

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Electrónica



Refinadora Costarricense de Petróleo
RECOPE

" Prueba de Turbinas usando Probador Bidireccional "

Informe de Proyecto de Graduación para optar por el grado de
Bachiller en Ingeniería en Electrónica

Dennis Sánchez Fallas

Cartago, diciembre del 2000

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a la persona que más admiro, que más me ha enseñado y que más me ha apoyado.

El ejemplo que ha guiado y guiará siempre mi vida.

Con quien he compartido alegrías y tristezas. La que siempre tuvo palabras de aliento en este difícil camino.

A ella, de quien Dios me dio la dicha de ser hijo.

A mi madre

Agradecimiento

A Dios, por la vida para lograr este objetivo.

A mi familia, que nunca dudaron que lo lograría.

A Damaris, don Wilber y doña Alia, a quienes encontré en este camino y me apoyaron y aconsejaron durante gran parte de él.

A mis compañeros de estudio, con quienes compartí días y noches de sacrificio y satisfacciones.

A mis profesores, por que de todos sin excepción recibí educación con sello de excelencia.

Al personal de la Unidad de Instrumentación del plantel El Alto de RECOPE, por su aporte en el desarrollo de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1: Introducción	1
1.1 Descripción de la empresa	2
1.1.1 Descripción general	2
1.1.2 Descripción del departamento	3
1.2 Definición del problema y su importancia	4
1.3 Objetivos específicos	6
Capítulo 2: Antecedentes	7
2.1 Estudio del problema a resolver	8
2.2 Requerimientos de la empresa	13
2.3 Solución propuesta	16
Capítulo 3: Procedimiento metodológico	18
Capítulo 4: Descripción del hardware	23
4.1 Controlador lógico programable	24
4.2 Red DH+	27
Capítulo 5: Descripción del software	30
5.1 Software para enlace y monitoreo del proceso	31
5.2 Software para desarrollo de interfases y aplicaciones en PC	31
5.3 Software de programación de controladores	32

Capítulo 6: Análisis y resultados	33
6.1 Explicación del diseño	34
6.1.1 Procedimientos de la prueba	34
6.1.2 Interfases de usuario	39
6.1.3 Definición de las estructuras de datos	48
6.1.4 Diseño de las bases de datos de almacenamiento de resultados	52
6.1.5 Definición del programa del PLC para ejecutar una corrida	54
6.2 Alcances y limitaciones	58
Capítulo 7: Conclusiones y recomendaciones	59
7.1 Conclusiones	60
7.2 Recomendaciones	62
Bibliografía	63
Apéndices	65
Apéndice 1 Manual de usuario	66
Apéndice 2 Manual técnico	86
Apéndice 3 Ejemplos de reportes y gráficos estadísticos	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Turbina medidora de volumen	8
Figura 2.2	Probador bidireccional	9
Figura 2.3	PLC <i>Allen Bradley</i>	11
Figura 2.4	Diagrama de bloques de la solución	17
Figura 4.1	Vista frontal del PLC-5/20	25
Figura 4.2	Dispositivos que pueden usarse en una red DH+	29
Figura 6.1	Diagrama de flujo general	35
Figura 6.2	Diagrama de flujo de la rutina de la prueba	37
Figura 6.3	Ventana de ingreso	39
Figura 6.4	Ventana de selección de turbina	40
Figura 6.5	Ventana de cambio de clave	41
Figura 6.6	Ventana de cambio de parámetros	42
Figura 6.7	Ventana de acciones para turbina seleccionada	43
Figura 6.8	Ventana de datos estadísticos de la turbina seleccionada	44
Figura 6.9	Ventana de datos históricos de la turbina	45
Figura 6.10	Ventana de la prueba	46
Figura 6.11	Ventana de prueba de calibración con prueba correcta	48
Figura 6.12	Base de datos de factores de una turbina	53
Figura 6.13	Base de datos de usuarios	54
Figura 6.14	Diagrama de flujo de una corrida	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Requerimientos de la empresa	15
Tabla 4.1	Tabla de datos	26
Tabla 6.1	Registro para datos de la prueba	49
Tabla 6.2	Registro para resultados de corrida	50
Tabla 6.3	Registro para resultados de la prueba	51
Tabla 6.4	Grupos de caudal (m^3/h)	52
Tabla 6.5	Grupos de densidad (kg/m^3)	52

RESUMEN

La adecuada medición de la cantidad de combustible que pasa por el oleoducto de la Refinadora Costarricense de Petróleo, permite un estricto control del trasiego de los diferentes productos para evitar pérdidas por robos o fallas.

Esta medición es efectuada por unas turbinas medidoras de flujo, conectadas a unos dispositivos llamados PLC. Como todo instrumento de medición, las turbinas deben ser calibradas constantemente para asegurar que las mediciones sean confiables.

La calibración de las turbinas debe realizarse bajo normas establecidas por el Instituto Americano del Petróleo (API). Estas normas incluyen el uso del probador bidireccional y cálculos de factores que corrigen el volumen medido por la turbina.

El objetivo del proyecto, fue el desarrollo de un sistema que permitiera la calibración de las turbinas desde una PC, bajo las normas del API; que se ejecutara sobre una plataforma de monitoreo de proceso industriales llamada RSView32, y que usara la red de área local industrial DH+ para conectar la PC con el PLC de la turbina. Además el sistema debía crear una base de datos con los resultados de cada calibración, para hacer análisis estado las turbinas. Este objetivo fue alcanzado al finalizar el proyecto.

Dentro de las actividades principales que se desarrollaron en el proyecto se encuentra el estudio de las normas del API, el aprendizaje de la programación de los PLC y de la plataforma de monitoreo RSView32. Investigación del estándar DH+ y la programación en Visual Basic para hacer el software para la PC.

Palabras claves: Probador Bidireccional; RSView32®; RECOPE; PLC; API; Turbinas medidoras de flujo; DH+; Visual Basic®; Calibración.

ABSTRACT

The correct mensuration of the quantity of fuel that goes by pipeline of Refinadora Costarricense de Petróleo, allow an estrict control of differents products to avoid losses due robberies or flaus.

This mensuration is made by turbines liquid meters, conected to devices called PLC. As all mensuration instrument, the turbines must be calibrated constantly to assure correct mensurations.

The calibration of turbines must be made under the norms settled down by de American Petroleum Institute (API). These norms include the use of bidirectional prover and calculations of factors that correct the volume measured by the turbine.

The objective of the project was develop a system that allow the calibration of the turbines from a PC, under the norms of API. This system runs over a monitoreo platform of industrial process called RSView32, and use the industrial local area network DH+ to connect the PC with the PLC of turbine. Also, must create a database with the results of each calibration, to make stadistical analysis to the turbines. This was reached at the end of the project.

The main activities that were developed in the project are: the study of the API norms, the learning of PLC programation, investigation of the monitoreo platform RSView, DH+ standart and Visual Basic programation to make the PC software for the calibration.

Key words: Bidirectional Prover; RSView32®; RECOPE; PLC; API; Flowmeter turbine; DH+; Visual Basic®; Calibration.

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la empresa

1.1.1 Descripción general

La Refinadora Costarricense de Petróleo es la empresa que se encarga de refinar, transportar y comercializar a granel el petróleo y sus derivados, mantener y desarrollar las instalaciones necesarias para ello y ejercer, en lo que corresponda, previa autorización de la Contraloría los planes de desarrollo del sector energía, conforme al Plan Nacional de Desarrollo.

Con el apoyo técnico de “ Pure Oil Company “, en 1961 un grupo de costarricenses fundó la sociedad anónima “ Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. “ y presentaron ante el Ministerio de Industria una propuesta para construir una refinadora en el país.

En 1963 se aprobó en la Asamblea Legislativa la Ley No. 3126 que permitió la construcción de una refinadora en la provincia de Limón, la cual se concluyó en 1966 teniendo una capacidad de 795 m³ diarios. Ese mismo año, se inició la construcción del oleoducto desde Moín hasta El Alto de Ochomogo.

Desde ese momento hasta la actualidad RECOPE ha pasado por muchas etapas de crecimiento y desarrollo. Entre éstas se destacan el paso a manos del Estado en 1974, el aumento de su capacidad productiva, las explotaciones petrolíferas y la ampliación de su oleoducto.

Hoy en día RECOPE cuenta con cuatro planteles de distribución ubicados en Limón, La Garita, Barranca y el Alto de Ochomogo, además de dos estaciones de bombeo ubicadas en Siquirres y Turrialba.

Una tubería (poliducto) une a todos los planteles y traslada los productos terminados desde la refinería a las distintas terminales, recorriendo un trayecto de aproximadamente 352 km.

El petróleo crudo traído por los buques tanque se recibe en el muelle petrolero y se bombea hasta los depósitos de la refinadora. En ocasiones el buque trae productos terminados como gasolina, diesel, kerosene, etc. El crudo se somete a una serie de procesos químicos para transformarlo en productos de usos específicos.

RECOPE produce cerca de 16 diferentes combustibles: gasolina Súper Eco, Bio-Plus, Diesel, naftas, búnker, asfalto, gas licuado, queroseno, combustibles para barcos y aviones de turbina, entre otros.

Actualmente RECOPE cuenta con aproximadamente 1800 empleados distribuidos en todos los planteles a nivel nacional. Su Presidente Ejecutivo es el Ing. Gerardo Rudín Arias.

Un 68% de los ingresos de la Empresa se destinan a la compra de hidrocarburos en el exterior (crudo y productos terminados) y comercializa el 70% de la energía que demanda Costa Rica.

Esto convierte a RECOPE en una de las instituciones más importantes para el desarrollo nacional.

1.1.2 Descripción del departamento

El proyecto se desarrolló en la Unidad de Instrumentación, adscrita al Departamento de Mantenimiento de la Gerencia de Distribución, en el plantel El Alto en Ochomogo de Cartago.

Esta unidad tiene como misión principal el mantener en óptimas condiciones de operación y en su mayor grado de eficiencia, los equipos de instrumentación y sistemas de medición que utiliza la red de oleoductos y planteles de distribución de RECOPE, así como de colaborar en los procesos de modificación y mejora de los sistemas existentes.

Actualmente el jefe de la Unidad de Instrumentación es el Ing. Jeoffrey Gutiérrez Calvo, Ingeniero en Mantenimiento Industrial. La unidad cuenta con un total de 21 empleados entre ingenieros, técnicos y operarios.

1.2 Definición del problema y su importancia

La calibración de turbinas medidoras de volumen, es una de las actividades más importantes que realiza la Unidad de Instrumentación.

La prueba debe cumplir con los estándares impuestos por el Instituto Americano de Petróleo, API por sus siglas en inglés.

Para cumplir con estos estándares, la prueba de turbinas debe realizarse utilizando un sistema llamado probador bidireccional. Este probador tiene un volumen certificado por la fábrica.

Lo que se hace es comparar el volumen medido por la turbina con el volumen de certificado del probador, además se consideran factores y constantes físicas tanto del probador como de la turbina. Al final de la prueba se obtiene un factor de corrección de volumen para la turbina.

El factor de corrección se calcula con los datos obtenidos durante la prueba. La temperatura, la presión, la densidad del producto y por supuesto el volumen medido por la turbina, son datos que se registran durante la prueba.

La prueba de calibración se lleva a cabo desde una PC. Desde esta se inicia la prueba, se monitorean los datos y se calcula el factor de corrección. En la PC se encuentra instalado el software especial para esto.

Las turbinas deben estar correctamente calibradas para poder medir la cantidad de producto que se trasiega. Así se tiene un debido control de almacenamiento y distribución y permite determinar fallas o robos en el oleoducto.

Actualmente RECOPE se encuentra en proceso de actualización de sistemas. Esto ha hecho que el sistema con el que se efectúa la prueba actualmente, no sea compatible con los nuevos sistemas y tenga más desventajas que ventajas. El software fue desarrollado hace 6 años y presenta limitaciones.

El sistema actual no permite que se utilicen herramientas de ambiente Windows para hacer interfases amigables para el usuario, la utilización de DDE¹ para crear bases de datos de resultados, gráficos de comportamiento en el tiempo, etc.

El mantenimiento de las turbinas exige la creación de una base de datos con los resultados de la prueba, con esta además es posible hacer análisis estadísticos.

Por lo tanto la prueba debe realizarse con un sistema nuevo, con más herramientas y que siga cumpliendo con los estándares del API².

¹ Intercambio Dinámico de Datos, por sus siglas en inglés.

² Véase Capítulo 2, Sección 2.1 para más detalles.

1.3 Objetivos específicos

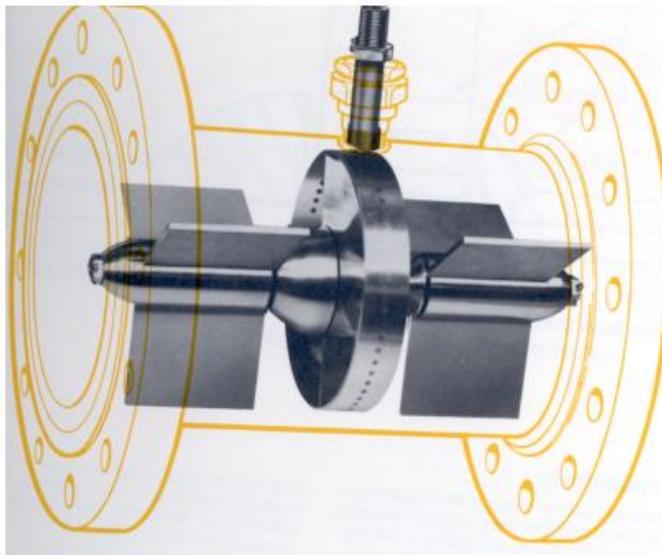
1. Investigar el funcionamiento del Probador Bidireccional.
2. Investigar el funcionamiento de los PLCs de Control del Probador Bidireccional.
3. Investigar sobre el set de instrucciones de **RSview32**.
4. Investigar sobre la utilización de herramientas de **Visual Basic** desde **RSview32**.
5. Analizar ejemplos de aplicaciones similares con **RSview32** y **Visual Basic**.
6. Diseñar el software para la PC.
7. Implementar el software.
8. Realizar las pruebas del sistema.
9. Realizar correcciones al sistema.
10. Realizar las pruebas finales al sistema.
11. Preparar la documentación final del proyecto.
12. Realizar la presentación a la empresa y las capacitaciones necesarias.

CAPÍTULO 2
ANTECEDENTES

2.1 Estudio del problema a resolver

Actualmente, para medir la cantidad de fluido que se bombea de una estación a otra, se utilizan turbinas que generan unos pulsos. La relación entre la cantidad de pulsos y el volumen se determina con una constante de fábrica de la turbina llamada K, que está en unidades de pulsos por metro cúbico.

En la figura 2.1 se puede ver un tipo de turbina que se utiliza en RECOPE para medir volumen.



Manual Turbina Daniel

Figura 2.1 Turbina medidora de volumen

Del volumen medido por la turbina se obtiene el cálculo del caudal (m^3/h) con ayuda de un módulo de cómputo de caudal (CFM), el cual se encuentra instalado en el PLC que controla a la turbina. Esto significa que los inspectores pueden saber cuanto producto se ha trasegado al cabo de 1, 2, 3 o más horas.

Como todo instrumento de medición, con el uso y el paso del tiempo las turbinas tienden a descalibrarse, por lo que los valores medidos puede que no correspondan a la realidad. Es por ello que dentro de las funciones de la Unidad de Instrumentación se encuentra el mantener estos instrumentos de medición en buen estado.

Para calibrar la turbina se utiliza un sistema llamado Probador Bidireccional, el cual se puede observar en la Figura 2.2. Este sistema tiene un volumen certificado por la fábrica. El probador es utilizado para la calibración de un medidor de líquido en aplicaciones de transferencia bajo custodia. La calibración se hace al comparar el volumen medido por la turbina, con el volumen calibrado del probador.

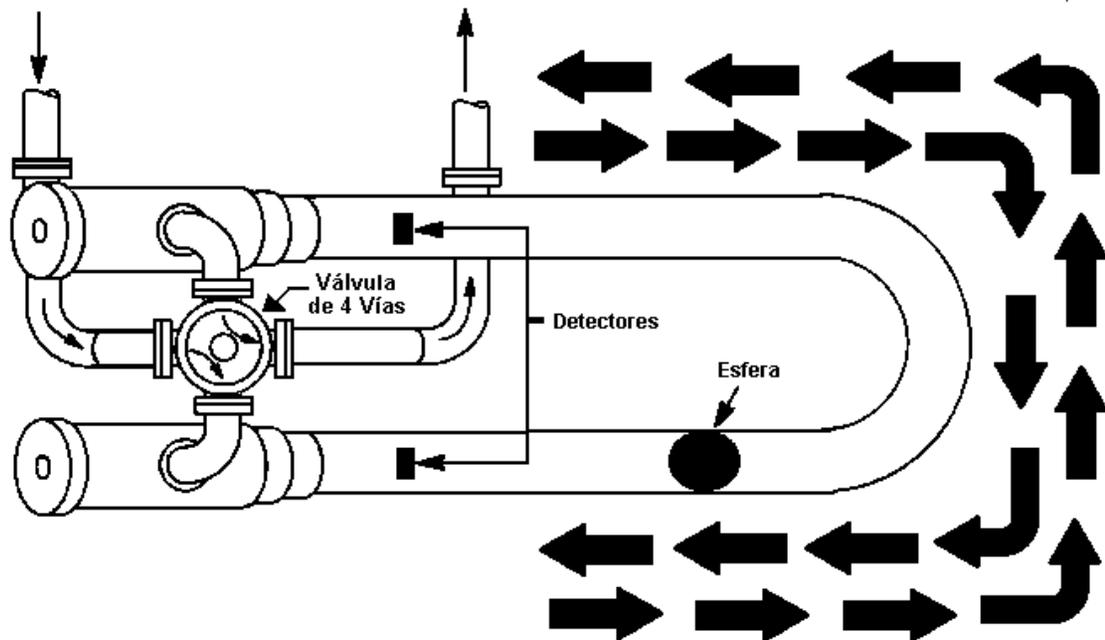


Figura 2.2 Probador bidireccional

La prueba consiste en abrir la válvula de cuatro vías de forma tal que el líquido fluya en sentido antihorario y empuje la esfera que pasa por ambos detectores. Cuando esto sucede, se procede a cambiar de posición la válvula para que ahora el líquido fluya en sentido horario, haciendo que la esfera pase nuevamente por los detectores. Se suman la cantidad de pulsos totales que se dieron en la turbina durante el viaje de la esfera por el tubo del probador. Este dato junto con la densidad, la temperatura y la presión se usa para calcular el volumen que midió la turbina.

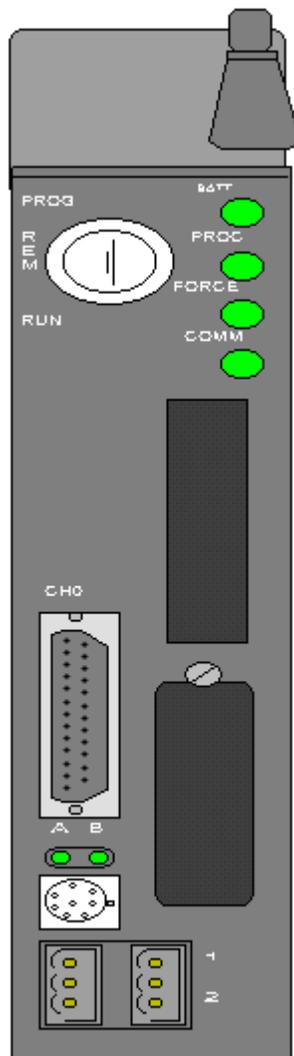
Al viaje de la esfera por el tubo del probador se le denomina corrida.

Se necesitan cinco corridas válidas consecutivas para obtener un promedio del volumen medido por la turbina. Para que una corrida sea válida, la cantidad de pulsos medidos por la turbina debe estar dentro de cierta tolerancia. Se ejecuta un máximo de 10 corridas, o sea si en la séptima corrida el valor medido sale del rango de tolerancia, la prueba se aborta y debe realizarse de nuevo.

Una vez que la prueba se ejecuta correctamente, se obtiene el valor promedio del volumen medido por la turbina.

Al comparar este valor con el del volumen certificado del probador, se determina un factor con el que se corrige el volumen medido.

Los pasos del procedimiento de la prueba (cambiar de posición la válvula, medir la temperatura, medir la presión, la cantidad de pulsos, etc.) son realizados por un PLC-5/20 marca *Allen-Bradley*. En la figura 2.3 se puede observar la representación de uno de estos PLC en RSVIEW32.



RSView32

Figura 2.3 PLC *Allen Bradley*

El procedimiento de cálculo del factor correctivo se desarrolla en una PC dedicada, por lo que ésta debe contar con un software especial para comunicarse con el PLC. La PC extrae del PLC la información necesaria para realizar los cálculos.

El probador bidireccional se encuentra instalado en un camión que permite transportarlo a cualquier turbina del oleoducto para su calibración.

Es necesaria una buena calibración de las turbinas para medir adecuadamente la cantidad de producto que se tiene almacenada en cualquier momento.

Con lo anterior se tiene un control y se evitan posibles robos. También es necesaria la calibración para detectar fallas en el oleoducto. Esto se lleva a cabo por la comparación entre los valores de volumen y presión de las diferentes turbinas.

Por lo tanto la calibración de las turbinas ayuda a evitar pérdidas por falta de control y pérdida de producto por fugas.

Actualmente la plataforma de monitoreo de RECOPE es **CONTROLView**, pero se está llevando a cabo un cambio de plataforma a **RSView32**. El sistema de calibración actual corre sobre **CONTROLview**, por lo que al efectuar el cambio de plataforma ya no se podrá utilizar.

CONTROLview es un software desarrollado para comunicarse desde la PC con PLCs de la serie 5 de *Allen-Bradley*. Utiliza el lenguaje **C++** para crear las aplicaciones de la PC, lo que limita su uso a *MS-DOS*. Por lo tanto no pueden utilizarse las herramientas que brinda Windows.

