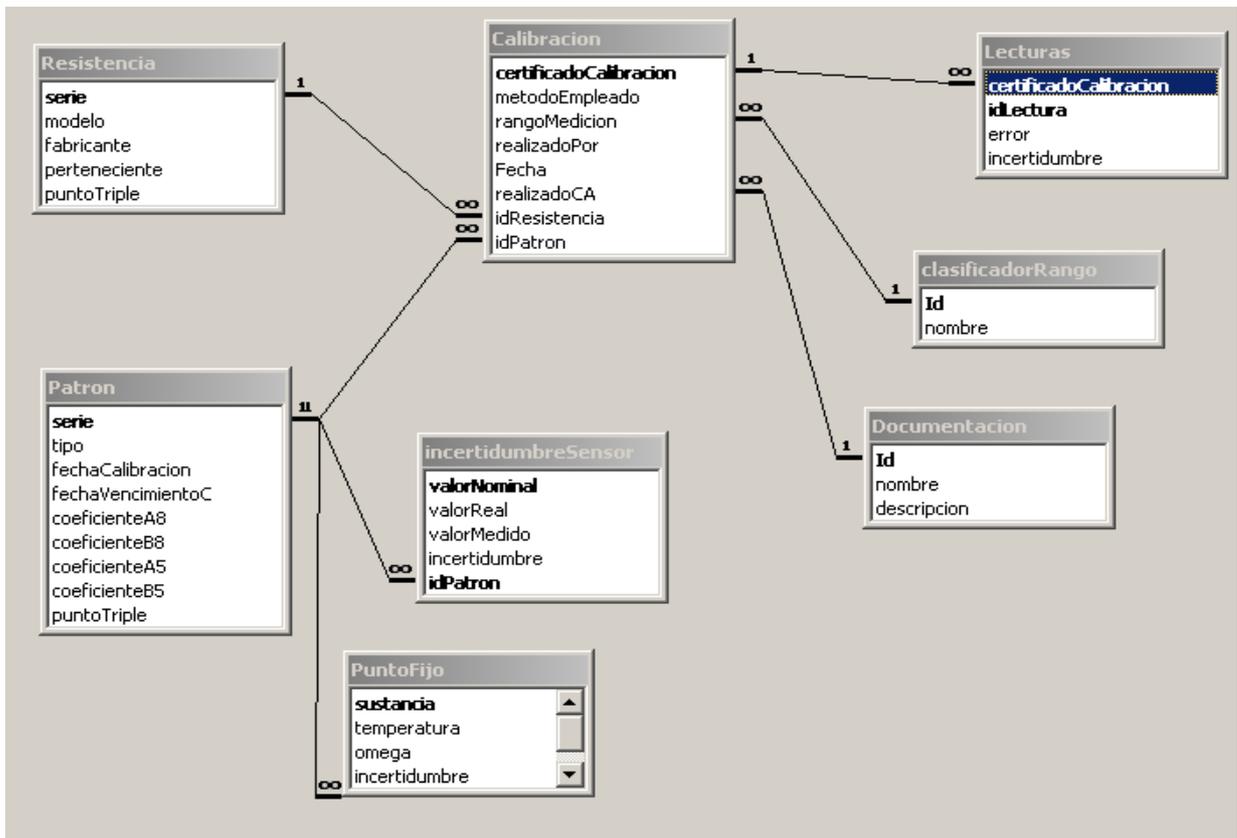


Figura 3.4. Diagramas del Modelo Físico de Datos.

3.6.4. Diagramas de implementación.

El modelo de implementación describe la forma en que los elementos del modelo de diseño, como las clases, se implementan en términos de componentes. Describe también como se organizan los componentes de acuerdo con los mecanismos de estructuración y modularización disponibles en el entorno de implementación y en el lenguaje o lenguajes de programación utilizados y como dependen los componentes unos de otros.

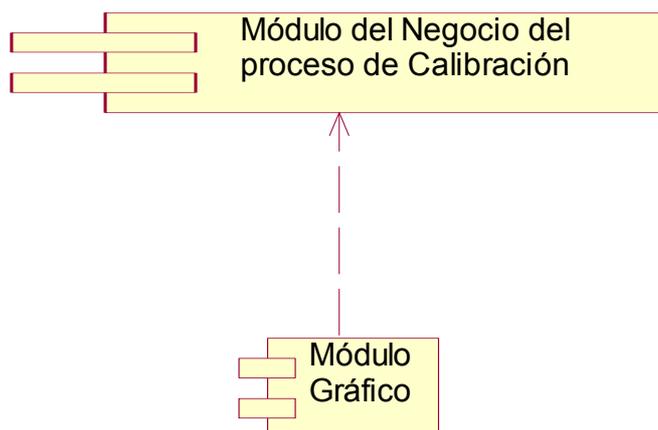


Figura 3.5. Diagrama de Implementación.