Por el contrario, **RSview32** es un software desarrollado por la empresa *Rockwell Software*, que al igual que **CONTROLview** permite comunicarse con los PLC, pero la diferencia radica en se pueden utilizar las herramientas de Windows, debido a que utiliza el lenguaje **Visual Basic** para crear las aplicaciones de la PC.

Dentro de la solución proyectada por la empresa, se pretende utilizar el lenguaje **RSview32** para comunicarse con los PLC, usando la red **DH+**. La intención es crear, usando **Visual Basic** como herramienta, un programa con una interfase amigable para el usuario, además de poder utilizar otras herramientas de Windows. Así se pueden crear bases de datos con fines estadísticos, archivos de reportes y lo más importante, los cálculos del factor correctivo del volumen medido por la turbina bajo las normas de la API.

La red **DH+** (Data Highway Plus), se usa para comunicar la PC con el PLC a una velocidad de 56 kBaudios o más³.

El proyecto es de urgencia debido a que el actual sistema de calibración presenta limitaciones y requiere de una actualización pronta.

Con el desarrollo del proyecto la empresa espera actualizar el sistema y seguir manteniendo los instrumentos de medición de volumen en óptimas condiciones. El proyecto es de alta rentabilidad debido a que la empresa ya cuenta con los equipos necesarios (hardware) y con los paquetes de programación (software).

2.2 Requerimientos de la empresa

El software de la prueba debe utilizar **RSview32** para monitorear las variables del proceso. Esto se debe a que **RSview32** se está instalando como nueva plataforma para los sistemas de RECOPE.

Se debe utilizar la red **DH+** ya que el PLC de la prueba tiene el canal para la red libre, o sea no tiene dispositivos conectados a ese canal.

³ Véase Capítulo 4, Sección 4.2.

Otro de los requerimientos de la empresa es que el software de la prueba tenga interfase amigable con el operador. Al usar **RSview32**, se utiliza como herramienta **Visual Basic**, lo que permite cubrir este requerimiento.

Se debe dar la orden de inicio de la prueba desde la PC, para ello el programa cuenta con la opción correspondiente. Esto es factible debido al uso de **RSview32** que permite escribir ordenes al PLC desde la PC.

Cada uno de los pasos de la prueba son monitoreados desde la PC. Para esto se implementa una interfase en la cual puedan ser observados todos los parámetros que se registran en la prueba (presión, temperatura, densidad, cantidad de pulsos, etc.).

Entre los requerimientos más importantes está el cálculo del factor de corrección del medidor bajo los estándares del API. **Visual Basic** permite crear la rutina de cálculo del factor de corrección.

Otro de los requerimientos importantes consiste en crear una base de datos con los resultados de la prueba (factor y fecha). También Visual Basic permite el intercambio dinámico de datos (DDE) con otras aplicaciones de Windows, como Excel y Access para la creación de bases de datos.

Los requerimientos de la creación de gráficos estadísticos a partir de la base de datos y generar un reporte al final de la prueba se logran con la manipulación de Excel desde Visual Basic.

En la tabla 2.1 se muestra un resumen de los requerimientos de la empresa con respecto a los resultados del proyecto.

Tabla 2.1 Requerimientos de la empresa

1	Usar RSview32.
2	Usar la red DH+.
3	Tener una interfase amigable.
4	Dar la orden de inicio de la prueba desde la PC.
5	Monitorear la prueba.
6	Calcular el factor de corrección.
7	Crear una base de datos con los resultados de la prueba (factor y fecha).
8	Crear gráficos estadísticos a partir de la base de datos.
9	Generar un reporte.

2.3 Solución propuesta

Para poder realizar la calibración de las turbinas, se pretende que desde la computadora instalada en la estación sea dada la señal de inicio de la prueba. Para ello, la PC envía los comandos específicos al PLC-5/20 de *Allen-Bradley*, para que se inicie la secuencia de prueba.

Una vez que la prueba ha sido iniciada, la PC se comunica con el PLC para extraer la información. Esta información leída del PLC es desplegada en pantalla y es necesaria para realizar los cálculos del factor correctivo.

Estos cálculos se realizan considerando la temperatura, la densidad y la presión del producto, la cantidad de pulsos registrados por la turbina durante la prueba y las dimensiones y constantes del probador bidireccional y de la turbina.

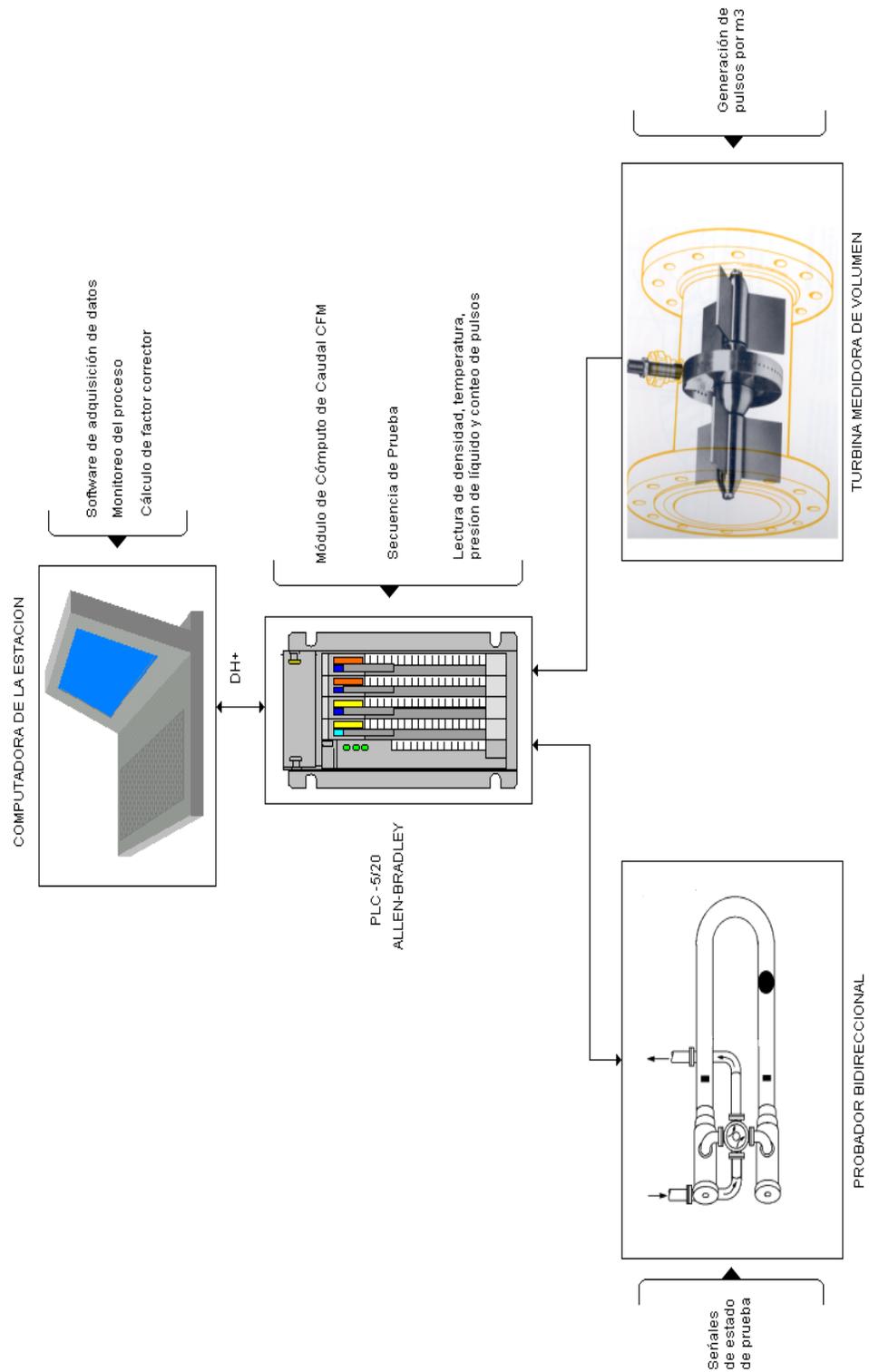
La idea es que con estos resultados se genere una base de datos que se pueda usar para fines estadísticos y de control de mantenimiento.

En la figura 2.4 se puede observar un diagrama con la interrelación entre las diferentes partes del sistema.

El software que se debe instalar en la PC debe ser en ambiente Windows, por lo tanto se usó el lenguaje **RSview32** para su desarrollo. **RSview32** es un software que tiene capacidad para comunicarse con PLC de la serie 5 de *Allen-Bradley* y puede usar **Visual Basic** para crear aplicaciones para Windows.

Las aplicaciones de Windows van desde la implementación de una interfase amigable para el operador, hasta la creación de bases de datos y gráficos estadísticos.

La conexión entre la PC y el PLC se realizó utilizando la red **DH+** de *Allen Bradley* que es un estándar que ya está establecido por esa empresa.



PAINTBRUSH

Figura 2.4 Diagrama de bloques de la solución

CAPÍTULO 3
PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

La metodología seguida para alcanzar los objetivos en el proyecto se presenta a continuación. Las actividades están numeradas.

1. Investigar el funcionamiento del Probador Bidireccional:

Esta etapa se llevó a cabo con ayuda del Manual del Probador Bidireccional. Otra de las actividades fue ver la máquina funcionando con el sistema existente. Se habló con el operador encargado de manipular la máquina. Se investigó en Internet acerca de los probadores bidireccionales y de la prueba de calibración de turbinas.

2. Investigar el funcionamiento de los PLC de control del Probador Bidireccional:

Esta etapa se llevó a cabo estudiando los Manuales de los PLC *Allen Bradley*. Dentro de los manuales estudiados están: el manual de usuario, el manual de instrucciones y el de instalación. Se revisó la documentación que dejó la empresa ELVATRON cuando desarrolló el programa con la secuencia en 1995. De esta documentación se analizó el diagrama de la escalera para observar la programación, así como los diagramas de flujo.

3. Investigar sobre el set de instrucciones de **RSview32**:

Esta parte se llevó a cabo utilizando la ayuda que da el mismo software (HELP). Se estudió el Manual de Usuario, que trae el set de instrucciones. Se realizaron investigaciones en Internet para encontrar proyectos similares al que se está desarrollando. Se consultó a programadores que ya han utilizado dicho software.

4. Investigar sobre la utilización de herramientas de **Visual Basic** desde **RSview32**:

Al igual que la etapa anterior esta se desarrolló utilizando la ayuda de **RSview32**. También se usaron manuales de **Visual Basic** versiones 5.0 y 6.0. Se investigó en Internet y se obtuvieron rutinas de creación de bases de datos en Access y Excel.

5. Analizar ejemplos de aplicaciones similares con **RSview32** y **Visual Basic**:

Se revisaron los ejemplos obtenidos en las etapas anteriores y con esto se logró adaptar parte de esos ejemplos a las rutinas que se tenía planeado ejecutar en el proyecto.

6. Diseñar el software para la PC:

Se diseñaron las interfases desde las cuales se ejecuta la prueba. También se definieron las estructuras de datos en las que se almacena la información recopilada durante la prueba. Se diseño el procedimiento de monitoreo del proceso. También se diseñaron las diferentes interfases de usuario para acceder a las bases de datos.

7. Implementar el software:

Esta etapa se llevó a cabo una vez finalizada la anterior, y se utilizó toda la información recopilada además del diseño elaborado en la etapa anterior. Se utilizó el software **RSview32** para enlazar el PLC con la PC y **Visual Basic** para la elaboración del programa. Se crearon las bases de datos en Access, y los archivos de reporte y de gráfico en Excel.

8. Realizar las pruebas del sistema:

Se elaboró un programa para el PLC que simulara el viaje de la esfera por el tubo del probador. Se conectaron los dispositivos para simular la turbina y el paso de la esfera por los detectores del probador (generador de pulsos, relay de estado sólido y módulo CFM). Se programó en el PLC el diagrama de la escalera que se ejecuta en el PLC de la prueba. La PC con el software diseñado e implementado en las etapas anteriores, se conectó al PLC. Se corrieron las pruebas y se detectaron las fallas en software.

9. Realizar correcciones al sistema:

Se corrigió el despliegue en pantalla de los datos obtenidos de la prueba. También se corrigió la impresión del reporte que se emite al final de la prueba. Estas correcciones se hicieron con ayuda del jefe de la Unidad de Metrología. Se corrigió la etapa de generación del gráfico de factores. Se agregó la interfase del password de entrada y la de cambio de password. Se mejoró la presentación de las diferentes interfases.

10. Realizar las pruebas finales al sistema:

Una vez corregidos los errores en la etapa anterior, se corrieron nuevas pruebas y se comprobó el correcto funcionamiento del sistema. Esta comprobación la hizo el ingeniero a cargo del proyecto y fue aprobada por el resto de los ingenieros de la Unidad Instrumentación.

11. Preparar la documentación final:

La documentación elaborada incluyó los comentarios a todo el código fuente del software de la PC. Se elaboró un manual de usuario. En este se explica paso a paso la ejecución de cada una de las funciones del sistema; este manual es para el operador. Se elaboró también un manual técnico. Este manual es el que explica todos y cada uno de los procedimientos que se ejecutan en las funciones del sistema. Se hizo basado en los comentarios del código fuente; este manual es para el ingeniero a cargo del proyecto. El documento final de esta etapa es el presente informe del proyecto.

12. Realizar la presentación a la empresa y las capacitaciones necesarias:

Esta etapa se llevó a cabo con ayuda de las herramientas audiovisuales de la empresa. En la presentación final se entregó el informe del proyecto y los manuales a sus correspondientes usuarios. Posteriormente a los usuarios se les dio la respectiva capacitación con ayuda de esos manuales.

CAPÍTULO 4

DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE

4.1 Controlador lógico programable

El controlador lógico programable usado para realizar la prueba es un PLC-5/20. En la figura 4.1 se observa la vista frontal de un PLC de este tipo.

Dentro de las características principales de este PLC se encuentra la memoria de datos de 16 kbytes.

Puede ser utilizado en modo adaptador (esclavo), o en modo escáner (maestro).

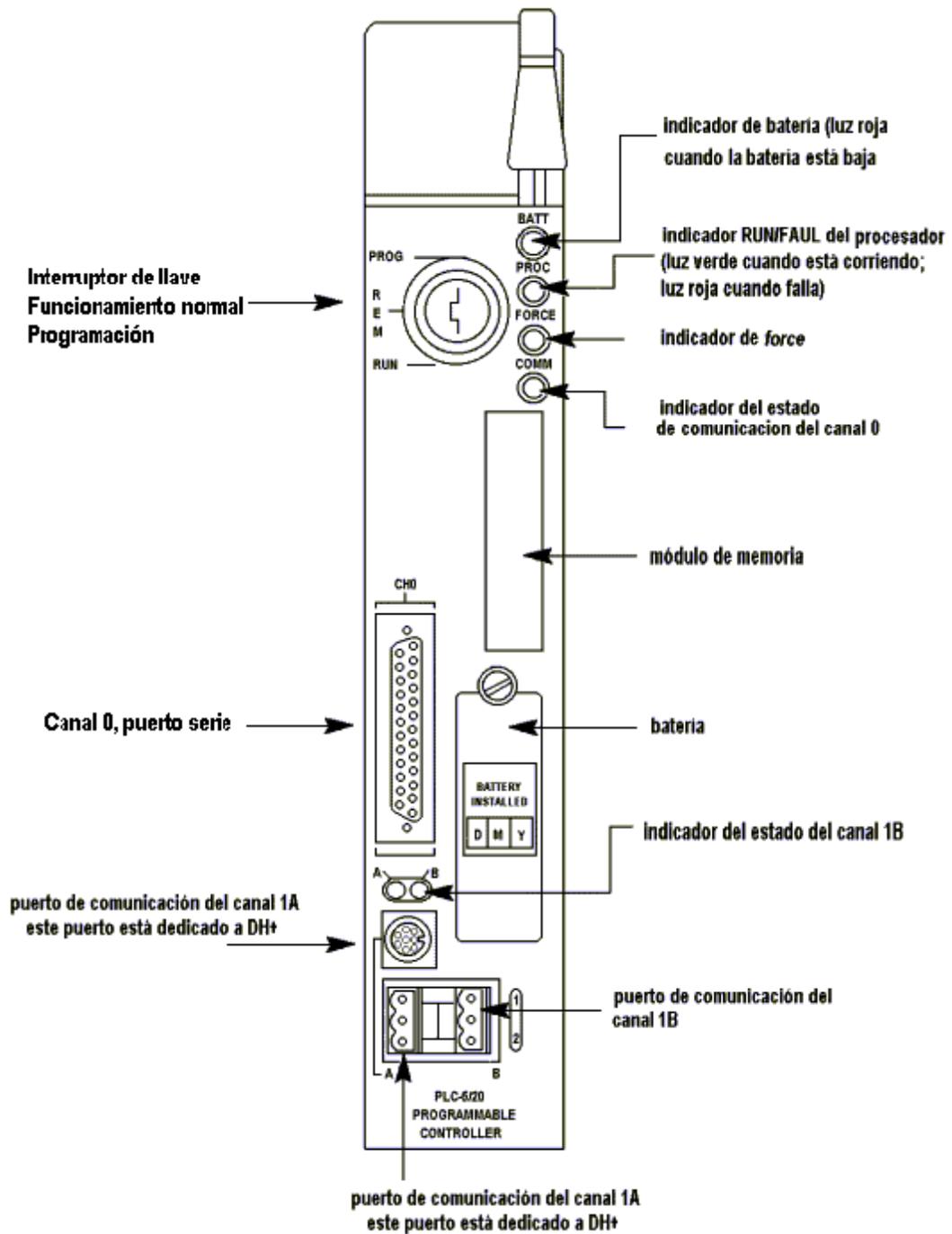
Para comunicarse tiene un canal exclusivo para red **DH+** y un puerto en serie RS-232, RS-422 o RS-423.

El PLC-5/20 puede ser residente en un chasis de 4 ranuras (1771-A1B) o de 8 ranuras 1771-A2B, dependiendo de las necesidades.

Dentro de los 16 kbytes de memoria, se encuentran diferentes tipos de datos. En la tabla 4.1 se puede observar la tabla de datos con sus respectivas características.

Esto significa que en PLC se pueden hacer cálculos con punto flotante o con enteros, verificar el estado del PLC y del proceso, etc.

El set de instrucciones del PLC cuenta con instrucciones definidas para activar o desactivar relés, programar temporizadores y contadores. También hay instrucciones lógicas, instrucciones para cálculo y comparación, control de programa y transferencia de memoria por bloques, entre otras.



MANUAL PLC-5/20

Figura 4.1 Vista frontal del PLC-5/20

Tabla 4.1 Tabla de datos

Descripción del archivo	Número (archivo predeterminado)
Imagen de salida O	0
Imagen de entrada I	1
Estado S	2
Bit (binario) B	3-999 (3)
Temporizador T	3-999 (4)
Contador C	3-999 (5)
Control R	3-999 (6)
Entero N	3-999 (7)
Punto flotante F	3-999 (8)
ASCII A	3-999
BCD D	3-999
Transf. en bloques BT	3-999
Mensaje MG	3-999

Al PLC están conectados los módulos que reciben información de la prueba. Uno de estos módulos es de entradas analógicas, llamado módulo IFE. A este módulo se alambran los sensores de temperatura y presión del producto, en la turbina y en el probador. Los transductores⁴ conectados al módulo tienen valores de corriente de 4 a 20 mA.

Otro de los módulos importantes durante la prueba es el módulo de cálculo de caudal (CFM). A éste se alambran los interruptores del probador y la señal de pulsos de la turbina. Para calcular el caudal, el CFM abre una ventana de tiempo en la que cuenta la cantidad de pulsos generados por la turbina.

Para transferir la información desde estos módulos al PLC, se utiliza la característica de transferencia de memoria por bloques que está disponible en el PLC-5/20. La transferencia se ejecuta cada vez que el PLC así lo solicite a los módulos. La programación inicial de éstos se efectúa también utilizando transferencia de memoria por bloques.

4.2 Red DH+

Los sistemas DH+ (Data Highway Plus) de Allen Bradley son redes de área local (LAN) industriales. Mediante estas redes se conectan controladores programables, estaciones de trabajo y otros dispositivos que puedan comunicarse e intercambiar datos entre ellos. Un sistema de cable es el medio físico de transmitir los datos entre nodos. En las redes DH+ un nodo es una interfaz de hardware.

⁴ Componentes que transforman valores físicos en señales eléctricas, p.ej.: temperatura, presión, etc.

La red DH+ permite comunicaciones a velocidades de 57.6 k, 115.2 k y 230.4k baudios. El largo máximo del cable red es de 3048 m (10000 ft) a 57.6k baudios.

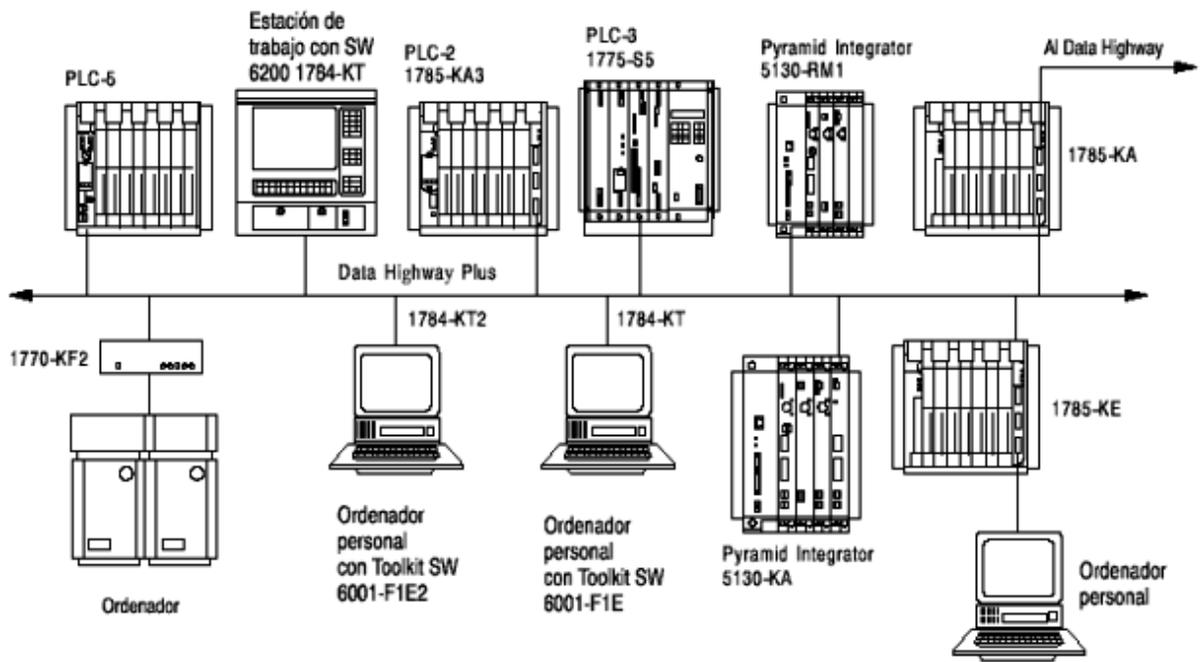
La red es utilizada por los PLC de la serie 5 de *Allen Bradley* y por el SLC 5/04. Se utiliza para el monitoreo de datos y estado del proceso, también permite programar cualquier dispositivo conectado a la red desde una estación de trabajo.

En la figura 4.2 se observa los dispositivos que pueden conectarse a una red DH+.

La red DH+ usa el protocolo de paso del testigo (*token-passing*), para permitir que los nodos en la red transmitan mensajes por el cable. Con el protocolo de paso del testigo, solo el nodo que posee el testigo puede transmitir mensajes. Un nodo es el maestro durante todo el tiempo que posee el testigo. Así es como rotan los nodos para tener la maestría de la red.

En la red DH+, los módulos de interfaz controlan el acceso a la red localmente. Esto significa que si un módulo tiene un fallo, los otros módulos continúan comunicándose en la red.

En muchas aplicaciones, los nodos en una red DH+ necesitan comunicarse con dispositivos tales como terminales de gráficos a color, robots, controladores de movimiento, entre otros. Para conectar éstos dispositivos a un módulo interfaz DH+, se debe utilizar otro cable. El módulo interfaz y el cable que se usa depende del dispositivo que se desee conectar.



MANUAL DH+

Figura 4.2 Dispositivos que pueden usarse en una red DH+

CAPÍTULO 5
DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

5.1 Software para enlace y monitoreo del proceso

RSview32 es un software basado en Windows para creación y puesta en marcha de aplicaciones en adquisición de datos, monitoreo y control (SCADA⁵).

Diseñado para uso en ambientes Windows 2000, Windows NT y Windows 9x, contiene herramientas para la creación de todos los aspectos de una interfase humano-máquina (MHI), incluyendo despliegues gráficos animados en tiempo real, resúmenes de alarmas e informes.

Integra *Rockwell Software* y *Microsoft*, para maximizar el desempeño. Contiene editores para crear interfases humano-máquina.

Usando el modelo de objetos de **RSview32** con aplicaciones de Visual Basic, se puede interactuar con otros programas de Windows, tales como Microsoft Access, Microsoft Excel y otros.

5.2 Software para desarrollo de interfases y aplicaciones en PC

El sistema de programación **Visual Basic**, permite desarrollar aplicaciones de Windows fácilmente. Combinando las posibilidades del lenguaje Basic con herramientas de diseño visual, proporciona simplicidad y facilidad de uso, sin sacrificar prestaciones o las características básicas que hacen de Windows un entorno amigable para trabajar.

Visual Basic es uno de los lenguajes de programación que admite la programación llamada “ Orientada a eventos ”, un estilo de programación especialmente adaptado a las interfases gráficas de usuarios.

⁵ *Supervisory Control and Data Acquisition*, Control de Supervisión y Adquisición de Datos.

Otro tipo de programación que se puede implementar con **Visual Basic**, es la programación orientada a objetos, con la cual se pueden utilizar programas de ambiente Windows como herramienta.

El lenguaje incluye una herramienta de creación de base de datos, un conjunto de cuadros de diálogo estándar, que se ocupa de las tareas habituales de interfase con el usuario y un control OLE (enlace e incrustación de objetos), entre otras herramientas. El control OLE fue utilizado en el proyecto para desplegar el gráfico estadístico en pantalla.

5.3 Software de programación de controladores

El software **RSLogix5** es un paquete para programación en escalera para Windows de 32 bits, especial para procesadores de PLC 5

Opera en ambientes Microsoft Windows 2000, Windows NT y Windows 9x. Es compatible con programas creados con cualquier otro software para PLC 5.

Entre la principales funciones de **RSLogix 5** se incluyen:

- a. Un editor de diagramas de escalera
- b. Verificador de errores
- c. Posibilidad de observar las tablas de datos simultáneamente con el programa en escalera.
- d. Búsqueda y sustitución de valores en una determinada dirección.
- e. Posibilidad de incluir comentarios dentro del diagrama en escalera.

CAPÍTULO 6
ANÁLISIS Y RESULTADOS

6.1 Explicación del diseño

El diseño del sistema para la prueba, se puede dividir en cinco partes:

- a. Diseño de los procedimientos del sistema.
- b. Definición de las interfases de usuario.
- c. Definición de las estructuras de datos, de acuerdo a los datos que se leen del PLC.
- d. Diseño de las bases de datos de almacenamiento de resultados.
- e. Definición del programa del PLC para ejecutar una corrida.

A continuación se detalla cada parte.

6.1.1 Procedimientos de la prueba

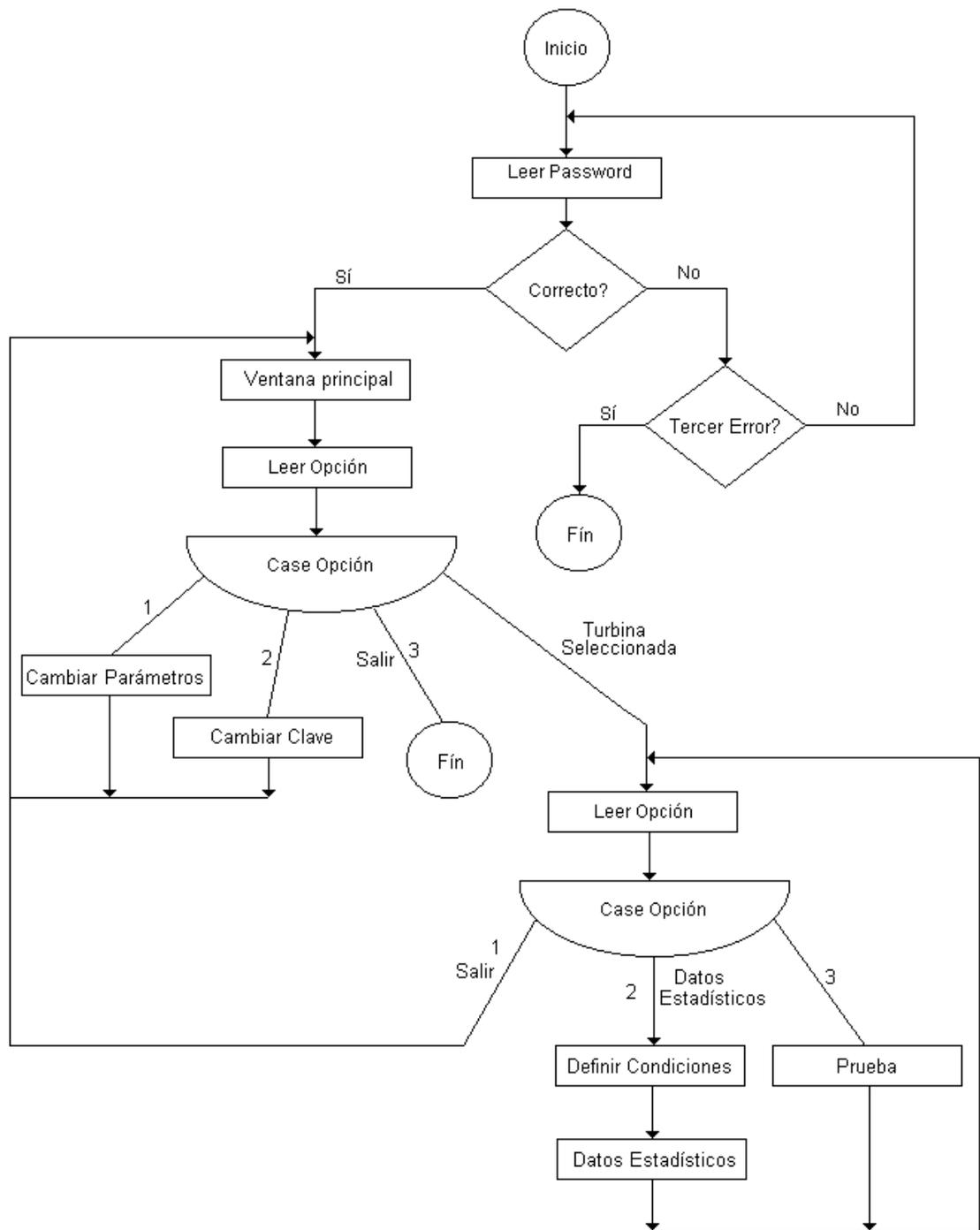
El procedimiento más importante del sistema es el que ejecuta la prueba. Sin embargo, al existir procedimientos para acceder a las bases de datos, hubo que definir un programa general que contempla todas las opciones mencionadas.

La figura 6.1 muestra el diagrama de flujo general del sistema.

Al iniciar programa, se solicita el ID y la clave del usuario.

Si se introducen datos erróneos tres veces consecutivas, el sistema se cierra automáticamente.

Cuando los datos son correctos, se ingresa a la ventana principal del programa. Desde la ventana principal se pueden realizar cuatro acciones.



PAINTBRUSH

Figura 6.1 Diagrama de flujo general

La primera es el cambio de los parámetros del probador bidireccional. Otra opción es el cambio de clave del usuario que está ejecutando el software. Estas dos funciones no se relacionan con ninguna turbina medidora en particular.

La tercera opción que se ejecuta desde la ventana principal es la de salir, con la cual se termina la ejecución del programa.

La cuarta es la de selección de turbina. Cuando se elige esta opción, se puede escoger entre dos caminos. La verificación de los datos estadísticos correspondientes a esa turbina o la realización de la prueba de calibración.

Para ver los datos estadísticos de la turbina seleccionada, hay que definir las condiciones de caudal y densidad. Esto debido a que se pueden tener diferentes factores para las diferentes condiciones.

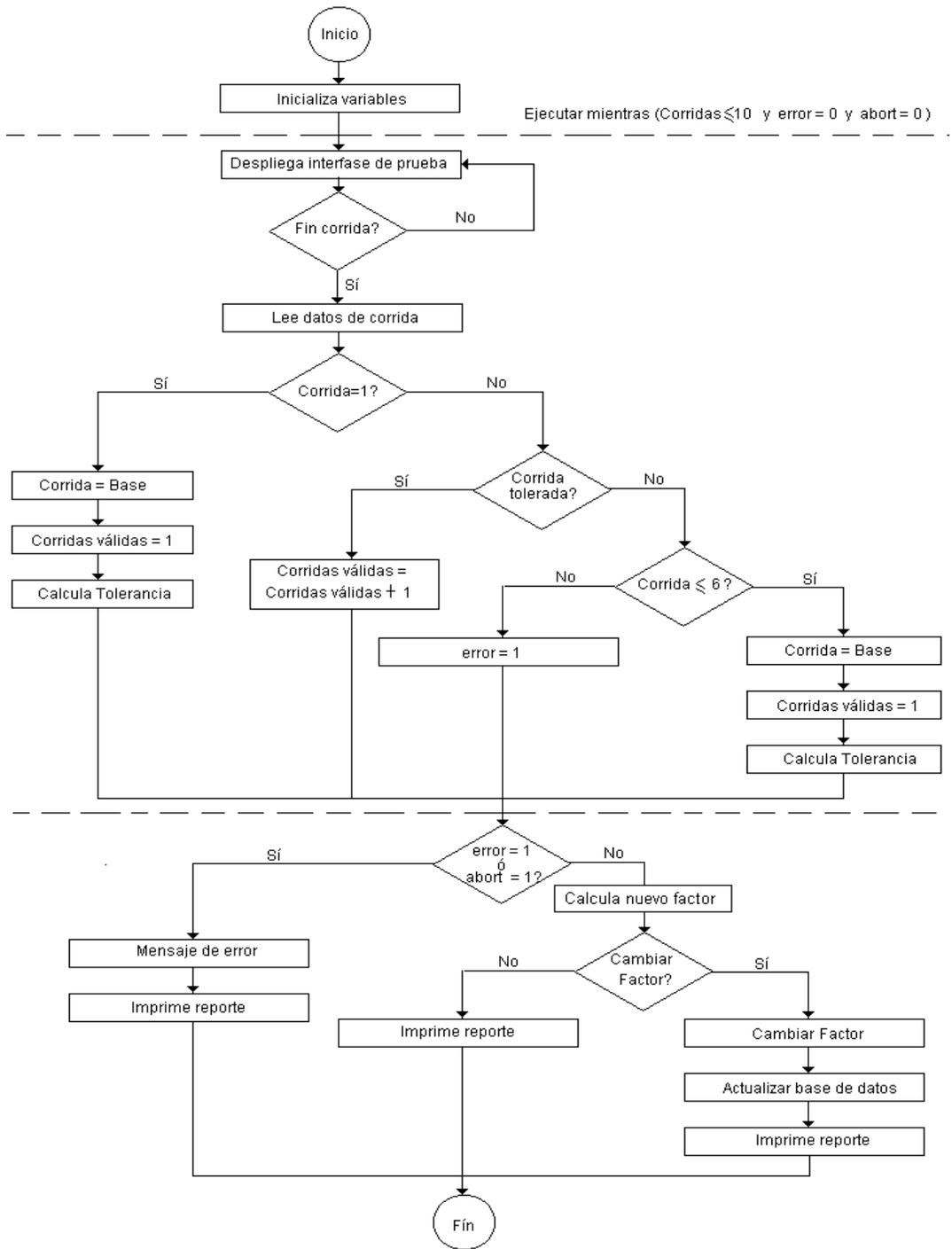
En esta opción lo que se hace es acceder a la base de datos de factores de la turbina. Esta base de datos se encuentra almacenada en la memoria de la computadora con la que se ejecuta el software.

Si se realiza la calibración de turbinas se ejecuta el procedimiento de prueba. El diagrama de flujo de este procedimiento se muestra en la figura 6.2. Como se indicó anteriormente, este es el procedimiento principal del sistema.

Al iniciar la prueba se inicializan los valores de las variables de la prueba, corridas válidas, base, entre otras.

En esta parte se direccionan las variables del PLC que controlan el proceso de la prueba.

La siguiente fase se ejecuta sólo si el número de corrida es menor que 10, y no se haya dado ningún error en el proceso o el operador no haya abortado la prueba.



PAINTBRUSH

Figura 6.2 Diagrama de flujo de la rutina de la prueba

Se despliega la interfase de la prueba mientras no finalice la corrida. En la sección 6.1.5 se detalla el procedimiento del PLC para ejecutar una corrida.

Al finalizar la corrida se leen los datos de corrida. Si la corrida es la primera, se toma como la base y como corrida válida. Con ésta se calcula la tolerancia. Si no es la primera corrida, se verifica que esté dentro de la tolerancia. Si es así, se incrementa el valor de las corridas válidas y se vuelve a dar la orden al PLC de que inicie una nueva corrida. Si la corrida no está dentro de la tolerancia, se verifica que sea una corrida menor o igual a 6. Esto se debe a que si es la corrida 7 ya no se cumplirán las 5 corridas válidas, entonces se activa la bandera de error y ya no se ejecutará más el ciclo. Pero si la corrida es menor o igual que 6 entonces se toma como la base, se vuelve a iniciar el valor de corridas válidas y se calcula la nueva tolerancia. Se le indica al PLC que inicie una nueva corrida

Al finalizar el ciclo si se ha dado algún error o se ha abortado la prueba, se despliega el error en pantalla y se imprime el reporte.

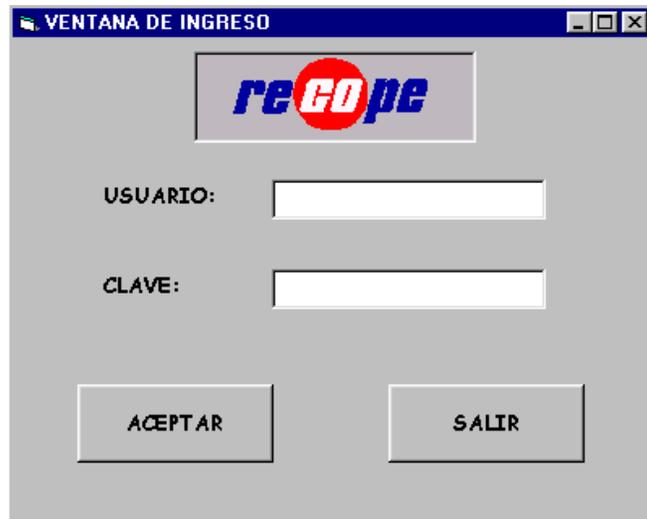
Si no hay error, se calcula el nuevo factor de corrección del medidor y se pregunta si se desea cambiar el factor actual. Si no se cambia el factor solamente se imprime el reporte, pero si se desea cambiarlo, se escribe el nuevo factor en el PLC de la turbina. Se actualiza la base de datos con el nuevo factor y se imprime el reporte. Ejemplos de reportes impresos, se pueden ver en el Apéndice 3.

El proceso de actualización de la base de datos se detalla en la sección 6.1.4, donde se explica el diseño de la base de datos.

En el Apéndice 2 se encuentra el Manual Técnico. En este manual, se explica detalladamente cada uno de los procedimientos que se ejecutan para cumplir con las opciones del sistema descritas anteriormente.

6.1.2 Interfases de usuario

La primera ventana que se presenta al usuario se muestra en la figura 6.3. Esta es la denominada ventana de ingreso. Se presenta cuando se ejecuta el programa desde el escritorio de Windows, en la PC.



Visual Basic 6

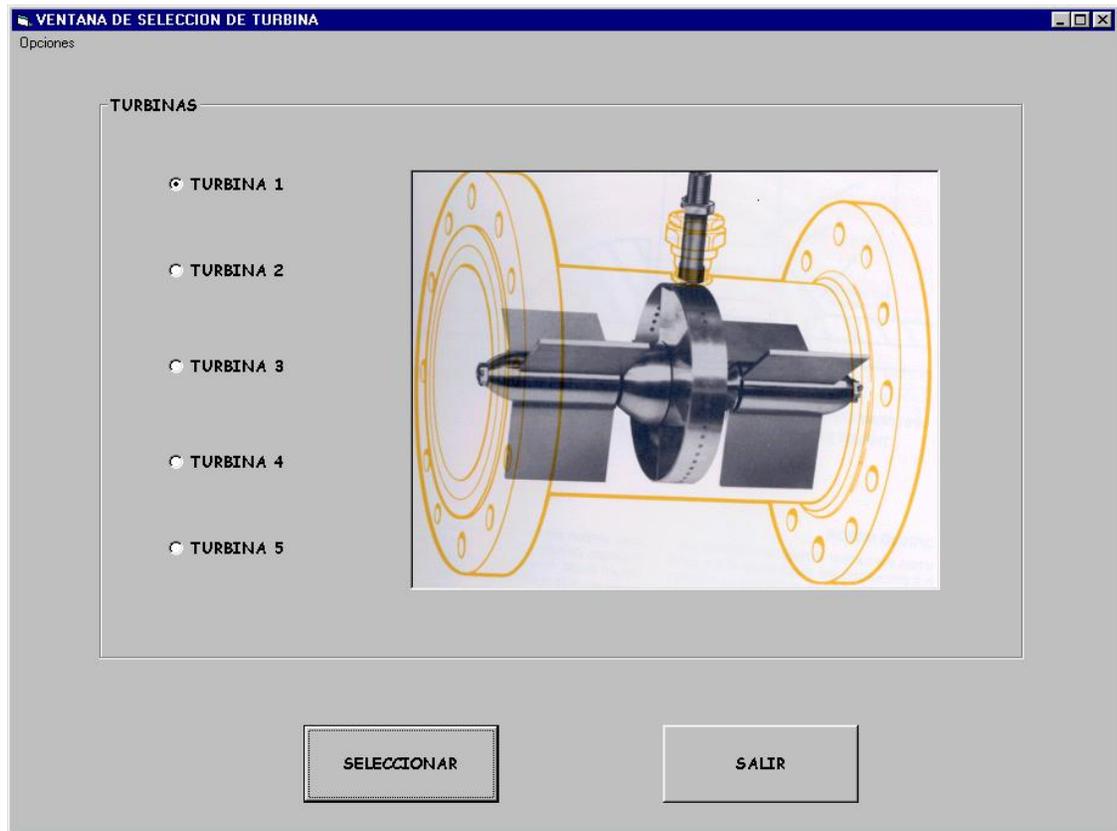
Figura 6.3 Ventana de ingreso

Para ingresar al sistema, el usuario debe digitar su ID y su clave en los espacios correspondientes.

Una vez que se ha entrado al sistema, se presenta la ventana principal. Esta ventana se muestra en la figura 6.4.

En esta ventana se presentan habilitadas las turbinas disponibles en el plantel. En el caso del plantel El Alto, son las cinco turbinas.

Desde la ventana principal se ejecutan todas las funciones del sistema. El cambio de parámetros del probador, el cambio de clave y la selección de la turbina.



Visual Basic 6

Figura 6.4 Ventana de selección de turbina

Desde el menú *Opciones* se ejecutan las dos primeras, mientras que la última se ejecuta cuando se selecciona la turbina en la ventana y se hace click en el botón *Seleccionar*.

Cada una de las funciones mencionadas anteriormente tiene su respectiva ventana de interfase con el usuario.

En la figura 6.5 se presenta la ventana de cambio de clave.