3.7.Principios de diseño del sistema.

La interfaz es en realidad un modelo mental permanente, es decir una representación cognitiva o conceptualización que el usuario hace del sistema. A fin de que este modelo se mantenga a lo largo del programa ha de tener una consistencia, manteniendo su coherencia de principio a fin.

Por ello se han de mantener las reglas, los criterios en la operatividad, la imagen parcial o total, etc.; pues una incoherencia de diseño puede aportar pérdidas de eficacia del propio contenido que se quiera transmitir.

En la interfaz diseñada para el sistema están presentes las siguientes características:

1. El tipo de letra utilizada es Arial de estilo regular y tamaño variado según el contexto.
2. Información legible.
3. No presenta una alta carga visual. Anexo 1.
4. Facilidad de aprendizaje, navegabilidad y uso.
5. Representación permanente de un contexto de acción, es decir, la estructura y el acceso a los servicios es mantenida para todas las páginas del sistema.
6. El objeto de interés siempre es fácil de identificar.
7. Las interacciones se basan en acciones físicas sobre elementos de código visual, botones, cuadros de texto y mensajes. Anexo2

8. Las operaciones que se realizan al acceder a la información almacenada en la base de datos y ficheros son rápidas e incrementales con efectos inmediatos.
9. Presenta la opción de imprimir reportes y configurar las páginas según las necesidades del usuario. Anexo3.

3.7.1 Tratamiento de errores.

Las situaciones que pueden provocar fallos en la ejecución normal de un programa se denominan excepciones. El sistema propuesto presenta una interfaz diseñada, implementada y dirigida a evitar tales situaciones y errores. El sistema tiene la obligación de detectar problemas en el proceso de autenticación por parte de algún usuario, es capaz de mantener un nivel de validación que restrinja la introducción de información errónea al sistema y aclare al usuario el tipo de información que debe manipular. Todo ello a través, de una serie de mensajes de error de fácil comprensión para los usuarios. Anexo4.

3.7.2 Tratamiento de validaciones.

Dentro de las validaciones que se establecen en el sistema se encuentran:

- Para la introducción de datos, tanto para la termorresistencia a calibrar, el patrón a utilizar y la calibración, en dependencia del tipo de dato de cada campo a introducir, por ejemplo, si es un campo numérico el sistema no permitirá la entrada de otro tipo de caracteres, en caso de que se introduzcan el sistema mostrará un mensaje explicando el tipo de dato a introducir.
- El sistema no permitirá que quede ningún campo en blanco. Se mostrará un mensaje indicando que todos los campos deben ser llenados.
- Se controlan las excepciones lanzadas por clases propias del lenguaje por ejemplo; que la computadora no tenga puerto COM, que ocurra algún problema con la toma de los datos por dicho puerto, que ocurran problemas en la conexión con la base de datos.

3.8. Conclusiones.

En este capítulo se realizó un análisis de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema a implementar, con el objetivo de dar solución al

problema planteado en la presente investigación. A partir de este análisis se proponen los casos de uso del sistema, así como los actores del mismo. Se realizó además el diagrama de implementación y los diagramas correspondientes al modelo lógico y físico de los datos. Por último se describen los principios tenidos en cuenta para el diseño del sistema, tales como: interfaz de entradas y salidas, tratamientos de errores.

Capítulo 4 Estudio de factibilidad.

4.1.Introducción.

En este capítulo se aborda el estudio de la factibilidad del producto, se ofrece una descripción de la planificación del proyecto, así como los costos asociados al mismo, los beneficios tangibles e intangibles que se obtendrían con su realización además del análisis entre los costos y beneficios que concluyen si es o no factible el desarrollo del sistema.

Para realizar un proyecto es necesario estimar el esfuerzo humano, el tiempo de desarrollo que se requiere para la ejecución del mismo así como su costo. Estas estimaciones pueden realizarse a través del método de puntos de función del modelo de COCOMO II.

4.2. Planificación.

Se utilizó el método de puntos de características para el cálculo de la estimación del esfuerzo, el tiempo de desarrollo y el costo del proyecto.