Visual Basic 6

Figura 6.5 Ventana de cambio de clave

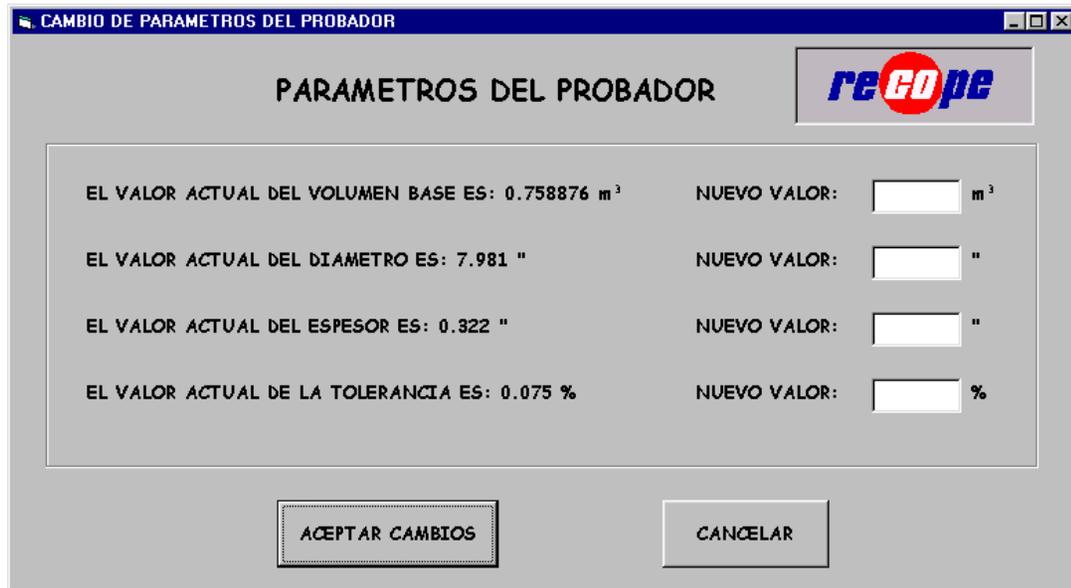
Para que se realice un cambio, el usuario debe digitar la nueva clave en los campos correspondientes. Se pide dos veces para evitar que un error de digitación cambie la clave a una no deseada.

El cambio de clave se hace efectivo la próxima vez que el usuario acceda al sistema.

La ventana de cambio de parámetros del probador bidireccional se puede observar en la figura 6.6.

Los datos son cambiados cada vez que se cambie o calibre el probador bidireccional. Esto significa que deben ser introducidos al sistema por un especialista en el campo.

La ventana despliega el estado actual de los parámetros del probador. Esto significa que la ventana también puede ser utilizada para verificarlos.



Visual Basic 6

Figura 6.6 Ventana de cambio de parámetros

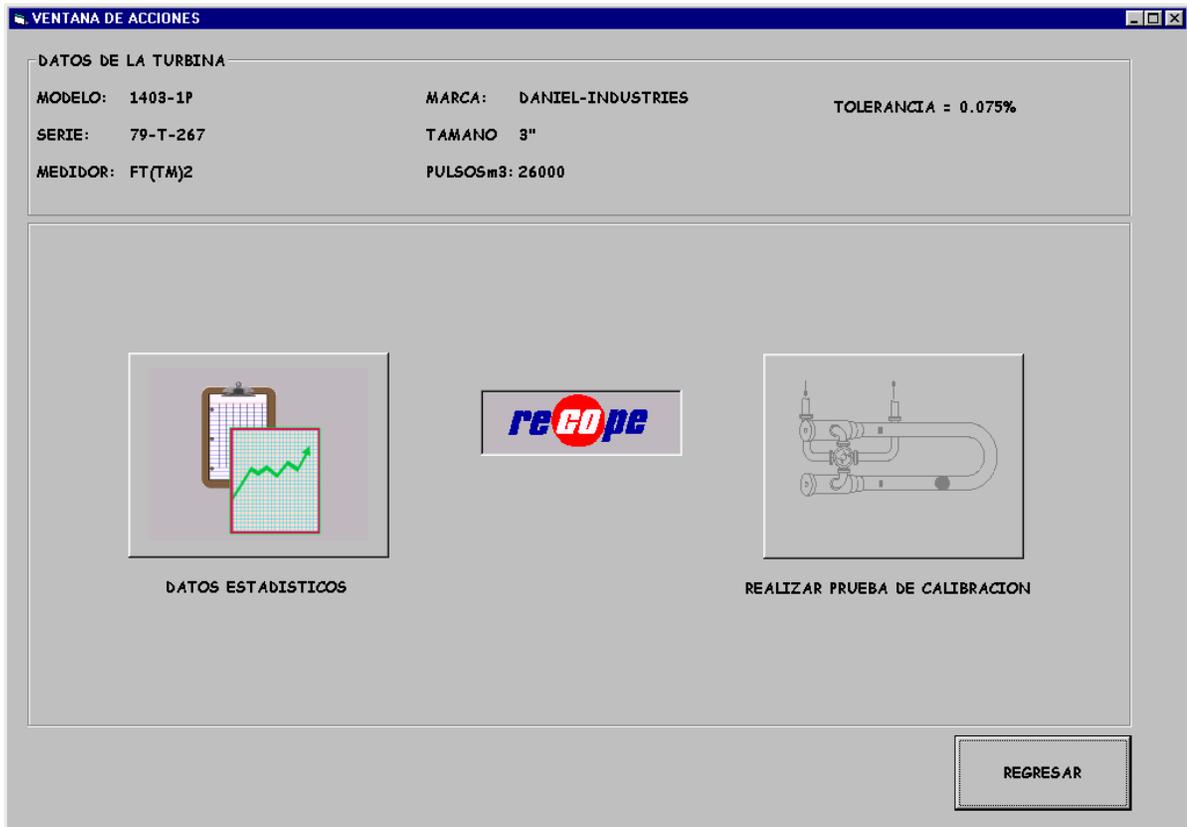
La figura 6.7 muestra la ventana que aparece al seleccionar una turbina desde la ventana principal.

Los principales datos de la turbina encabezan la ventana. Estos datos son los que se usan para imprimir el reporte.

En la ventana se muestran las dos funciones que se le pueden ejecutar a la turbina seleccionada.

Cada función tiene su respectiva ventana, aunque la verificación de los datos estadísticos tiene más pasos.

El análisis estadístico consiste en la revisión de los factores de la turbina en el tiempo.



Visual Basic 6

Figura 6.7 Ventana de acciones para turbina seleccionada

La turbina tiene factores diferentes dependiendo de las condiciones de caudal y densidad, es por ello que antes de ver los datos estadísticos, existe una ventana de selección de condiciones.

Esta ventana se muestra en la figura 6.8. Tiene la forma de una tabla utilizada en RECOPE cada vez que se cambia el factor de la turbina. Con este sistema, esta tabla se actualiza automáticamente.

Al acceder a esta ventana, se abre la base de datos de la turbina seleccionada, se obtiene el valor vigente del factor para cada condición de caudal-densidad y se despliega en pantalla. Con esto se mantiene la tabla actualizada.

Este punto se explica con más detalle en la sección 6.1.4, donde se trata el diseño de las bases de datos.

TM-2

reCOPE

RANGO DE CAUDAL (m³/h)

DENSIDAD kg/m ³	0 a 35	35 a 75	75 a 100	100 a 125	125 a 150	150 a 175
700 a 795 G. SUPER Y G. REGULAR	0.9705 01/01/1995	0.9744 19/08/1997	0.9742 20/08/1997	0.9832 27/11/2000	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/2000
795 a 805 KERO Y JET FUEL	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/2000	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995
805 A 875 DIESEL	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995	0.97 22/07/1999	0.9706 01/02/1999	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995

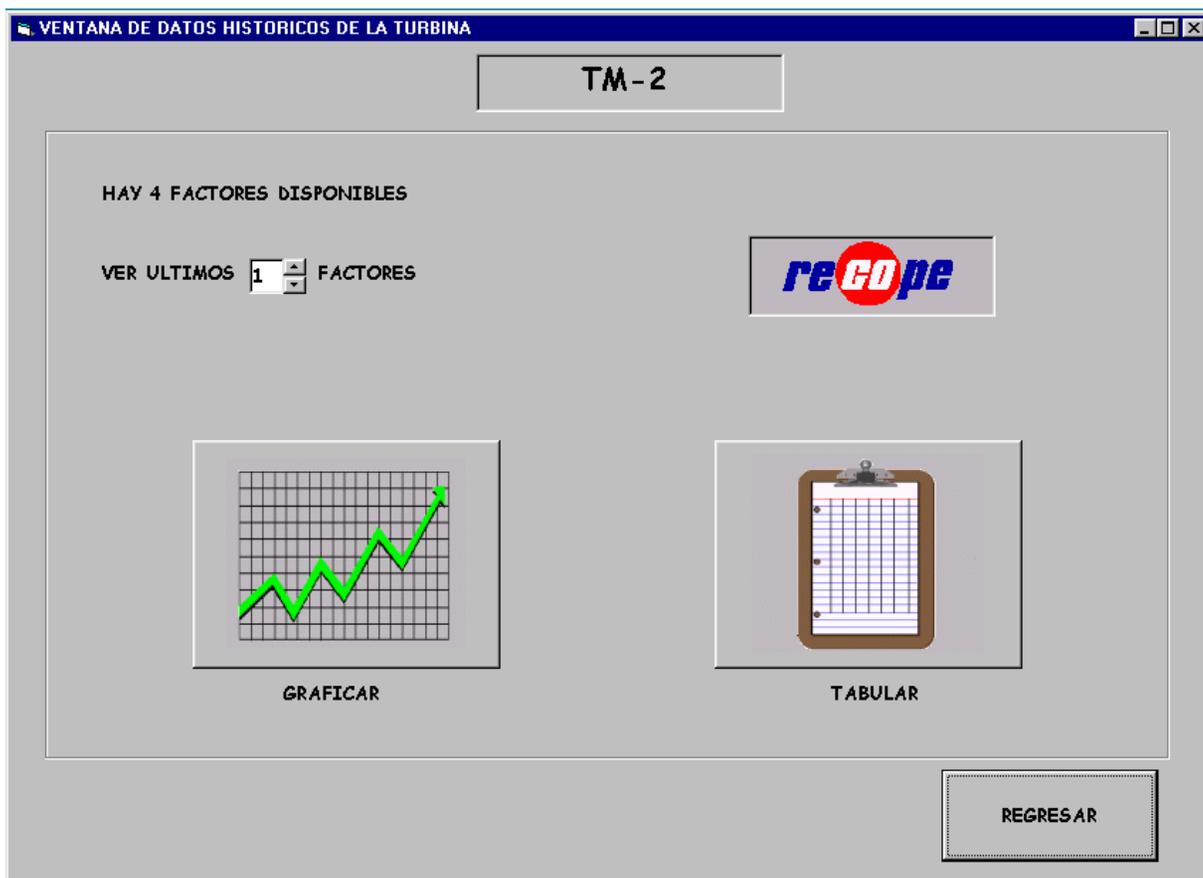
REGRESAR

Visual Basic 6

Figura 6.8 Ventana de datos estadísticos de la turbina seleccionada

Para seleccionar las condiciones a las que se desea analizar la turbina, se hace click en el factor o en la fecha del factor que se desea ver.

Se abre la ventana de datos históricos. Esta ventana se observa en la figura 6.9. Desde esta ventana se elige la cantidad de factores que se desean ver. Se grafican o tabulan según sea la necesidad.



Visual Basic

Figura 6.9 Ventana de datos históricos de la turbina

Lo que se grafica son los factores contra la fecha en que fueron establecidos esos factores. Este gráfico se puede imprimir y adjuntar al reporte como complemento. En el Apéndice 3 se observan ejemplos de gráficos estadísticos impresos por el sistema.

Junto con el gráfico se imprime la tabla con los factores seleccionados y la fecha en que se fijaron los factores.

La tabulación permite ver los datos sin necesidad de imprimirlos, cuando lo que se desea hacer es una inspección rápida de los valores.

La figura 6.10 muestra la ventana desde la cual se ejecuta la prueba de calibración a la turbina seleccionada.

La orden de inicio se da al hacer click en botón *INICIAR*. Inmediatamente después se activa el botón *PARAR*. Este botón se usa para abortar la prueba en caso de ser necesario.



Visual Basic 6

Figura 6.10 Ventana de la prueba

En el cuadro de texto de la parte inferior izquierda aparecen los mensajes con el estado de la corrida. La corrida se analiza más detalladamente en la sección 6.1.5.

Los datos de las corridas aparecen en la parte principal de la ventana.

En el espacio de la ventana titulado *T. DE PRUEBA*, se despliega un cronómetro con la duración de la prueba desde que inicia hasta que termina, ya sea por aborto o por que es aceptada.

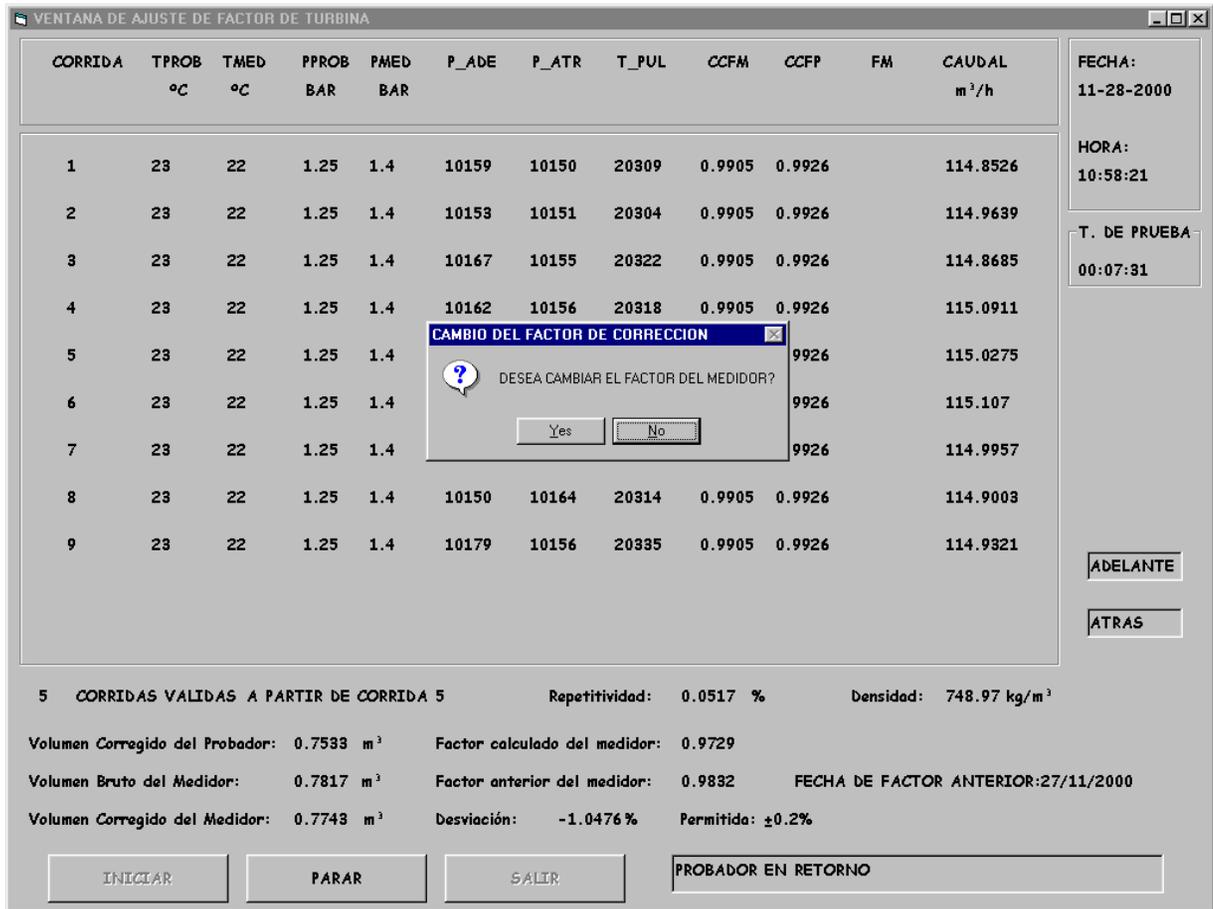
Al finalizar, si la prueba ha presentado cinco corridas aceptadas, se presentan los resultados calculados en la parte inferior de la ventana. Se pregunta si se desea cambiar el factor.

En la figura 6.11 se presenta la misma ventana de prueba pero luego de que se dan las cinco corridas válidas. En pantalla aparece la pregunta del cambio de factor.

En el Manual de Usuario del Apéndice 1, aparecen además de estas ventanas de interfase, todos los cuadros de texto que se presentan cada vez que el usuario comente algún error.

Además se incluyen los cuadros de texto correspondientes a posibles errores:

- a. debido al hardware
- b. de conexión a la red DH+
- c. de la impresora
- d. debido a RSView32
- e. Excel o Access



Visual Basic 6

Figura 6.11 Ventana de prueba de calibración con prueba correcta

6.1.3 Definición de las estructuras de datos

Las estructuras de datos definidas dentro del programa responden a variables definidas en la memoria del PLC de la prueba.

La estructura de datos para almacenar la información de la prueba es un registro. En este se guardan datos del probador y de la turbina para desplegarlos en pantalla y para imprimir el reporte. Su estructura se presenta en la tabla 6.1.

La variable Batch es usada para identificar una transferencia determinada. Identifica al producto, la hora de transferencia y los planteles involucrados.

Tabla 6.1 Registro para datos de la prueba

Variable	Tipo	Descripción
Diámetro	String	Diámetro del probador.
Espesor	String	Espesor de la pared del probador.
Modelo	String	Modelo de la turbina.
Serie	String	Serie de la turbina.
Medidor	String	Numero de medidor.
Marca	String	Marca de la turbina.
Tamaño	String	Tamaño del la turbina.
Plantelcode	String	Código del plantel.
Batch	String	Número de Batch.
Densidad	Punto flotante	Densidad del producto.
Reporte	Punto flotante	Numero de Reporte.
Volbase	Punto flotante	Volumen base del probador.
Fmactual	Punto flotante	Factor de medidor actual.
Porcentaje	Punto flotante	Porcentaje de tolerancia.
Kfactor	Punto flotante	Factor de pulsos por m3 de la turbina.
Fecha	Variant	Fecha de la última actualización del FM.

Esta información es descriptiva y salvo los valores del factor de medidor, la densidad, el volumen base, el porcentaje de tolerancia y la constante K, son para desplegarlos en pantalla e imprimirlos en el reporte.

Los resultados de cada una de las corridas deben guardarse en otra estructura de datos. Esta es un registro cuyo formato se presenta en la tabla 6.2. Este registro es el más importante. A cada corrida se le asigna un registro de estos, formando así un arreglo. Como el máximo de corridas es 10, el arreglo se fija de esa dimensión durante la fase de diseño. De los resultados almacenados en este arreglo, se calcula el factor de medidor.

Tabla 6.2 Registro para resultados de corrida

Variable	Tipo	Descripción
Tprob1, Tprob2, Tprobprom	Punto Flotante	Temperaturas registradas en el probador
Tmedidor	Punto Flotante	Temperatura registrada en la turbina.
Pprob1, Pprob2, Pprobprom	Punto Flotante	Presiones registradas en el probador.
Pmed	Punto Flotante	Presión registrada en la turbina.
Caudal	Punto Flotante	Caudal medido por el CFM.
Totalpulsos	Long	Total de pulsos medidos por el CFM.
Pulsos_ad	Long	Total de pulsos en el viaje hacia delante.
Timeinit, Timeend	Variant	Hora de inicio y fin de la corrida.
Válido	Single	Asigna el numero de corrida válida.
Ctsp, Cpsp,Ctlp, Cplp, Ccfp,Ctlm,Cplm,Ccfm	Punto Flotante	Constantes resultado de la API CAR.

Los resultados totales de la prueba se deben guardar en una tercera estructura de datos. Es otro registro diferente a los anteriores. En este se almacenan los resultados obtenidos luego de hacer los cálculos. Estos cálculos solo se efectúan si la prueba fue válida. También son desplegados en pantalla e impresos en el reporte. De aquí se actualiza la base de datos de la prueba. La tabla 3 muestra como se define esta estructura de datos.

Tabla 6.3 Registro para resultados de la prueba

Variable	Tipo	Descripción
Volprobcorr	Punto flotante	Volumen del probador, corregido por las condiciones de la prueba.
Volbrutomed	Punto flotante	Volumen bruto medido por la turbina.
Volmedcorr	Punto flotante	Volumen de la turbina, corregido por las condiciones de la prueba.
Newfactmed	Punto flotante	Factor del medidor, calculado con los valores corregidos.
Repetitiv	Punto flotante	Repetitividad de las corridas.

Con el contenido de estructuras de datos es posible imprimir el reporte, calcular el factor de medición, calcular la tolerancia de las corridas y actualizar la base de datos, entre las cosas más importantes.

6.1.4 Diseño de las bases de datos de almacenamiento de resultados

La base de datos de una turbina, es en realidad un conjunto de veintiuno bases de datos. Cada una de estas bases de datos corresponde a diferentes condiciones de caudal y densidad. Estos parámetros se dividen en grupos determinados por rangos. La tabla 6.4 muestra los grupos de caudal, mientras que la tabla 6.5 presenta los grupos de densidad.

Tabla 6.4 Grupos de caudal (m³/h)

Grupo 0	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
0 a 35	35.1 a 75	75.1 a 100	100.1 a 125	125.1 a 150	150 a 175

Tabla 6.5 Grupos de densidad (kg/ m³)

Grupo 0	Grupo 1	Grupo 2
700 a 795	795.1 a 805	805.1 a 875
Gasolina super y regular	Kerosene y jet fuel	Diesel

Con el valor de los grupos correspondientes al caudal y a la densidad a que se esta calibrando, se direcciona la base de datos en la que se almacena el nuevo factor.

En la memoria del PLC se ejecuta el mismo procedimiento para escoger el factor de la turbina cuando se esta trasegando producto.