Para realizar el cálculo de los costos de desarrollo del sistema se deben obtener primero las instrucciones fuentes. Analizándose para esto las cantidades de entradas, salidas, peticiones, archivos lógicos e interfaces externas preliminares que tiene el sistema. Para calcular la cantidad de instrucciones fuentes hay que tener en cuenta también que la conversión al C# y SQL, lenguajes seleccionados para implementar la aplicación, es de 34 y 37 puntos respectivamente.

Después de este estudio se llegó a los siguientes resultados:

Nombre de la entrada externa	Cantidad de ficheros	Cantidad de Elementos de datos	de de	Clasificación(Bajo, Medio y Alto)
Introducir datos del instrumento a calibrar.	1	9		Medio
Introducir datos del instrumento patrón	1	9		Bajo
Introducir datos de la calibración	1	9		Bajo

Eliminar Resistencia que no se halla calibrado	1	1	Bajo
Eliminar Patrón	1	1	Bajo

Tabla 7 Entradas externas.

Nombre de la salida externa	Cantidad de ficheros	Cantidad de Elementos de datos	Clasificación(Bajo, Medio y Alto)
Mostrar datos de las calibraciones	2	10	Medio
Mostrar datos de los instrumentos calibrados	2	19	Medio
Mostrar datos de los patrones	1	9	Bajo
Configurar página para la impresión del reporte	1	1	Bajo

Tabla 8 Salidas externas.

Nombre de la petición	Cantidad de ficheros	Cantidad de Elementos de datos	Clasificación(Bajo, Medio y Alto)
Mostrar valores de temperatura calculados de los instrumentos	0	0	Bajo
Mostrar valores de resistencia medidos de los instrumentos	0	0	Bajo
Mostrar datos del instrumento patrón	1	7	Bajo
Mostrar datos del termómetro digital y del sensor	1	11	Medio

Tabla 9 Peticiones.

Nombre del fichero interno	Cantidad de records	Cantidad de Elementos de datos	Clasificación(Bajo, Medio y Alto)
Calibración	1	8	Bajo
Clasificador_Rango	1	2	Bajo
Documentación	1	3	Bajo

Incertidumbre_Sensor	1	5	Bajo
Lecturas	1	4	Bajo
Patrón	1	9	Bajo
Resistencia	1	5	Bajo
Punto_Fijo	1	5	Bajo

Tabla 10 Ficheros Internos.

Elementos	Bajos	X Peso	Medios	X Peso	Altos	X Peso	Subtotal de puntos de función
Ficheros lógicos internos	8	7	0	10	0	15	56
Entradas externas	4	3	1	4	0	6	18
Salidas externas	6	4	3	5	0	7	39
Peticiones	3	3	1	4	0	16	13
Total							126

Tabla 11 Puntos de Función.

Características		Valor
Puntos de función desajustados		126
Lenguaje	SQL	C#
Instrucciones fuentes por puntos de función	37	34
Por ciento de la aplicación en cuanto a requerimientos funcionales	10%	90%
Instrucciones fuentes	466.2	3855.6
Total de Instrucciones fuentes	4321.8	

Tabla 12 Miles de Instrucciones Fuente.

4.1. Costos

Cálculo del esfuerzo, tiempo de desarrollo, cantidad de hombres y costo.

Cálculo de:	Valor	Justificación
RCPX	1,00	BD moderada, se requiere de una documentación básica. La aplicación tiene una moderada complejidad y una alta confianza de software requerida. (Nominal)
RUSE	1,00	Se implementa código reusable para el aprovechamiento de este en toda la aplicación. (Nominal)
PDIF	1,00	No tiene grandes restricciones en cuanto al tiempo de ejecución ya que el software podrá estar trabajando sin límite de tiempo. EL Software no tiene limitación de memoria impuesta. La plataforma de aplicación

		tiene gran estabilidad. (Nominal)
PERS	0,63	Alta capacidad del analista, alta capacidad del programador, no existe movimiento del personal.(Muy alto)
PREX	1,00	El equipo tiene dominio y posee conocimiento del lenguaje de programación, la plataforma y herramientas utilizadas. Con una experiencia de aproximadamente un 6 meses. (Nominal)
FCIL	0,87	Se utilizan herramientas de programación como: Visual Studio2005, así como la herramienta CASE Rational Rose para la documentación, empleando como notación UML. (Alto)
SCED	1,00	La planificación se hace con moderada frecuencia. (Nominal)

Tabla 13 Multiplicadores de esfuerzos.