Cada base de datos tiene asignado un índice entre 0 y 20. Este índice se calcula con los valores de los grupos de densidad y caudal con la siguiente fórmula:

$$\text{índice}_{db} = 3 * \text{grupocaudal} + \text{grupodensidad}$$

Así cuando se calibra la turbina con diesel a un caudal de 97 m³/h, la base de datos en la que se guarda el nuevo factor es la número ocho.

Al existir en el plantel El Alto cinco turbinas, se crearon las veintiuna bases de datos para cada una. Con lo anterior se obtiene un total de 105 bases de datos.

Con el valor de la turbina seleccionada por el operador, además del valor del índice de la base de datos calculado, se elige entre las 105 bases de datos de la memoria.

En la figura 6.12, se muestra el contenido de la base de datos correspondiente a la turbina 2 en el grupo 3 de caudal y grupo 0 de densidad.

FACTOR	FECHA	HORA	CAUDALPROM	DENSIDAD
0.9816954	22/03/00	01:00:00 p.m.	110.9999	750.9999
0.9816	22/11/00	09:26:56 a.m.	113.9146	748.97
0.9811	23/11/00	08:17:21 a.m.	114.0683	748.97
0.9832	27/11/00	07:50:08 a.m.	113.7874	748.97
0.9784	29/11/00	01:39:25 p.m.	114.3152	748.97

Access

Figura 6.12 Base de datos de factores de una turbina

En la base de datos, además de almacenar los valores del factor y la fecha cada vez que se calibra la turbina y se acepta cambiar el factor, se almacena la hora y las condiciones de caudal y densidad. El título del archivo *DBT 2-9* de la figura, describe el valor de la turbina y el índice de la base de datos.

La otra base de datos que se maneja desde el sistema, es la base de datos de los usuarios. Su contenido se muestra en la figura 6.13.



	USUARIO	CLAVE	PRIORITY
	RODRIGO	VARGAS	1
	JOSE	BOLANOS	1
	NESTOR	RODRIGUEZ	1
	GILBERTO	ROJAS	1
	ERICK	MARIN	2
	DENNIS	SANCHEZ	2
*			#Error

Registro: 6 de 6

Access

Figura 6.13 Base de datos de usuarios

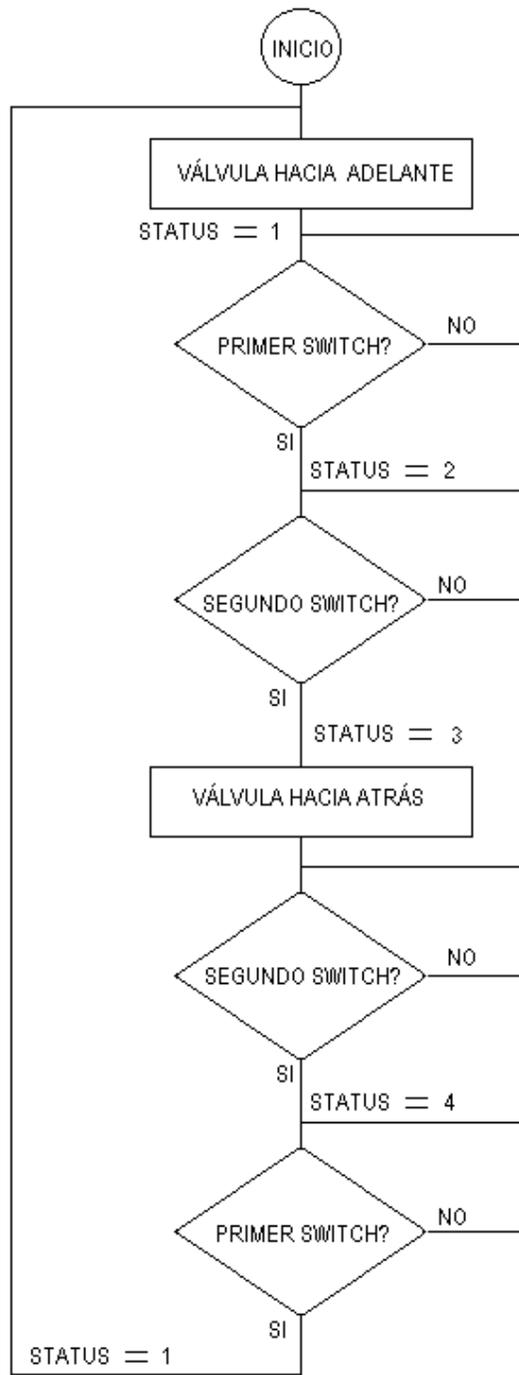
El contenido de esta base de datos incluye el ID del usuario con su respectiva clave. Presenta además la opción de prioridad de usuarios, pero no esta no se usó en presente proyecto.

6.1.5 Definición del programa del PLC para ejecutar una corrida

La definición de corrida en el contexto de este proyecto, es el recorrido de la esfera por el tubo del probador en ambos sentidos. Esto significa una vuelta entera.

Se ejecutan diez corridas como máximo. Si se presentan cinco corridas consecutivas dentro de cierta tolerancia, se dice que la prueba ha sido aceptada.

La primera corrida se activa cuando se da la orden desde la PC. En la figura 6.14 se muestra el diagrama de flujo para una corrida.



PAINBRUSH

Figura 6.14 Diagrama de flujo de una corrida

La primera acción que se ejecuta es empujar la esfera hacia delante. Se supone que el operador la ha colocado en la posición inicial.

El PLC chequea el paso de la esfera por el primer detector del probador. Esto lo hace a través del módulo CFM. Este módulo asigna un valor a la variable *STATUS* dependiendo de la ubicación de la esfera.

El sistema de la PC, está continuamente chequeando este valor para presentar en la ventana de la prueba los mensajes correspondientes. Estos mensajes son los siguientes:

- a. Probador activo pero aún no funcionando
- b. Pasó por el primer switch
- c. Finalizó hacia delante
- d. Probador en retorno

Cuando la esfera no ha pasado por el primer switch, el *STATUS* tiene un valor de uno y se despliega el primer mensaje. Una vez que pasa el primer switch se presenta el segundo mensaje en la pantalla de la prueba. Cambia el valor del *STATUS* a dos y sigue empujando la esfera hacia delante, hasta que llega al segundo switch. En este punto, el *STATUS* cambia de valor a tres. Se despliega el tercer mensaje en pantalla, se extrae del PLC el valor de los pulsos registrados por la turbina durante el viaje de la esfera hacia delante.

Se activa la señal que abre la válvula para que la esfera se devuelva. Se chequea cuando pasa la esfera por el segundo switch nuevamente. Cuando esto sucede, el valor de *STATUS* cambia a cuatro y se despliega el último mensaje. Una vez que cruza el primer switch nuevamente, el sistema extrae todos los datos del PLC. Chequea que la corrida sea correcta y decide si desea hacer otra corrida.

No se necesita otra corrida cuando con la última se completaron las cinco válidas. Otro caso para no necesitar otra corrida, es cuando la que acaba de terminar no es tolerada y es la séptima. Otra opción es que el usuario aborte la prueba.

En los casos considerados anteriormente, no se cierra el lazo en el diagrama de flujo y simplemente no se vuelve a ejecutar.

6.2 Alcances y limitaciones

El proyecto cumple con los requerimientos de la empresa.

Se puede adaptar fácilmente a los demás planteles.

La capacitación que se debe dar es la mínima ya que el sistema está desarrollado para un uso fácil.

Se puede implementar la calibración desde una computadora portátil, a través de la red DH+.

El sistema presenta la ventaja de contar con claves de seguridad para los usuarios. Con esto se tiene mayor seguridad en el manejo de la información.

El software de la PC, puede usarse sin necesidad de tener conectado el camión, si lo que se desea ver son los datos estadísticos de la turbina.

Presenta la limitación de que al estar las bases de datos en la PC, si las pruebas se ejecutan con computadoras diferentes, se pueden desactualizar las bases de datos.

Para ejecutar la prueba desde la PC, debe estar necesariamente conectado el camión.

CAPÍTULO 7
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

1. El estudio del probador bidireccional permitió conocer más acerca del tema de la calibración de turbinas y de las reglas del API para ese proceso.
2. El estudio de los PLC de la prueba permitió el aprendizaje de la programación de estos dispositivos, así como la programación de los diferentes módulos que sirven como interfase con el mundo exterior.
3. También se pudo conocer más acerca de las redes de área local (LAN) industriales, las cuales se configuran a través de la red DH+. Qué dispositivos la conforman, la longitud máxima que puede tener y las velocidades de transmisión de datos, así como el protocolo de comunicación.
4. Se comprobó la eficiencia de RSview32 en el monitoreo de procesos industriales. Esto debido a la facilidad con que se puede crear una base de datos de variables a monitorear.
5. La aplicación de Visual Basic desde RSview32 permite crear interfases más amigables para el operador del sistema. Además de que con Visual Basic es posible enlazar otros programas de Windows para usarlos como herramienta.

6. Las bases de datos fueron diseñadas e implementadas en Access para una manipulación rápida desde Visual Basic.

7. En lo referente al cálculo del factor de corrección y al despliegue de los datos, el sistema realizó la prueba de calibración de turbinas de acuerdo a las normas del API.

8. Las interfases desarrolladas permitieron al usuario interactuar con el sistema, fácil y rápidamente, ya sea para ver los datos estadísticos o para realizar la prueba de calibración.

9. Se imprimieron los reportes, gráficos estadísticos y listados de factores. Esta documentación respaldará cada calibración futura.

10. El sistema presenta claves de seguridad. Esto para evitar el posible uso indebido del sistema, por parte de personas que no estén capacitadas en el campo.

7.2 Recomendaciones

La principal recomendación es la implementación pronta de RSView32 como plataforma del sistema SCADA de RECOPE.

Esto con el fin de que el sistema pueda ser instalado y puesto en funcionamiento, para aprovechar todas las ventajas que presenta con respecto al sistema actual en CONTROLView.

De lo contrario se tendrá una herramienta eficiente a la espera, lo que involucra seguir con todos los inconvenientes que dieron pie a la elaboración del presente proyecto de graduación.

Por lo demás, se recomienda que en futuros proyectos de graduación, se cuente con la misma infraestructura que se tuvo para el desarrollo de este.

Que se cuente con la misma disposición del personal tanto técnico como profesional.

Esto sin dejar de lado que el desarrollo del proyecto fue facilitado en gran medida, por la existencia de los manuales de usuario de todos los dispositivos y programas usados en el proyecto.

El espacio físico, tecnología avanzada en instrumentos de medición y personal calificado, garantizarán que futuros proyectos de graduación se desarrollen como se desarrolló este proyecto.

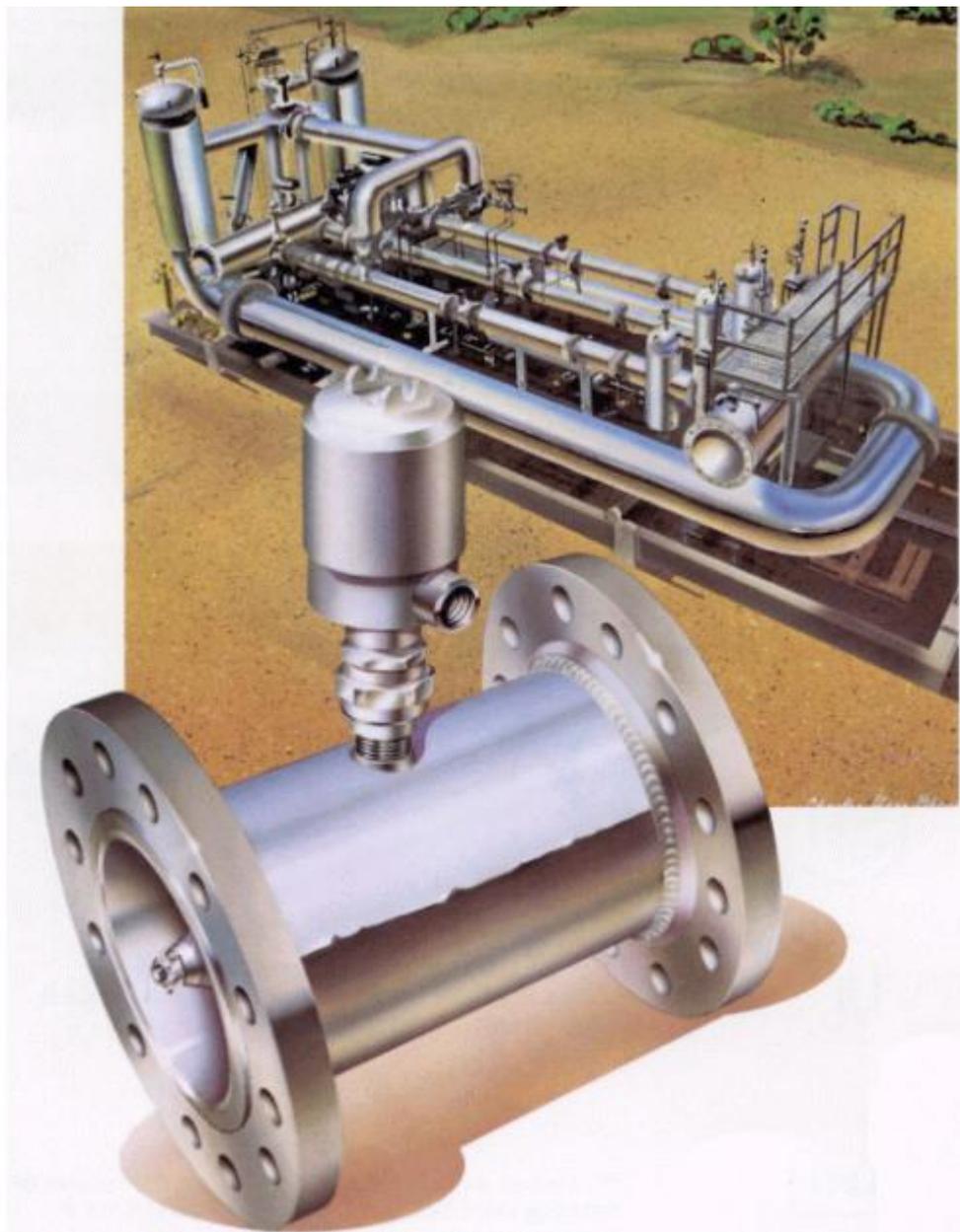
BIBLIOGRAFÍA

1. Allen-Bradley Corporation. "PLC-5 Programing Software, Instruction Set Reference". Milwaukee, USA. 1993.
2. Allen-Bradley Corporation. "Enhanced an Ethernet PLC-5 Programable Controllers, User Manual". Milwaukee, USA. 1994.
3. Allen-Bradley Corporation. "1785 PLC-5 Programable Controllers, Design Manual". Milwaukee, USA. 1992.
4. Allen-Bradley Corporation. "1785 PLC-5 Family Programable Controllers, Hardware Installation Manual". Milwaukee, USA. 1993.
5. Allen-Bradley Corporation. "Configurable Flowmeter Module, User Manual". Milwaukee, USA. 1993.
6. Allen-Bradley Corporation. "1785 PLC-5 Programable Controllers, Design Manual". Milwaukee, USA. 1992.
7. Allen-Bradley Corporation. "Manual de Instalación de redes DH y DH+". Milwaukee, USA. 1992.
8. González, C. "Probador Bidireccional para Prueba de Turbinas, Manual de Operaciones". San José, Costa Rica. 1995.
9. Nelson, R. "Guía Completa de Visual Basic para Windows". Mc Graw Hill, 2 ed. México. 1993.
10. Rockwell Software. "Getting Results with RSLinx". Milwaukee, USA. 1998.
11. Rockwell Software. "RSView32, User Guide". Milwaukee, USA. 1997.
12. Rockwell Software. "Getting Results with RSView32". Milwaukee, USA. 2000.

APÉNDICES

Apéndice 1 Manual de usuario

MANUAL DE USUARIO
SISTEMA DE AJUSTE DEL FACTOR
DE TURBINAS MEDIDORAS DE FLUJO



Elaborado por: Dennis Sánchez Fallas

Año 2000

Tabla de Contenidos

Contenido	Pág.
1. Consideraciones preliminares	1
2. Ejecutar el programa	3
3. Funciones del sistema	5
3.1 Cambiar clave	5
3.2 Cambiar parámetros	6
3.3 Realizar prueba	8
3.4 Datos estadísticos	12
-Graficar	13
-Tabular	15
4. Mensajes de error	17

1. Consideraciones preliminares

Este manual está diseñado para personal capacitado en el uso del probador bidireccional, desde la instalación hasta la preparación para el uso en la calibración de medidores de flujo.

Además puede ser utilizado por los encargados del análisis y diagnóstico de problemas en los medidores, en base a las fluctuaciones de los valores de los factores.

Se recomienda que este manual solo sea manipulado por capacitado. Esto con el fin de evitar que personas ajenas al proceso de calibración y análisis de resultados tengan acceso al sistema.

Antes de poner a funcionar el sistema, siga los siguientes pasos.

Si ejecuta la prueba desde una computadora portátil:

- a. Conecte la PC al PLC, ya sea con la red DH+ o a través de la red ETHERNET.
- b. Encienda la PC y corra el proyecto de RSView32 que tiene la base de datos de tags que necesita el software la prueba.
- c. Conecte adecuadamente la impresora al puerto correspondiente.
- d. Si lo que necesita es solamente ver los datos estadísticos de una determinada turbina, no es necesario tener conectado el camión.
- e. Para realizar la prueba, conecte adecuadamente el camión, prepárelo para la calibración. Siga las instrucciones del manual correspondiente.
- f. Siga los pasos dados en las secciones siguientes para ejecutar el software de la prueba.

Si ejecuta la prueba desde la computadora de la estación:

- a. El proyecto de Rsvie32 de monitoreo debe estar corriendo, la base de datos de tags está disponible entonces.
- b. Verifique que no se estén ejecutando proyectos se Excel y Access en la PC.
- c. Si lo que necesita es solamente ver los datos estadísticos de una determinada turbina, no es necesario tener conectado el camión.

- d. Para realizar la prueba, conecte adecuadamente el camión, prepárelo para la calibración. Siga las instrucciones del manual correspondiente.
- e. Siga los pasos dados en las secciones siguientes para ejecutar el software de la prueba.

Se recomienda no hacer calibraciones con diferentes computadoras, ya que esto desactualiza las bases de datos de los factores.

O sea, si se usa la computadora portátil, no se debe usar más la estación de monitoreo para hacer la calibración o viceversa.

2. Ejecutar el programa

En el escritorio haga click en el icono *CALIBRACION*



Aparece en pantalla la *Ventana de Ingreso*



Introduzca su ID y su clave en los lugares correspondientes. Haga click en el botón *ACEPTAR*.

Si su ID es incorrecto aparece el siguiente mensaje:



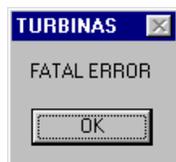
Haga click en el botón *OK* para volver a digitar su ID

Si su ID es correcto pero su clave es incorrecta aparece en pantalla el siguiente mensaje:



Haga click en *OK* para volver a digitar su clave.

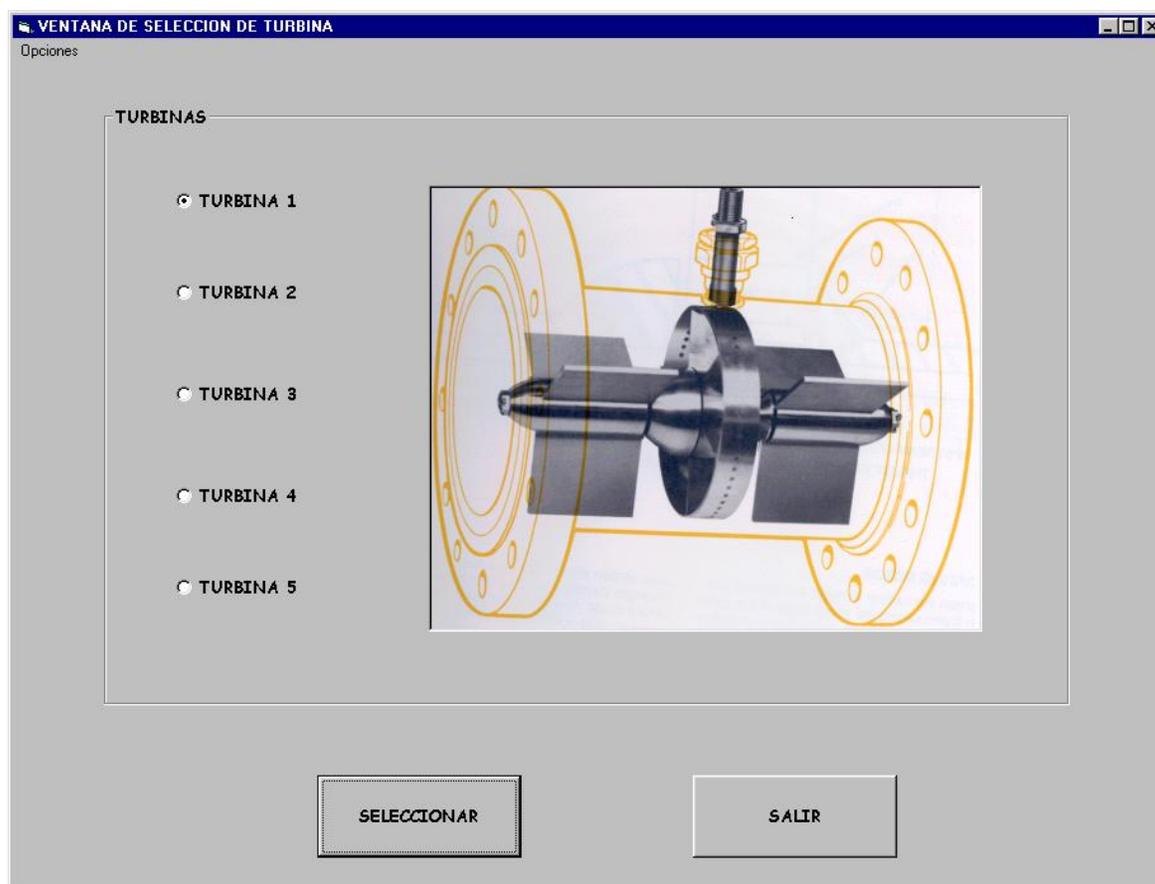
A la tercera vez que exista error al digitar el ID y la clave, se despliega el siguiente mensaje:



Haga click en *OK* y contacte al administrador.

Si por algún motivo no recuerda su ID o su clave, haga click en el botón *CANCELAR* y consulte con el administrador del sistema.

Una vez que el sistema comprueba que su ID y su clave son correctos presenta en pantalla la *Ventana Selección de Turbina*.



En este punto el programa está debidamente iniciado. En la siguiente sección se explican detalladamente todas las funciones del sistema.

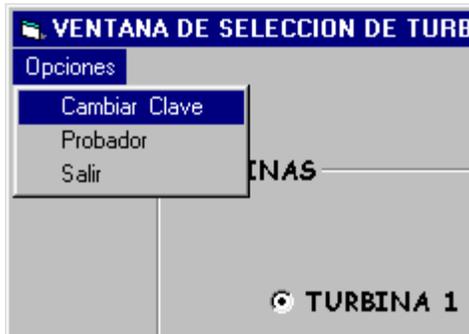
3. Funciones del sistema

Dentro de las funciones que se pueden ejecutar desde el software de la PC están:

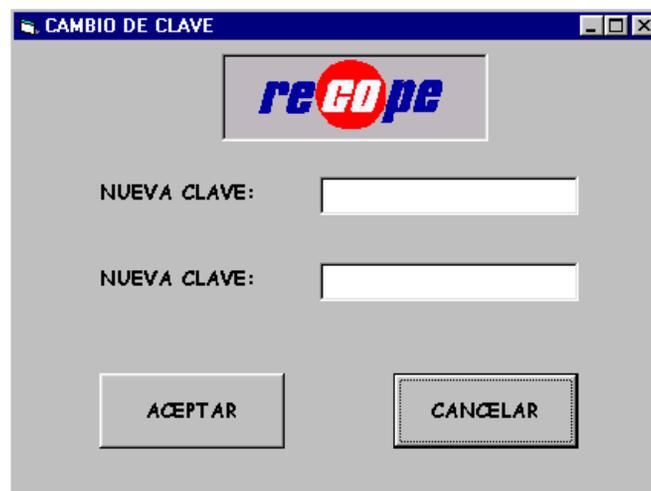
- a. Cambio de clave de ingreso
- b. Cambio de parámetros del probador bidireccional
- c. Realizar la prueba de calibración
- d. Verificación de datos estadísticos
 - Gráfico
 - Tabla

3.1 Cambio de palabra clave

En la *Ventana de Selección de Turbina* haga click en el menú *Opciones* y elija *Cambiar Clave*.



En pantalla aparece la ventana *Cambio de Clave*.



Introduzca en los espacios la nueva clave. Se solicita dos veces para evitar que un error de digitación cambie la clave de acceso a una no deseada.

Una vez que ha sido introducida la nueva clave dos veces haga click en aceptar.

Si por algún error las claves digitadas son diferentes, aparece el siguiente mensaje:



Haga click en *OK*. Los espacios de la ventana se ponen en blanco de nuevo para que introduzca la nueva clave otra vez. Si no desea cambiar su clave, solo haga click en el botón *CANCELAR*.

Si su nueva clave fue digitada con éxito, la próxima vez que ingrese al sistema debe digitarla en el espacio correspondiente en la *Ventana de Ingreso*.

El sistema vuelve automáticamente a la *Ventana de Selección de Turbina*.

3.2 Cambio de parámetros del probador bidireccional

En la *Ventana de Selección de Turbina* haga click en el menú *Opciones* y elija *Probador*.



En pantalla aparece la ventana *Cambio de Parámetros del Probador*.

Esta ventana es de suma importancia. Los cambios que se hagan en los datos afectarán las posteriores calibraciones de turbinas usando el probador. Por esto cualquier cambio debe hacerse con plena conciencia y responsabilidad.

La ventana *Cambio de Parámetros del Probador* sirve además para verificar el estado actual de los parámetros del probador.

En este caso para salir de la ventana haga click en el botón *CANCELAR*, con esto no se modifican los datos y el sistema vuelve automáticamente a la *Ventana de Selección de Turbina*.

Si es necesario algún cambio de parámetros, digite el valor en el espacio correspondiente y haga click en el botón *ACEPTAR CAMBIOS*.

Si existen errores en los datos introducidos por el usuario (letras, espacios, comas, etc.), se despliega un mensaje de error correspondiente al dato erróneo.

Si los datos introducidos son correctos, el sistema modifica los valores del probador en el PLC.

El sistema modifica solo los parámetros que han sido cambiados en el campo correspondiente en la ventana.

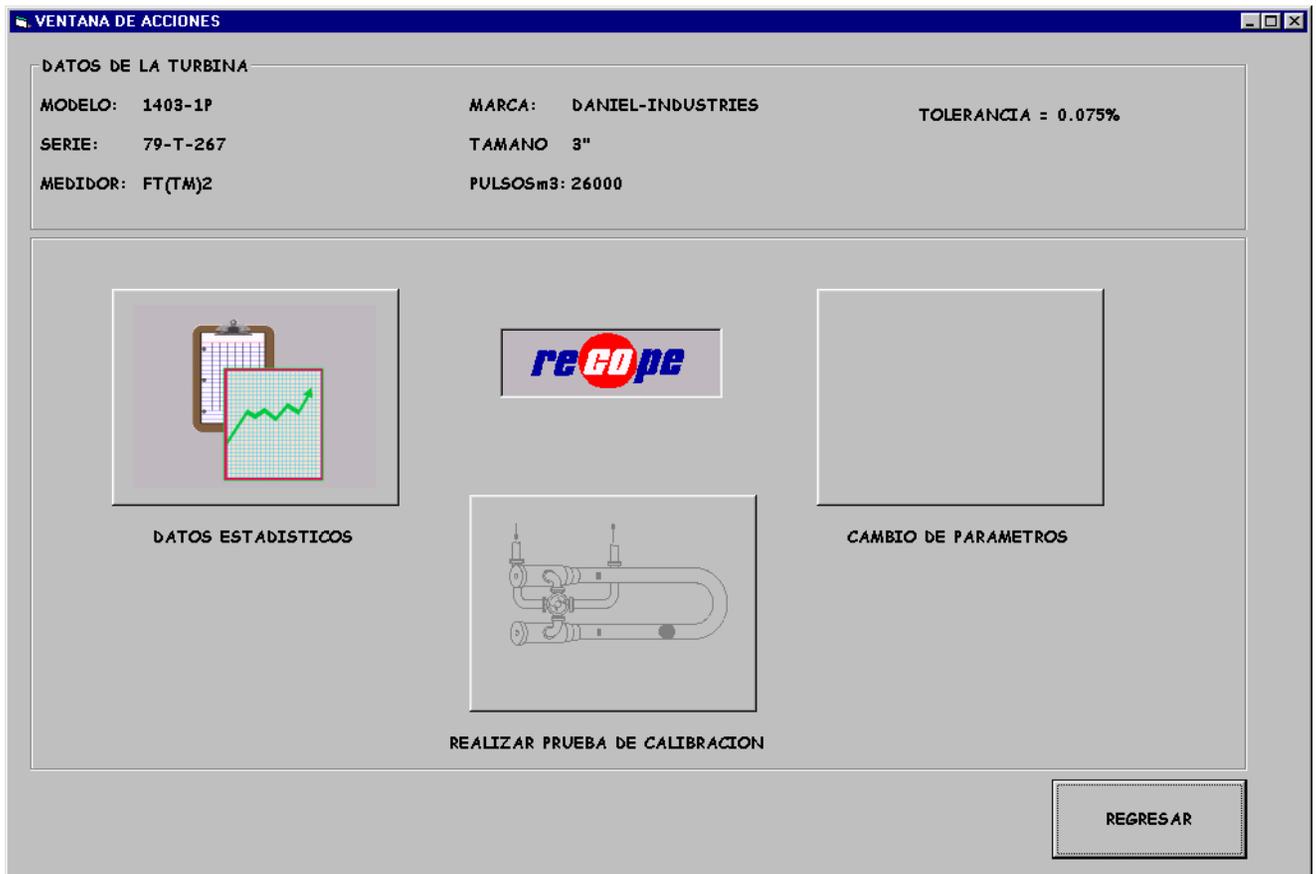
Cuando se aceptan los cambios el sistema vuelve automáticamente a la *Ventana de Selección de Turbina*.

3.3 Realizar prueba de calibración de turbina usando probador bidireccional

Para realizar la prueba de calibración, debe seleccionarse la turbina que se desea calibrar en el oleoducto. **La correspondencia entre la turbina seleccionada en el sistema y la que se conecta al probador es responsabilidad del operador del sistema. Si se selecciona una turbina que no es la que se va a calibrar se incurre en errores al modificar el factor.**

Seleccione una turbina haciendo click en el nombre de cualquiera de las turbinas de la *Ventana de Selección de Turbina*. La turbina seleccionada por defecto es la Turbina 1, pero se debe seleccionar la que se va a calibrar.

Como ejemplo se selecciona la Turbina 2. Una vez seleccionada la turbina se hace click en el botón *SELECCIONAR*. En pantalla aparece la *Ventana de Acciones*.



Los datos de la turbina encabezan la ventana.

Haga click en el botón *REALIZAR PRUEBA DE CALIBRACION*.

A continuación se despliega la *Ventana de Ajuste de Factor de Turbina*.

VENTANA DE AJUSTE DE FACTOR DE TURBINA

CORRIDA	TPROB	TMED	PPROB	PMED	P_ADE	P_ATR	T_PUL	CCFM	CCFP	FM	CAUDAL	FECHA:
	°C	°C	BAR	BAR							m ³ /h	11-27-2000

HORA: 12:02:23

T. DE PRUEBA

ADELANTE

ATRÁS

CORRIDAS VALIDAS A PARTIR DE CORRIDA

INICIAR PARAR SALIR

Desde esta ventana se ejecuta la prueba de calibración de turbinas.

Para iniciar la prueba haga click en el botón *INICIAR*. Inmediatamente después se inhabilitan los botones *INICIAR* y *SALIR* y se habilita el de *PARAR*. Este botón sirve para abortar la prueba en caso de ser necesario.

En el espacio de texto *T. de Prueba*, aparece un cronómetro con el tiempo de ejecución de la prueba desde que se ha hecho click en el botón *INICIAR* hasta que termina, ya sea por aborto o por que se cumplen las 5 corridas válidas.

En el espacio de texto de la parte inferior derecha de la ventana, aparecen los mensajes correspondientes al valor del STATUS del CFM del PLC.

Los mensajes que aparecen son los siguientes:

- Probador activo pero aún no funcionando
-
- Pasó por el primer switch
-
- Finalizó hacia delante
-
- Probador en retorno

En el espacio principal de la ventana aparecen los resultados de cada corrida bajo los encabezados correspondientes. Los datos de las corridas válidas y la corrida base se van actualizando dependiendo de lo que ocurre en la prueba.

Cuando se han obtenido 5 corridas válidas a partir de una corrida determinada, se despliegan los resultados en la parte inferior de pantalla, sobre los botones. Se pregunta si se desea cambiar el factor del medidor.

VENTANA DE AJUSTE DE FACTOR DE TURBINA

CORRIDA	T _{PROB} °C	T _{MED} °C	P _{PROB} BAR	P _{MED} BAR	P_ADE	P_ATR	T_PUL	CCFM	CCFP	FM	CAUDAL m ³ /h
1	23	22	1.25	1.4	10159	10150	20309	0.9905	0.9926		114.8526
2	23	22	1.25	1.4	10153	10151	20304	0.9905	0.9926		114.9639
3	23	22	1.25	1.4	10167	10155	20322	0.9905	0.9926		114.8685
4	23	22	1.25	1.4	10162	10156	20318	0.9905	0.9926		115.0911
5	23	22	1.25	1.4					9926		115.0275
6	23	22	1.25	1.4					9926		115.107
7	23	22	1.25	1.4					9926		114.9957
8	23	22	1.25	1.4	10150	10164	20314	0.9905	0.9926		114.9003
9	23	22	1.25	1.4	10179	10156	20335	0.9905	0.9926		114.9321

CAMBIO DEL FACTOR DE CORRECCION

DESEA CAMBIAR EL FACTOR DEL MEDIDOR?

FECHA:
11-28-2000

HORA:
10:58:21

T. DE PRUEBA
00:07:31

5 CORRIDAS VALIDAS A PARTIR DE CORRIDA 5 Repetitividad: 0.0517 % Densidad: 748.97 kg/m³

Volumen Corregido del Probador: 0.7533 m³ Factor calculado del medidor: 0.9729

Volumen Bruto del Medidor: 0.7817 m³ Factor anterior del medidor: 0.9832 FECHA DE FACTOR ANTERIOR: 27/11/2000

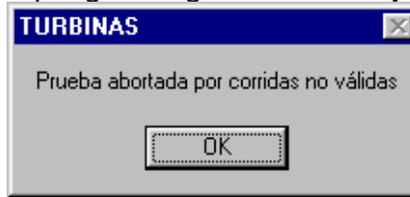
Volumen Corregido del Medidor: 0.7743 m³ Desviación: -1.0476 % Permitida: ±0.2%

Para aceptar cambiar el factor haga click en el botón *Yes*. El sistema cambia el factor en la tabla del PLC, actualiza la base de datos de la PC e imprime el reporte con el mensaje correspondiente al cambio de factor.

Si no se desea cambiar el factor haga click en el botón *No*, el sistema imprime el reporte con el mensaje correspondiente de que permanece el factor anterior.

Luego de esto el sistema vuelve a activar los botones de *INICIAR* y *SALIR*.

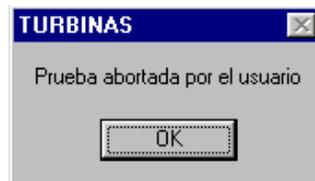
En caso de que las 5 corridas válidas no se den, se aborta la prueba por corridas no válidas y se despliega el siguiente mensaje:



Al hacer click en el botón *OK*, se imprime el reporte con el respectivo mensaje de aborto por corridas no válidas.

Se vuelven a activar los botones de *INICIAR* y *SALIR*.

Si por algún factor externo se debe abortar la prueba de calibración, haga click en el botón *PARAR*. Este botón se activa justamente cuando se da la orden de iniciar la prueba. En pantalla aparece el siguiente mensaje:



Al hacer click en el botón *OK*, se imprime el reporte con el respectivo mensaje de aborto por parte del operador. Se borran todos los datos de la ventana.

Se vuelven a activar los botones de *INICIAR* y *SALIR*.

La prueba de calibración de turbinas debe ser realizada por el operador especializado. NO se debe ejecutar esta parte del sistema si no se encuentra debidamente instalado y preparado el probador bidireccional en el oleoducto. Cualquier duda consulte con el administrador del sistema.

Para salir de la *Ventana de Ajuste de Factor de Turbina*, haga click en el botón *SALIR*. Con esto regresa a la *Ventana de Acciones*.

Haciendo click en el botón *REGRESAR* de la *Ventana de Acciones* regresa a la *Ventana de Selección de Turbina*.

3.4 Verificación de datos estadísticos

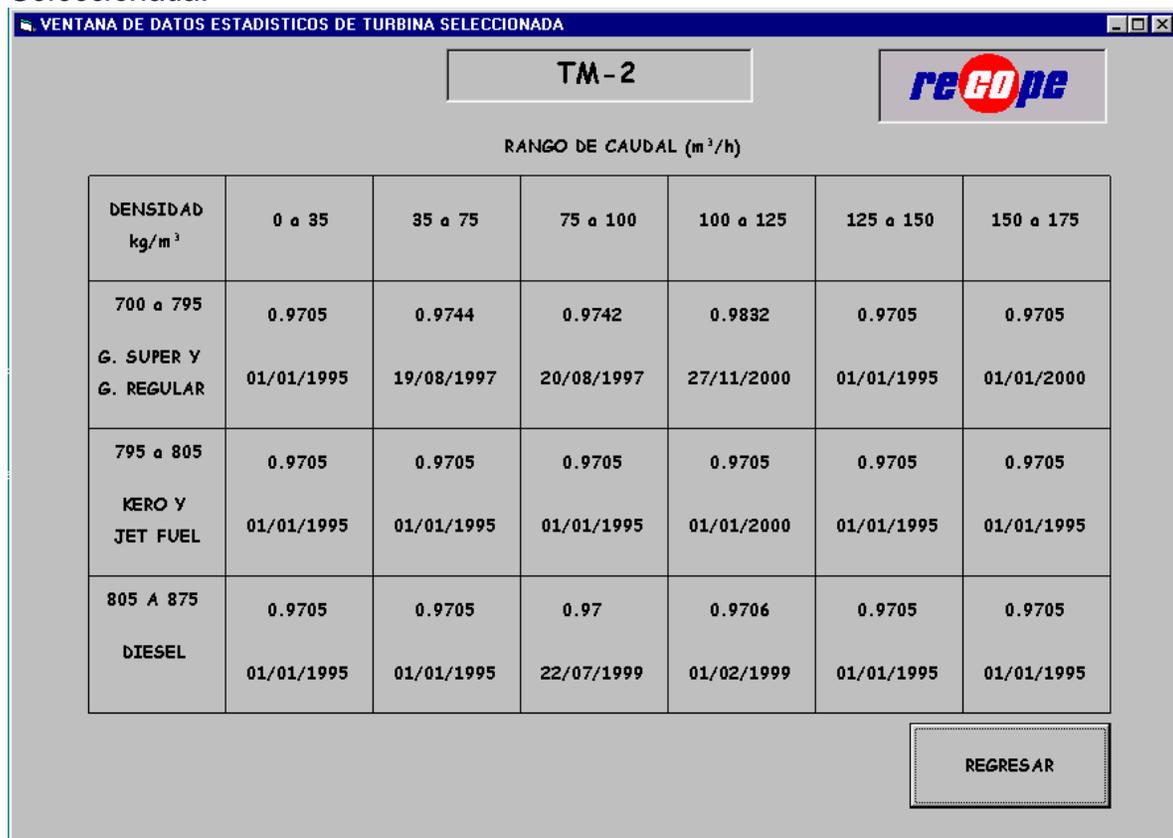
La verificación de los datos estadísticos se lleva a cabo para una turbina determinada, bajo condiciones de caudal y densidad definidas.

Seleccione la turbina siguiendo el mismo procedimiento que para realizar la prueba. Como ejemplo seleccione la Turbina 2.

Desde la *Ventana de Selección de Turbina*, haga click en el nombre de la turbina y luego haga click en el botón **SELECCIONAR**.

Se abre de nuevo la *Ventana de Acciones*. Haga click en el botón **DATOS ESTADISTICOS**.

A continuación se abre la *Ventana de Datos Estadísticos de Turbina Seleccionada*.



VENTANA DE DATOS ESTADISTICOS DE TURBINA SELECCIONADA

TM-2

reCOPE

RANGO DE CAUDAL (m³/h)

DENSIDAD kg/m ³	0 a 35	35 a 75	75 a 100	100 a 125	125 a 150	150 a 175
700 a 795 G. SUPER Y G. REGULAR	0.9705 01/01/1995	0.9744 19/08/1997	0.9742 20/08/1997	0.9832 27/11/2000	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/2000
795 a 805 KERO Y JET FUEL	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/2000	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995
805 A 875 DIESEL	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995	0.97 22/07/1999	0.9706 01/02/1999	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995

REGRESAR

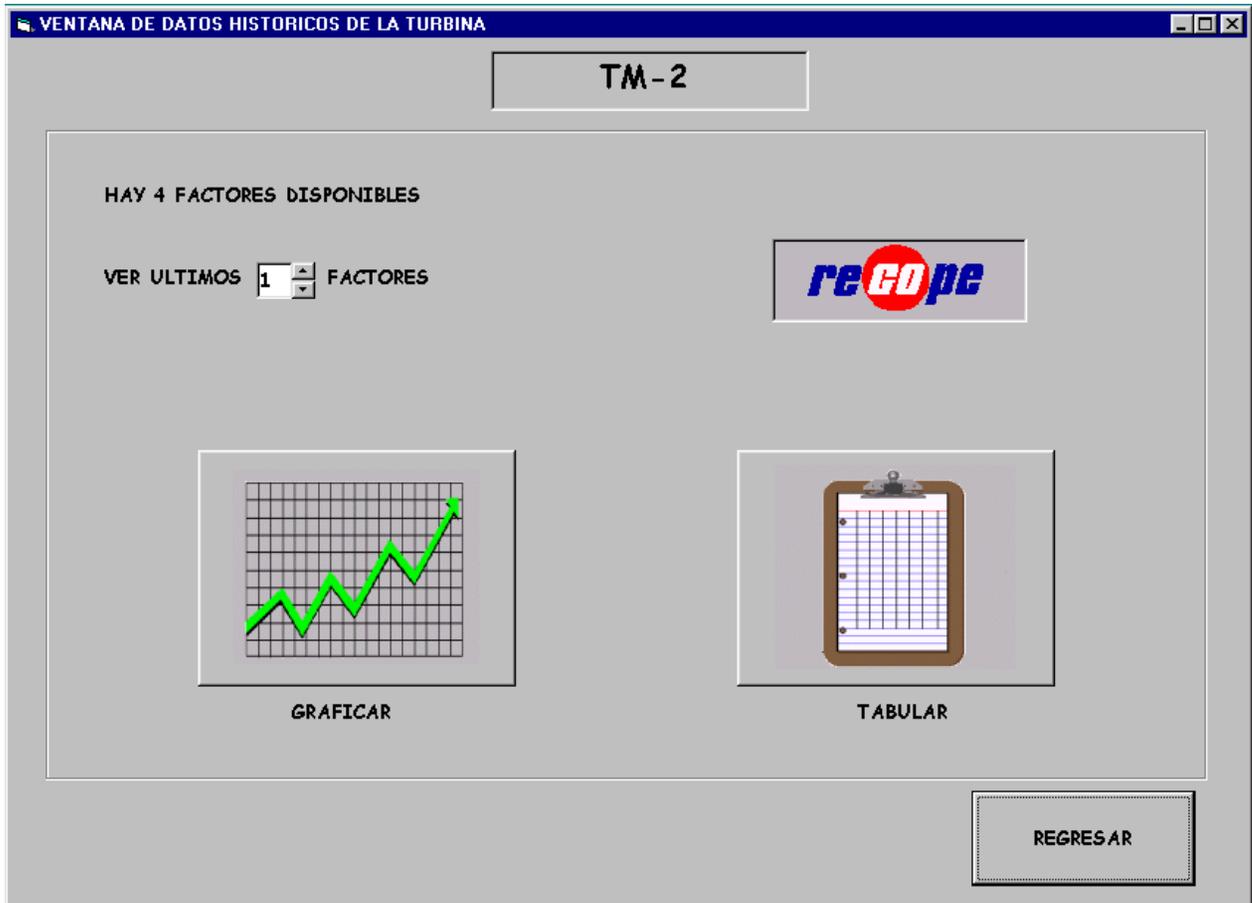
Esta ventana tiene la apariencia de la tabla de factores que se maneja cada vez que se cambia el factor de la turbina.