Cálculo de:	Valor	Justificación
PREC	3,72	El equipo de desarrollo posee una comprensión considerable de los objetivos del producto, no tiene experiencia en la realización de software de este tipo. (Nominal)
FLEX	3,04	El sistema cuenta con alguna flexibilidad en relación con las especificaciones de los requerimientos preestablecidos y a las especificaciones de interfaz externa. (Nominal)
TEAM	1,10	El equipo que va a desarrollar el software es altamente cooperativo.
RESL	4,24	Teniendo en cuenta la alta experiencia que existe en el país acerca de este tipo de estudios existen algunos factores de riesgo. (Nominal)
PMAT	6,24	Nivel I Alto porque se encuentra en su primera etapa un poco avanzada. (Bajo)

Tabla 14 Factores de escala.

Multiplicador de esfuerzos

$$EM = \prod_{i=1}^7 E_{mi} = RCPX * RUSE * PDIF * PERS * PREX * FCIL * SCED$$

$$i=1$$

$$7$$

$$EM = \prod_{i=1}^7 E_{mi} = 1,00 * 1,00 * 1,00 * 0,63 * 1,00 * 0,87 * 1,00 = 0,5481 \approx 0,55$$

$$i=1$$

Factores de escala

$$SF = \sum SF_i = PREC + FLEX + RESL + TEAM + PMAT$$

$$SF = \sum SFi = 3,72 + 3,04 + 4,24 + 1,10 + 6,24 = 18,34$$

Valores de los coeficientes

$$A = 2,94; B = 0,91; C = 3,67; D = 0,24$$

$$E = B + 0,01 * SF$$

$$F = D + 0,2 * (E - B)$$

$$E = 0,91 + 0,01 * 18,34$$

$$F = 0,24 + 0,2 * (1,0934 - 0,91)$$

$$E = 1,0934$$

Esfuerzo

$$PM = A * (MF)^E * EM$$

$$PM = 2,94 * (4.321)^{1,0934} * 0,55$$

$$PM = 8,01 \text{ (personas meses)}$$

Cálculo del tiempo de desarrollo

$$TDEV = C * PM^F$$

$$TDEV = 3,67 * (8,01)^{0,28764}$$

$$TDEV = 6,677$$

Cálculo de la cantidad de hombres

$$CH = PM / TDEV$$

$$CH = 8,01 / 6,677$$

$$CH = 1,1996$$

Costo

Se asume como salario promedio mensual 275\$

$$CHM = 2 * \text{Salario Promedio}$$

$$CHM = 2 * 350$$

$$CHM = 700 \text{ \$/mes}$$

$$\text{Costo} = CHM * PM$$

$$\text{Costo} = \$700 * 8,01$$

$$\text{Costo} = \$5607$$

Los costos en los que se incurriría de desarrollarse el sistema serían:

Cálculo de:	Valor
Esfuerzo(PM)	8,01
Tiempo de desarrollo	7 meses
Cantidad de hombres	2
Costo	5607

Salario medio	\$350,0
RCPX	1,00
RUSE	1,00
PDIF	1,00
PREX	1,00
FCIL	0,87
SCED	1,00

Tabla 15 Costos asociados al desarrollo del sistema.

4.3. Beneficios tangibles e intangibles.

Los beneficios que reportará el desarrollo del software se aprecian fundamentalmente en una mayor organización, rapidez y confiabilidad en la gestión de la información dentro del laboratorio de temperatura, lo cual repercute de forma directa en el mejor funcionamiento de la empresa.

Los beneficios específicos que se podrán apreciar de forma más directa dentro del laboratorio de temperatura de la OTN VC se encuentran:

1. Evitar la pérdida de información producto del deterioro de la documentación pertinente, ya sea por accidentes o el inevitable desgaste por el transcurso del tiempo.
2. Evitar el duplicado de la información lo cual trae asociado errores en la copia de datos.
3. Evitar la introducción de errores en la toma de las lecturas.
4. Al solucionarse los puntos 1 y 2 se podrán apreciar mejoras tales como:
 - Comparación de resultados históricos con rapidez y veracidad.
 - Rendición de informes con total inmediatez.
5. El sistema contará con una base de datos lo cual garantiza la integridad y seguridad de los datos.

Lo anteriormente expuesto trae consigo mejoras en las condiciones de trabajo para el personal involucrado, permitiendo la asimilación de mayores volúmenes de trabajo en tiempos similares.