En el encabezado de la ventana está el nombre de la turbina a la que se le van a ver los datos estadísticos.

La tabla presenta los valores de los factores y la fecha en la que fueron fijados esos factores. Dependen de las condiciones de caudal y densidad a las que se calibró la turbina.

Para ver los factores de las anteriores calibraciones correspondientes a cualquiera de las condiciones de caudal y densidad, haga click en el factor o en la fecha de ese factor.

Se abre la *Ventana de Datos Históricos de la Turbina*.



Como ejemplo se tomaron las condiciones:

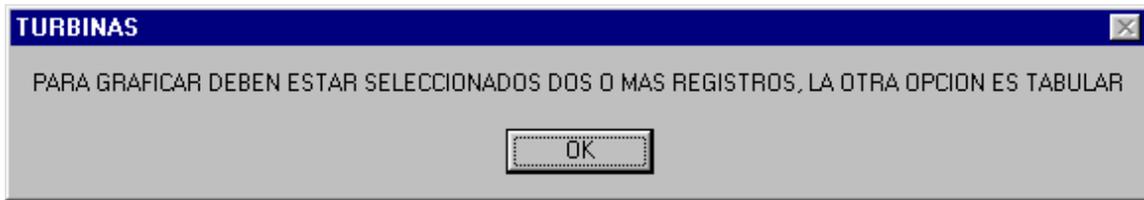
- Caudal : 100 a 125 m³/h
- Densidad : 700 a 795 kg/ m³

Seleccione la cantidad de factores que desea ver utilizando el control *updown* de la ventana.

Graficar

Para graficar los factores seleccionados solo haga click en el botón *GRAFICAR*.

Para graficar debe seleccionar como mínimo dos factores. Si por error se selecciona un solo factor aparece en pantalla el siguiente mensaje:



Al hacer click en el botón *OK* el sistema vuelve a la ventana de *Datos Históricos de la Turbina*.

Si la cantidad de factores seleccionados permite crear el gráfico, se despliega la *Ventana de Gráfico de Factores*. (Página siguiente)

Si desea imprimir el gráfico haga click en el botón *IMPRIMIR*. Se imprime el gráfico, y la tabla con los factores seleccionados con la fecha y la hora.

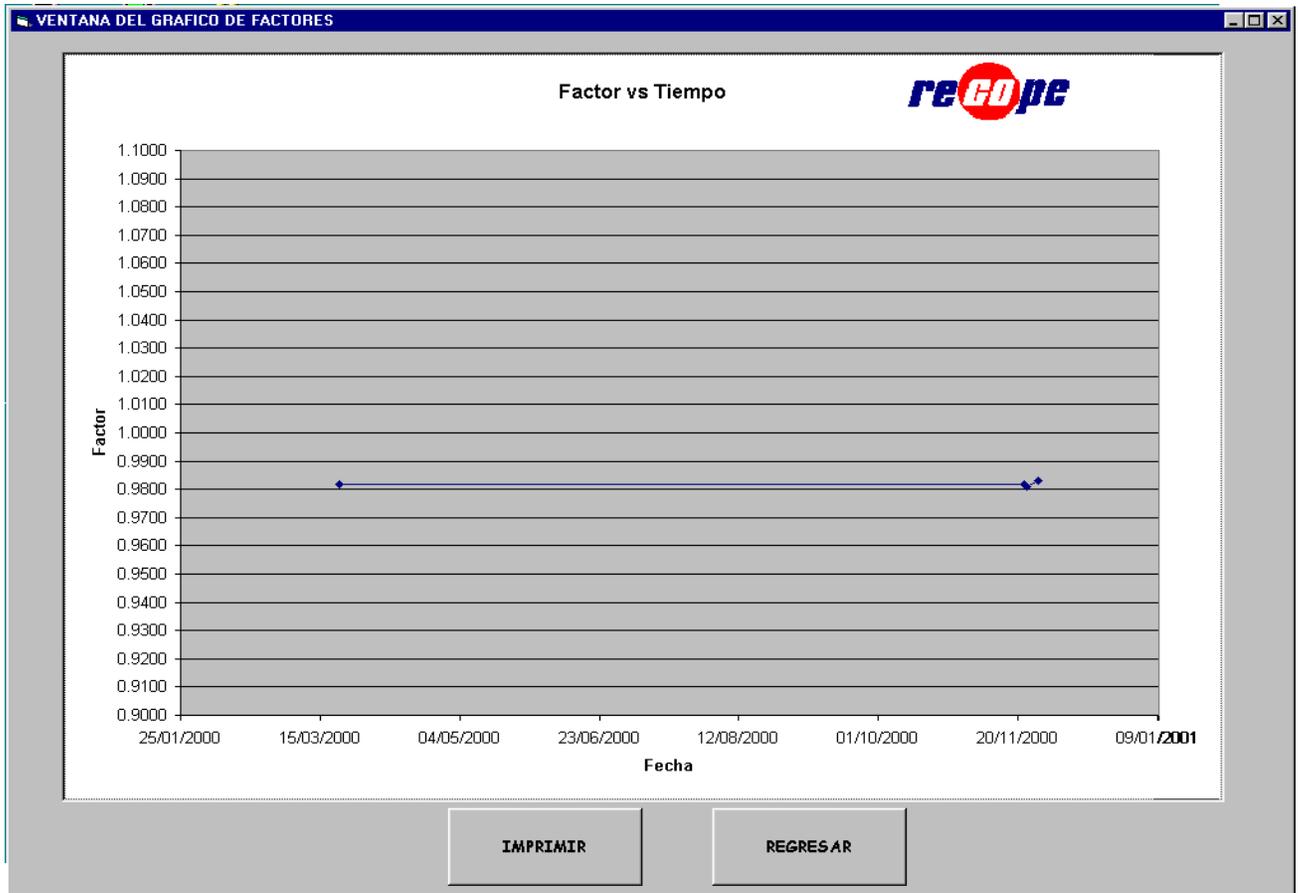
Al dar orden de imprimir, asegúrese de que la impresora esté conectada.

Si por error la impresora no está conectada adecuadamente, se despliega el siguiente mensaje:



Este es un mensaje de error de Windows®. Permite que se verifique si la conexión de la impresora es correcta.

Verifique la conexión y cuando esté seguro de que es correcta haga click en el botón *Retry*.



Si hace click en el botón *REGRESAR* de la ventana, vuelve a la *Ventana de Datos Históricos de la Turbina*.

Tabular

En la *Ventana de Datos Históricos de la Turbina*, haga click en botón *TABULAR*.

Se abre la *Ventana de Tabulación de Resultados*. (Ver página siguiente).

En esta ventana se presentan en forma de tabla los factores seleccionados en el control *updown* de la *Ventana de Datos Históricos de la Turbina*.

La ventaja de esta tabulación contra el gráfico es que se ven con más detalle los valores de los factores. Además en la tabla se observan los valores de densidad y caudal a que fueron obtenidos los factores.

VENTANA DE TABULACION DE RESULTADOS



TM - 2

TABLA DE FACTORES

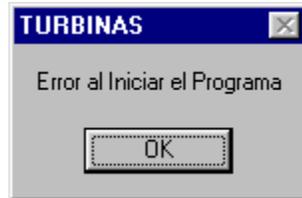
FACTOR	FECHA	HORA	CAUDAL	DENSIDAD
0.9832	27/11/2000	07:50:08 AM	113.7874	748.97
0.9811	23/11/2000	08:17:21 AM	114.0683	748.97
0.9816	22/11/2000	09:26:56 AM	113.9146	748.97
0.9816954	22/03/2000	01:00:00 PM	110.9999	750.9999

Para salir de esta ventana haga click en el botón superior derecho (X). Con esto vuelve a la *Ventana de Datos Históricos de la Turbina*.

Para salir de la *Datos Históricos de la Turbina*, haga click en el botón *REGRESAR*. Con esto se regresa a la *Ventana de Datos Estadísticos de la Turbina Seleccionada*. En esta ventana haga click en el botón de *REGRESAR* para volver a la *Ventana de Acciones*.

4. Mensajes de error

Si al digitar el ID y la clave correctos, se abre la *Ventana de Selección de Turbina* con el siguiente mensaje:



Puede ser debido a dos causas.

- a. No se encuentra bien conectada la red DH+ o la red ETHERNET.
Revise que la conexión sea correcta.
- b. No se ha abierto el proyecto de RSView32 que tiene la base de datos de tags, necesaria para la ejecución del proyecto.
Abra el proyecto de RSView32.

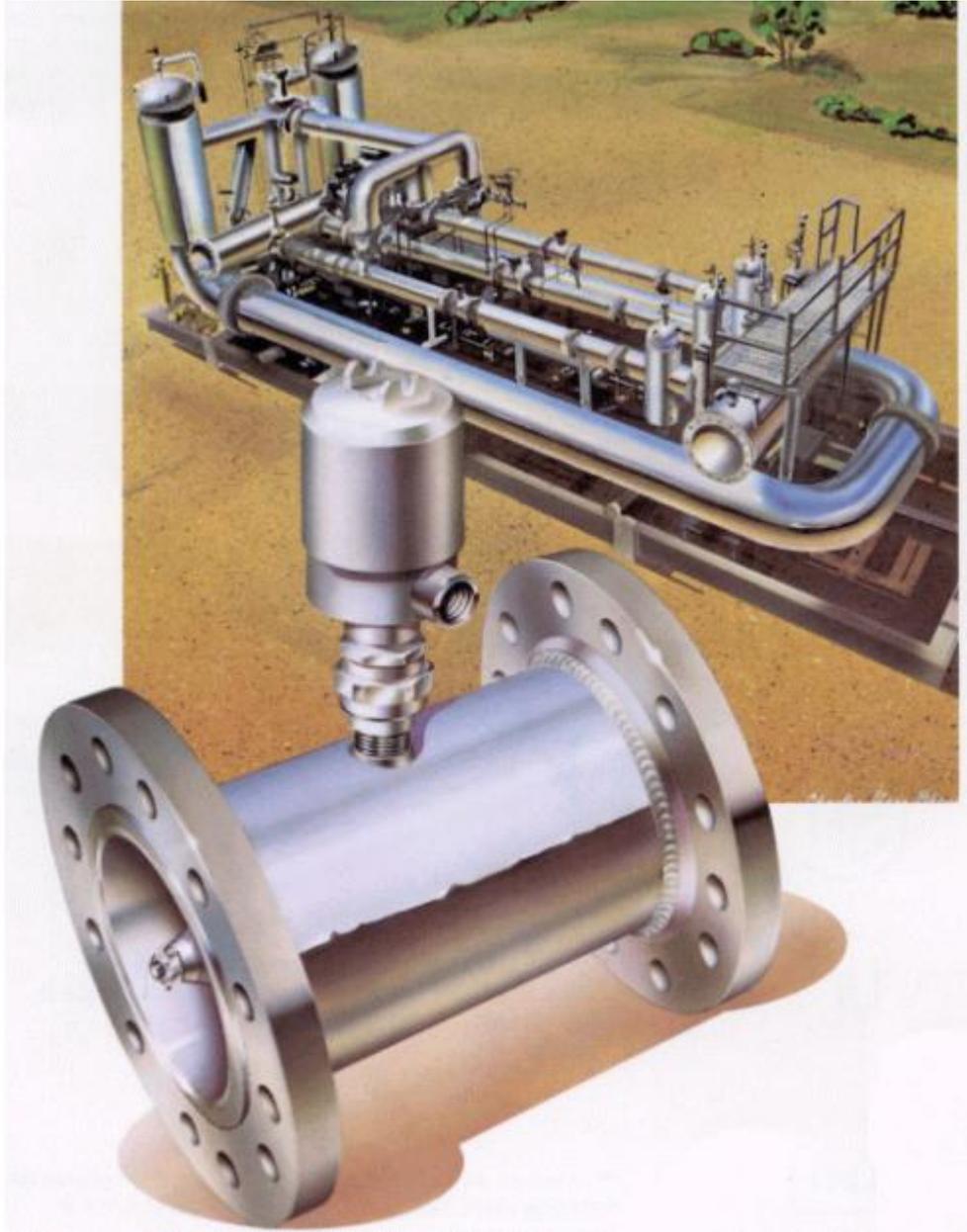
Si cuando se envían a imprimir los reportes de la prueba o cuando se imprime el gráfico, aparece el siguiente mensaje:



Cierre la aplicación y póngase en contacto con el administrador.

Apéndice 2 Manual técnico

MANUAL TÉCNICO
SISTEMA DE AJUSTE DEL FACTOR
DE TURBINAS MEDIDORAS DE FLUJO



Elaborado por: Dennis Sánchez Fallas

Año 2000

Tabla de Contenidos

Contenido	Pág.
Ventana de Ingreso	1
Ventana de selección de turbina	2
Ventana de cambio de clave	4
Ventana de cambio de parametros	5
Ventana de acciones	6
Ventana de la prueba	7
Ventana de datos estadísticos	10
Ventana de gráfico	12
Ventana de tabular	16
Módulo general del sistema	17

VENTANA INGRESO



PROCEDIMIENTO DE CARGA DE LA VENTANA

Este procedimiento se ejecuta cuando se carga esta ventana, esto es cuando se ejecuta el programa ya que es la primera ventana que se despliega.

La única función que tiene es iniciar en cero la variable de conteo de errores al introducir la clave.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON ACEPTAR

Este procedimiento se ejecuta al hacer click en el botón ACEPTAR.

Se definen las variables necesarias para el acceso a la base de datos de usuarios del sistema.

Se direcciona el archivo 'claves.mdb' donde se encuentran almacenadas las claves.

Se abre la base de datos y se comienza a recorrer para encontrar el usuario (login), si no se encuentra el usuario se despliega el mensaje:

USUARIO NO REGISTRADO

Se incrementa el valor del contador de errores VECES.

Si el usuario se encuentra pero la clave (password) es incorrecta se despliega el mensaje:

CLAVE INCORRECTA

Se incrementa el valor del contador de errores VECES.

En los dos casos anteriores, si el contador VECES es tres, entonces se despliega el mensaje:

FATAL ERROR

y se cierra la aplicación.

Si el usuario y la clave están correctos, se guarda el número del registro del usuario en la variable 'numusuario' (posteriormente se usa si se desea cambiar el password), se cierra la base de datos, cierra la ventana PASSWORD y se abre la ventana SELTURBINA.

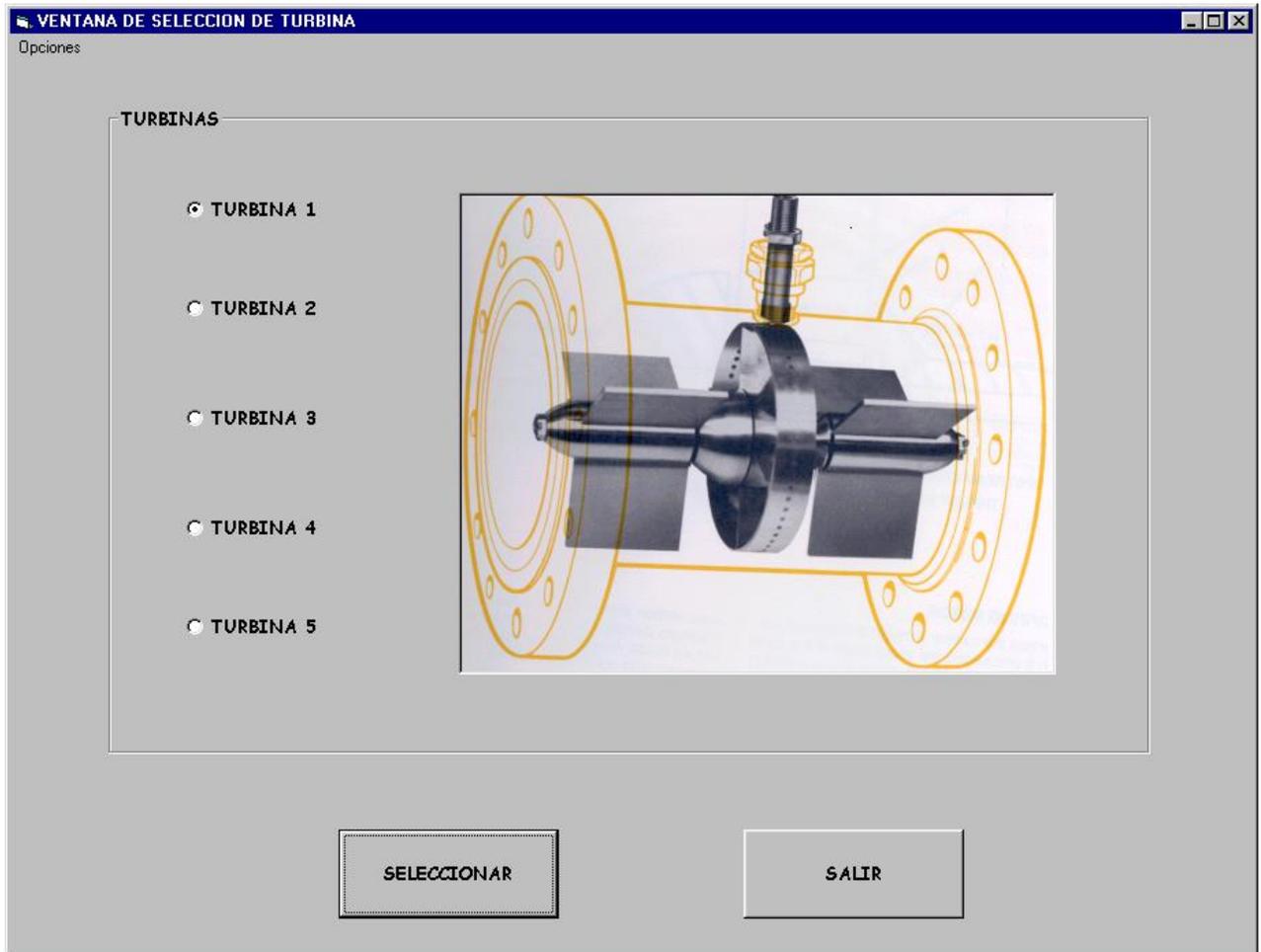
NOTA: Los datos del usuario y la clave son los que introduce el usuario en los espacios correspondientes en la ventana.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON SALIR

Este procedimiento se ejecuta cuando se hace click en el botón SALIR.

Lo único que hace es cerrar la aplicación.

VENTANA SELTURBINA



PROCEDIMIENTO DE CARGA DE LA VENTANA

Este procedimiento se ejecuta cuando se despliega la ventana SELTURBINA
Asigna a las variables dinámicas 'RsvApp' y ' RsvProj' valores que asocian VB6 con RSView32.
Define la turbina 1 como la turbina seleccionada por defecto.
Direcciona el tag NUMTURBS que es el tag que tiene el valor del número de turbinas del plantel. Con este dato, habilita las turbinas en pantalla.
Libera la memoria del tag y sale.
NOTA: en caso de error de comunicación entre VBA6 y RSView32, se genera un mensaje de error.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON SELECCIONAR

Este procedimiento direcciona el tag SELTURB, que es el que indica cual turbina se seleccionó y le asigna el valor de la variable 'turbinaselect'.
Posteriormente se libera la memoria del tag, se cierra la ventana SELTURBINA y se abre la ventana ACCIONES.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON SALIR

Este procedimiento libera las variables dinámicas que enlazan VB6 con el proyecto de RSView32 que se esta ejecutando

PROCEDIMIENTOS DE SELECCION DE TURBINA

Cualquiera de estos procedimientos se ejecuta al hacer click en alguno de los option button de la ventana.

Lo que hacen es dependiendo de cual option button se selecciono, se asigna el valor correspondiente a la variable 'turbinaselect'

PROCEDIMIENTO DE LA OPCION CAMBIAR CLAVE DEL MENU OPCIONES

Este procedimiento se ejecuta cuando en el menú de opciones se escoge cambiar clave lo que hace es abrir la ventana CAMBIARPASS

PROCEDIMIENTO DE LA OPCION PROBADOR DEL MENU OPCIONES

Este procedimiento se ejecuta cuando se elige la opción Probador del menú de Opciones.

Lo que hace es cerrar la ventana SELTURBINA y abre la ventana PROBPARAMS

PROCEDIMIENTO DE LA OPCION SALIR DEL MENU OPCIONES

Este procedimiento se ejecuta cuando se elige la opción Salir del menú de Opciones.

Tiene la misma función que el botón SALIR de la ventana.

VENTANA CAMBIO CLAVE



PROCEDIMIENTO DEL BOTON ACEPTAR

Este procedimiento se ejecuta al hacer click en el botón ACEPTAR.

Se definen las variables necesarias para el acceso a la base de datos de usuarios del sistema.

Se define la variable contador para recorrer la base de datos.

Si las claves introducidas en los espacios correspondientes en la ventana son iguales, entonces:

- Se direcciona el archivo 'claves.mdb' donde se encuentran almacenadas las claves.
- Se abre el archivo de la base de datos.
- Se recorre la base de datos hasta llegar al usuario correspondiente.
- Se escribe la nueva clave en el registro del usuario, se actualiza la base y se cierra.
- Luego se cierra la ventana CAMBIARPASS.