4.4. Análisis de costos y beneficios.

El análisis de costos y beneficios constituye una ayuda importante en la toma de decisiones, ayuda, que frecuentemente brinda la información necesaria para

determinar si la actividad es deseable o no. Para realizar dicho análisis se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

1. El sistema propuesto no tendrá costos asociados, dígame pagos de licencia base o licencias adicionales en dependencia de la magnitud de su utilización. Solamente se ha tenido en cuenta el costo de desarrollo que asciende a \$5607 con la participación de dos personas en un tiempo de 7 meses.
2. El desarrollo de una interfaz gráfica amigable, unido a la alta calificación del personal involucrado, trae asociado un ahorro significativo de tiempo y dinero.
3. No será necesaria la compra de equipos computacionales para la utilización del nuevo sistema; ya que la empresa cuenta con equipamiento informático adquirido para la realización de los procesos inherentes de la entidad, los cuales se adaptan a los requerimientos mínimos exigidos por el software a implantar.

Por todo lo planteado al realizar un balance de los costos y beneficios que trae consigo el desarrollo e implantación del nuevo sistema, se puede apreciar que son mayores la ventajas tanto materiales como humanas, lo cual reportará ahorros sustanciales a la empresa y contribuirá a consolidar el ritmo de trabajo de la misma.

4.5. Conclusiones

En el capítulo se realizó el cálculo de factibilidad correspondiente al sistema propuesto, obteniendo el esfuerzo, tiempo y costo que implica el desarrollo del mismo. Se hizo un análisis de los beneficios tangibles e intangibles que reportaría su implantación y los costos implícitos en los procesos de desarrollo y puesta en marcha del software concluyendo que es factible y socialmente útil.

Conclusiones.

Con el desarrollo de este trabajo se arribaron a las siguientes conclusiones:

1. Los fundamentos teóricos metodológicos de este trabajo se basan en el estudio de las normas nacionales e internacionales de temperatura, en el análisis de las mejores herramientas y tecnologías para automatizar los procesos en la calibración de las termorresistencias tales como: la comunicación con el termómetro digital para la toma de las mediciones, el almacenamiento y procesamiento de los datos.
2. Entre las principales deficiencias en el laboratorio de temperatura de la OTN están: la recopilación de datos, que se realiza de forma manual y el procesamiento y almacenamiento de la información que se hace en formato duro. La inexistencia de un software en el país que automatice el proceso de calibración de termorresistencias hizo que fuera necesaria la realización de este trabajo, ya que el existente en el mercado es propiedad norteamericana y no se tiene acceso al mismo.
3. Por las características del sistema a desarrollar se seleccionó para su implementación: Visual Studio 2005 para realizar la aplicación, Microsoft Access como gestor de bases de datos y la metodología de desarrollo RUP.
4. Como resultado del trabajo realizado se logró el análisis, diseño e implementación de un sistema informático que automatiza la gestión de la información en el laboratorio de temperatura de la OTN VC, adaptándose a las condiciones y exigencias de la empresa y de las normas nacionales e internacionales de temperatura.
5. Se pudo comprobar la pertinencia del sistema informático que automatiza la gestión de la información del laboratorio de temperatura, en las pruebas realizadas se pudo comprobar que los resultados obtenidos por el sistema cumplen con los requerimientos establecidos en las normas nacionales e internacionales de temperatura y son mejores que los obtenidos hasta el momento.

Con el sistema desarrollado toda la información relacionada con el proceso de calibración, es accesible de forma más rápida y organizada. El flujo de trabajo ganó en rapidez y formalidad. El sistema cumple con las normas

internacionales aplicadas para el proceso de calibración en el laboratorio de metrología de la OTN.

Recomendaciones.

A pesar que el sistema implementado, producto de la presente investigación, ha cumplido con las expectativas y satisfecho las necesidades de la empresa; no está exento de posibles cambios. Por lo que a raíz de la constante retroalimentación con los clientes de la herramienta informática implantada, se plantean dos recomendaciones fundamentales para la implementación de futuras versiones del sistema:

1. Adaptabilidad del software en caso de que la empresa compre nuevos equipos para realizar las calibraciones.
2. Que el sistema permita seleccionar la termorresistencia para la toma de las lecturas (patrón o trabajo), esto enviando una orden al equipo donde están conectadas dichas termorresistencias por el puerto paralelo.

Referencias Bibliográficas

- [1] “9935-M-Software, LongWarell, 2 chanel, Multiuser”; <http://www.tequipo.net/HartScientificPriceList.html> 12 de marzo 2010.
- [2] *Procedimiento TH-05 para la calibración por comparación de resistencias termométricas de platino*, Centro Español de Metrología. Edición Digital1- p.5
- [3] *Procedimiento TH-05 para la calibración por comparación de resistencias termométricas de platino*, Centro Español de Metrología, Edición Digital1- p.4
- [4] *Escala Internacional de Temperatura. (EIT-90)*.
- [5] *Escala Internacional de Temperatura* , - p.16
- [6] *Escala Internacional de Temperatura* , - p.17
- [7] Jeff Ferguson, Brian Patterson, Jason Beres, Pierre Boutquin, Meeta Gupta *La Biblia de C#*, Ediciones Anaya Multimedia 2003. – p 43.
- [8] Jeff Ferguson, Brian Patterson, Jason Beres, Pierre Boutquin, Meeta Gupta *La Biblia de C#*, Ediciones Anaya Multimedia 2003.- p 37.
- [9] Jeff Ferguson, Brian Patterson, Jason Beres, Pierre Boutquin, Meeta Gupta *La Biblia de C#*, Ediciones Anaya Multimedia 2003.- p 29.
- [10] Demis Peraza Bello, Alison Muños Capote, *Sistema de Evaluación de Cualidades Dinámicas y de Consumo*, 2006 – p 43.
- [11] Demis Peraza Bello, Alison Muños Capote, *Sistema de Evaluación de Cualidades Dinámicas y de Consumo*, 2006 - p 44.
- [12] José Antonio Ramalho, *SQL Server Iniciación y Referencia* – p 3.
- [13] Ivar Jacobson, Grady Booch, James Rumbaugh, *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*, Félix Varela 2004, 2009 –p 110.
- [14] Ivar Jacobson, Grady Booch, James Rumbaugh, *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*, Félix Varela 2004, 2009 - p 120
- [15] “Comunidad de desarrolladores. Diagrama de Clases de Diseño”; <http://www.clikear.com/manuales/uml/faseconstruccionbajonivel.asp>, 6 de abril del2006.

Bibliografía.

- [1] Comunidad de desarrolladores. Diagrama de Clases de Diseño
<http://www.clikear.com/manuales/uml/faseconstruccionbajonivel.asp>
- [2] Demis Peraza Bello, Alison Muños Capote, “Sistema de Evaluación de Cualidades Dinámicas y de Consumo”, 2006.
- [3] Escala Internacional de Temperatura, 1990.
- [4] Guía para la evaluación de la incertidumbre, ININ 1990.
- [5] Ivar Jacobson, Grady Booch, James Rumbaugh, “El Proceso Unificado de Desarrollo de Software”.
- [6] Jeff Ferguson, Brian Patterson, Jason Beres, Pierre Boutquin, Meeta Gupta, “La Biblia de C#”, Ediciones Anaya Multimedia 2003.
- [7] José Antonio Ramalho, “SQL Server Iniciación y Referencia”
- [8] “Norma Cubana”, 1990.
- [9] “Procedimiento TH-05 para la calibración por comparación de resistencias termométricas de platino”, Centro Español de Metrología. Edición Digital1.
- [10] Tom Archer, “A fondo C#”, 2001.
- [11] “Vocabulario Internacional de Metrología”, BIMP 2008.
- [12] “9935-M-Software, LongWarell, 2 chanel, Multiuser”;
<http://www.tequipement.net/Hart Scientific PriceList.html>.

Anexos.

Anexo 1. Prototipo: Presentación visual del sistema.



Anexo2. Prototipo: Interacción con el usuario.

Sistema de Calibración de Resistencias OTN Villa Clara

Proceso calibración Ver datos

Resistencia Patrón Calibración

Seleccione el instrumento de trabajo

C23

Aceptar

Nota: Si la resistencia no se encuentra en el sistema teclee la serie

Entrar datos del instrumento de trabajo

No. Serie: C23

Modelo: DIN

Fabricante: Alemania

Perteneiente: ELQUIM

Punto triple: 100.103123 [Hallar punto triple](#)

Entrar

Debe llenar todos los datos de la resistencia

Debug Documento Tesis1.doc [...] TesisFinal2.1.doc [Modo ...] Sistema de Calibració... ES Vinculos

Anexo3. Prototipo: Configurar Reporte.

Configurar página ? X

Papel

Tamaño: A4

Origen: Bandeja predeterminada

Orientación

Vertical

Horizontal

Márgenes (milímetros)

Izquierdo: 10 Derecho: 10

Superior: 10 Inferior: 10

Aceptar Cancelar Impresora...

Anexo 4. Prototipo: Tratamiento de errores.