Si por el contrario las claves digitadas son diferentes, se despliega el mensaje:

CLAVES DIFERENTES

Se borra el texto escrito y sale a esperar que se introduzcan nuevos datos.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON CANCELAR

Este procedimiento se ejecuta cuando se hace click en el botón CANCELAR.

Lo único que hace es cerrar la ventana CAMBIARPASS.

VENTANA CAMBIO DE PARAMETROS

CAMBIO DE PARAMETROS DEL PROBADOR

PARAMETROS DEL PROBADOR

reCOPE

EL VALOR ACTUAL DEL VOLUMEN BASE ES: 0.758876 m ³	NUEVO VALOR:	<input type="text"/>	m ³
EL VALOR ACTUAL DEL DIAMETRO ES: 7.981 "	NUEVO VALOR:	<input type="text"/>	"
EL VALOR ACTUAL DEL ESPESOR ES: 0.322 "	NUEVO VALOR:	<input type="text"/>	"
EL VALOR ACTUAL DE LA TOLERANCIA ES: 0.075 %	NUEVO VALOR:	<input type="text"/>	%

ACEPTAR CAMBIOS **CANCELAR**

PROCEDIMIENTO DE CARGA DE LA VENTANA

Este procedimiento se ejecuta cada vez que se carga la ventana de PROBPARAMS.

Se direccionan los tags de los parámetros del probador: VOLBASE, DIAMETRO, ESPESOR y PORCENT.

Se despliegan estos valores en la ventana.

Si se diera algún error en la comunicación entre VB6 y RSView32, aparece el mensaje de error correspondiente.

PROCEDIMIENTO DE ACEPTAR CAMBIOS

Este procedimiento se ejecuta si se hace click en el botón ACEPTAR.

Toma cada uno de los datos que se introducen en los espacios correspondientes, verifica que no se haya introducido letras "por error".

Si los valores son correctos, se convierten de cadena de texto a valor numérico.

Si en algún espacio no se introdujo nada entonces el valor no se escribe en PLC, pero si se introdujo un valor y ese valor se verifico que es correcto, entonces se escribe en el tag del PLC correspondiente y se libera la memoria de los tags, y se cierra la ventana PROBPARAMS y se abre la ventana SELTURBINA.

Si por el contrario, alguno de los valores presenta letras, se despliega el mensaje de error correspondiente.

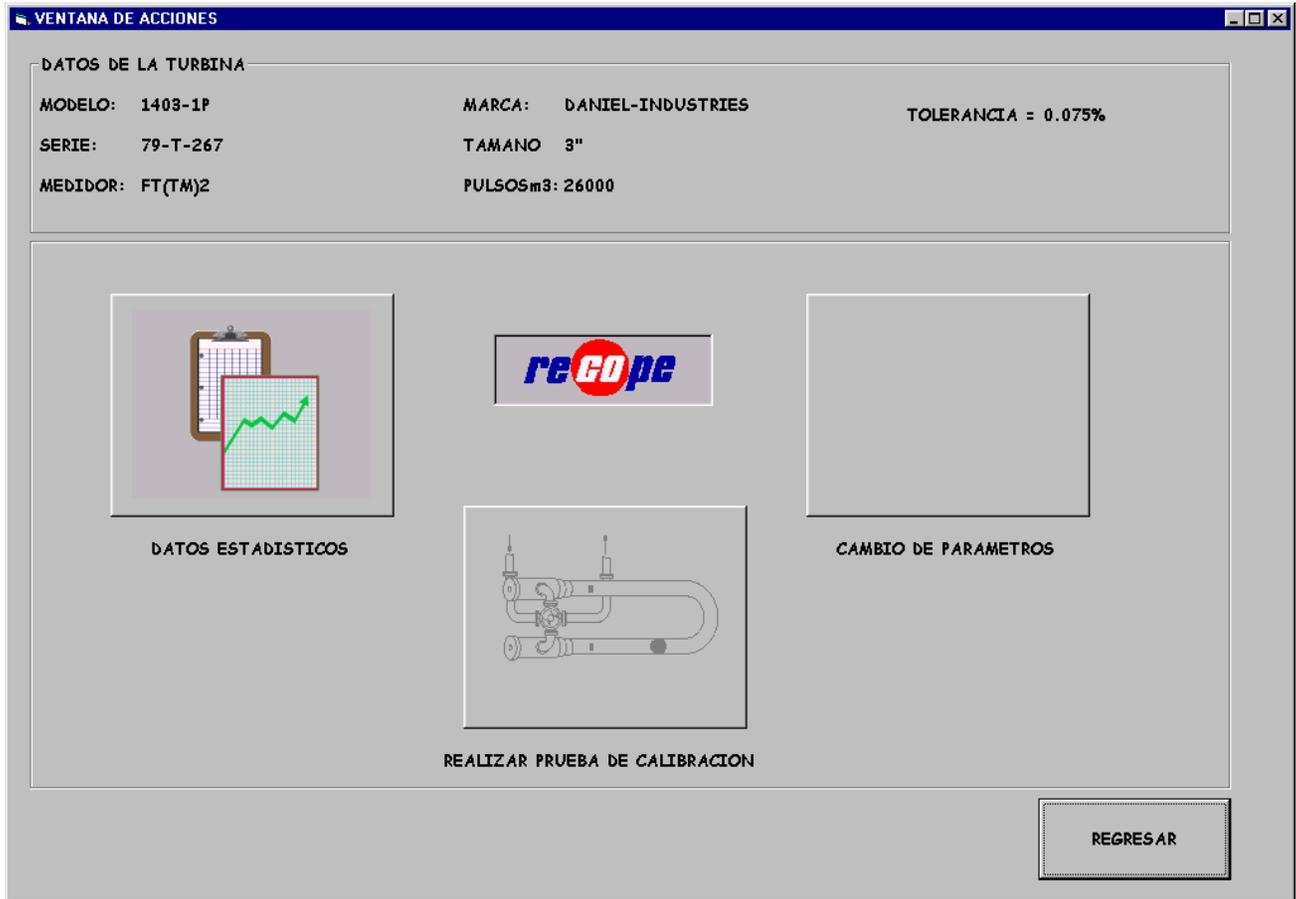
PROCEDIMIENTO DEL BOTON CANCELAR

Este procedimiento se ejecuta cuando se hace click en el botón CANCELAR.

La función que cumple es liberar la memoria de los tags que se asignan al ser cargada la ventana.

Además de que cierra la ventana de PROBPARAMS y abre la de SELTURBINA.

VENTANA DE ACCIONES



PROCEDIMIENTO DE ACTIVACION DE LA VENTANA

Este procedimiento se ejecuta cuando se carga esta ventana.

Lo primero que hace el llamar al procedimiento 'obtienetagsdeprueba'

La explicación de este procedimiento se encuentra en los comentarios del modulo general del programa.

Algunos de los valores obtenidos por el procedimiento son desplegados en el encabezado de la ventana.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON DATOS ESTADISTICOS

Este procedimiento se ejecuta cuando se hace click en el botón DATOS ESTADISTICOS

La función que cumple es cerrar la ventana de ACCIONES y abrir la ventana de datos estadísticos

PROCEDIMIENTO DEL BOTON DE PRUEBA

Este procedimiento se ejecuta cuando se hace click en el botón REALIZAR PRUEBA.

La función que cumple es cerrar la ventana de ACCIONES y abrir la ventana de PRUEBA.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON REGRESAR

Este procedimiento se ejecuta cuando se hace click en el botón REGRESAR

La función que cumple es liberar la memoria de los tags de datos de prueba, esto lo hace llamando al procedimiento 'liberatagsdeprueba' que se encuentra en el módulo principal del programa.

Luego cierra la ventana de ACCIONES y abre la ventana SELTURBINA

VENTANA DE PRUEBA

VENTANA DE AJUSTE DE FACTOR DE TURBINA

CORRIDA	TPROB	TMED	PPROB	PMED	P_ADE	P_ATR	T_PUL	CCFM	CCFP	FM	CAUDAL	FECHA:
	°C	°C	BAR	BAR							m ³ /h	11-27-2000
												HORA:
												12:02:23
												T. DE PRUEBA
												[ADELANTE]
												[ATRAS]

CORRIDAS VALIDAS A PARTIR DE CORRIDA

INICIAR

PARAR

SALIR

DECLARACION DE LAS VARIABLES QUE SE USAN EN LA PRUEBA

<p>corrida pulsosade, pulsosatr, totalpulsos validas, base pulsosmin, pulsosmax pulsosminimos, pulsosmaximos repetitividad desviación factmed factmedant CAUDAL inicio dens densidadSTR HORAINIC</p>	<p>número de corrida cantidad de pulsos identificadores pulsos max y min según la tolerancia variables para determinar desviación valor de la repetitividad desviación calculada factor del medidor calculado (4 decimales) factor anterior del medidor (4 decimales) valor del caudal bandera que indica la primera corrida valor de la densidad (4 decimales) string con el valor de la dens. variable para el cronometro</p>
---	--

Msg, Style, Title, Help, Ctxt, RESPONSE, MyString variables para mensajes

PROCEDIMIENTO DE ACTIVACION DEL FORMULARIO DE LA PRUEBA

Este procedimiento se ejecuta cada vez que se activa la ventana de la PRUEBA desde la ventana de ACCIONES.

Llama al procedimiento que asocia los tags del control de la prueba con los tags de RSView32. Ver modulo general del programa.

Una vez asociados los tags, pone en cero el bit que cambia el factor.

Pone en cero el bit de fin de corrida y el de iniciar la prueba.

Inhabilita el botón de parar y deja habilitados el de iniciar y salir.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON INICIAR

Este procedimiento cuando es ejecutado llama al procedimiento que limpia los valores de la pantalla, dejándola lista para la prueba que se inicia.

Enciende el bit de inicio de la prueba.

Inhabilita los botones de iniciar y salir y habilita el de parar.

Toma la corrida 1 como la base.

Captura el valor de la hora de inicio de la prueba.

Limpia el valor del contador de corridas(esto para evitar percances en el reporte).

Guarda en el registro de datos para reporte los valores de la fecha y el factor anterior.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON PARAR

Este procedimiento cuando es ejecutado INHABILITA el bit de inicio de prueba, esto es que termina la prueba.

Despliega el mensaje "Prueba abortada por el usuario"

Llama al procedimiento IMPRIMEREPORTE con el parámetro de ingreso al procedimiento que define que la prueba ha sido abortada por el operador.

Habilita los botones de iniciar y salir e inhabilita el de parar.

Llama al procedimiento de limpiar valores de despliegue

PROCEDIMIENTO DEL BOTON SALIR

Este procedimiento se ejecuta cuando se oprime el botón salir.

Se cierra la ventana de PRUEBA y se abre la ventana de ACCIONES.

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

Este procedimiento es un procedimiento timer. O sea se ejecuta periódicamente con un intervalo de 500 ms (medio segundo).

Lo primero que hace es actualizar la hora y la fecha.

Posteriormente chequea si el bit de inicio de la prueba ha sido puesto en alto, (IF No.1) esto es si se ha hecho click en el botón de iniciar de la ventana.

Si no se ha iniciado, no se ejecuta nada pero si se ha iniciado se inicia el monitoreo de la prueba.

Lo primero que se ejecuta en el monitoreo es la actualización del cronometro.

Luego se verifica el estado del STATUS del CFM del PLC. (IF No.2).

Cuando el STATUS indica que la corrida hacia adelante finalizo (STATUS = 3), se recupera el dato de los pulsos hacia adelante.

Una vez que el STATUS indica que finalizo la corrida el PLC enciende el bit FINCOR. (Sale del IF No.2 y se entra en el IF No.3).

Se obtiene de nuevo el valor de los pulsos totales de la corrida y se calcula el valor de los pulsos hacia atrás, estos valores junto con el caudal, la densidad, las temperaturas y presiones en el probador y el medidor además de los factores calculados por el COR, son almacenados en el registro de la corrida correspondiente.

Se libera la memoria de los tags de corrida.

Se despliega el contenido del registro en la pantalla.

Si la corrida es la base (IF No. 4), se calcula la tolerancia en pulsos de acuerdo con el valor del tag de porcentaje del PLC.

Se fija esa corrida como la primera corrida valida y se actualizan los labels del despliegue de corridas validas y la base.

Si no es la corrida base, entonces se verifica que cumpla con la tolerancia fijada en la corrida base (IF No.5).

Si cumple con la tolerancia entonces se suma uno al valor de las corridas validas, se actualiza el label de corridas validas de la pantalla.

Si no cumple con la tolerancia se verifica que sea una corrida menor o igual que 6 (IF No.6). Si es menor o igual que 6 entonces se asume como la corrida base, se calcula la nueva tolerancia en pulsos y se actualizan los valores de la corrida base y las corridas validas. Se despliegan estos nuevos valores.

Si la corrida no cumple con la tolerancia y es mayor que 6, entonces se aborta la prueba, se inactiva el bit de inicio de corrida y el de fin de corrida.

Se despliega el mensaje 'Prueba abortada por corridas no validas' y llama al procedimiento que imprime el reporte con el parámetro determinado para aborto por corridas no validas.

Si al incrementar el valor de las corridas validas se cumple que es la corrida valida No. 5 (IF No.7), indica que la prueba ha sido aceptada.

Entonces se inhabilita el bit de inicio de corrida, se inhabilita el bit de fin de corrida y se procede a calcular los promedios.

Se guardan en el registro de promedios y se procede a calcular los resultados.

Estos también son desplegados en pantalla. Se calcula el nuevo factor y la desviación entre factores.

Se despliega el mensaje que pregunta si se quiere cambiar el factor. Si se acepta se cambia el factor en el PLC, se llama al procedimiento de actualización de base de datos, y se llama al procedimiento de imprimir el reporte con el parámetro que indica que se cambio el factor.

Si no se acepta el cambio, se imprime el reporte con los resultados pero no se cambia nada. El reporte se imprime con el mensaje de que no se cambio el factor.

En cualquiera de los casos anteriores se devuelve el control a la interfase, esto es que se activa el botón iniciar y salir, y se inactiva el de parar.

PROCEDIMIENTO LIMPIAVALORES

Este procedimiento se ejecuta ya sea desde el botón de INICIAR o desde el botón de ABORTAR.

Toma cada una de las posiciones donde se colocan datos de las corridas, los resultados, el cronómetro, etc.

Además limpia los valores del registro de corridas, el de resultados y el de promedios. Esto es para inicializar las variables.

PROCEDIMIENTO ACTUALIZADATABASE

Este procedimiento se ejecuta cuando se acepta cambiar el factor del medidor.

Define las variables para acceder a la base de datos correspondiente a las condiciones en las que se efectuó la prueba (caudal y densidad).

Define variables para el calculo del path del archivo de la base de datos.

Define una variable de cuatro decimales para trabajar el caudal en la base de datos. Para la fecha se elige un string ya que debe tener un formato definido.

Luego de las definiciones, se calcula de acuerdo con las condiciones de caudal y densidad el valor de la variable 'indexfact'.

Con esta variable y con el valor de la variable global 'turbinaselect', definida en la ventana 'SELTURBINA', se calcula el path del archivo con la base de datos correspondiente y se guarda en la variable 'basedatos' se obtiene la fecha en formato DD/MM/YYYY.

Se abre la base de datos, se crea un nuevo registro, se escribe en ese registro los resultados y se actualiza la db y se cierra el archivo.

PROCEDIMIENTO IMPRIMEREPORTE

Esta rutina es llamada cada vez que termina la prueba, ya sea que esta sea correcta o abortada.

Imprime cualquiera de los cuatro tipos de reporte dependiendo del valor de la variable tipo

tipo = 1 reporte con factor cambiado

tipo = 2 reporte con factor no cambiado

tipo = 3 reporte con aborto por corridas no validas

tipo = 4 reporte con aborto del operador

DATOS ESTADISTICOS

VENTANA DE DATOS ESTADISTICOS DE TURBINA SELECCIONADA						
TM-2						
RANGO DE CAUDAL (m ³ /h)						
DENSIDAD kg/m ³	0 a 35	35 a 75	75 a 100	100 a 125	125 a 150	150 a 175
700 a 795 G. SUPER Y G. REGULAR	0.9705 01/01/1995	0.9744 19/08/1997	0.9742 20/08/1997	0.9832 27/11/2000	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/2000
795 a 805 KERO Y JET FUEL	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/2000	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995
805 A 875 DIESEL	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995	0.97 22/07/1999	0.9706 01/02/1999	0.9705 01/01/1995	0.9705 01/01/1995

DEFINICION DE VARIABLES GENERALES DEL FORMULARIO

I	Contadores para recorrer todas las bases
j	de datos y desplegar los factores actuales
dbsDBT	Variable a la que se asigna el archivo de la base de datos
rstFACTORES	Variable a la que se asigna la base de datos
basedatos	String al que se asigna el path del archivo de la base de datos
indexfact	Variable a la que se asigna el número de la base de datos(dependiendo de los valores de I y j)
factor4dec	variable necesaria para desplegar el factor de la base de datos con cuatro decimales

PROCEDIMIENTO DE CARGA DE LA VENTANA

Este procedimiento se ejecuta la ventana de DATOS ESTADISTICOS desde la ventana de ACCIONES. La función que cumple es la de rellenar la tabla de factores y fechas que despliega en la pantalla. Para realizar esto, se toma el valor de la variable 'turbinaselect' que es fijado en la ventana de SELTURBINA.

Luego se ponen a correr los contadores I y j, para calcular un valor que es guardado en la variable 'indexfact'. Con los valores de las variables anteriores se compone el path de las diferentes bases de datos y se guarda en el string 'basedatos'.

Posteriormente se abre la base de datos correspondiente, se abre el archivo de la base de datos y se obtienen los valores del ultimo registro de la base correspondiente, estos valores son el factor y la fecha.

Finalmente se despliegan estos resultados en pantalla y se cierra el archivo.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON REGRESAR

Este procedimiento se ejecuta cuando hacen click en el botón de REGRESAR.
Lo único que hace es cerrar la ventana actual y abrir la ventana de ACCIONES.

PROCEDIMIENTOS DE CLICK SOBRE ALGUN FACTOR O ALGUNA FECHA

Estos procedimientos se ejecutan cuando se hace click en alguna fecha o en algún factor de la tabla.

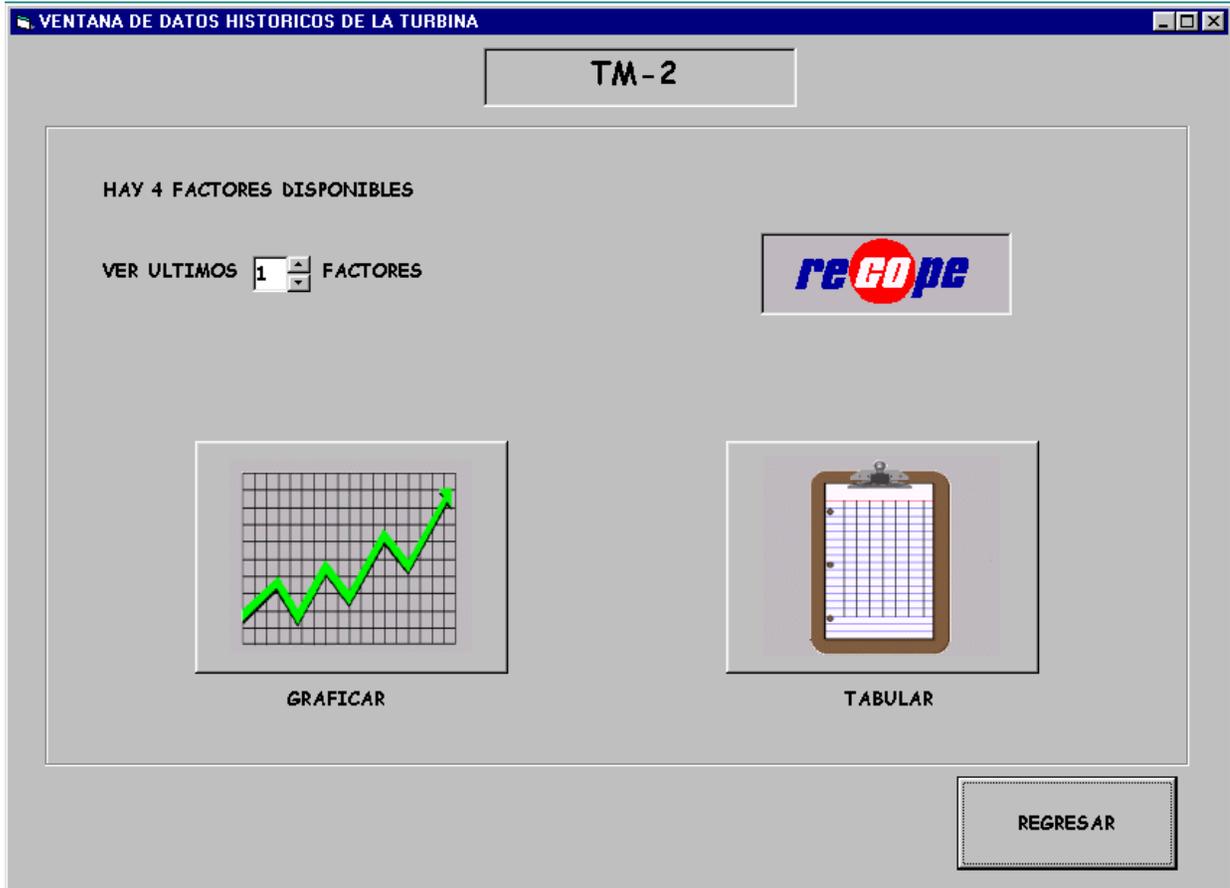
Los cuadros de texto de los 18 factores forman una matriz de controles, lo mismo ocurre con los cuadros de texto de las 18 fechas, así cuando se hace click en alguno, al entrar al procedimiento se agrega el valor del index del cuadro de texto seleccionado.

Con este valor y con el valor de la turbina seleccionada, se forma el string del path del archivo con la base de datos que se desea abrir dependiendo de las condiciones de caudal y densidad deseadas para la turbina seleccionada.

Este string es guardado en la variable global 'basedatosglobal', esto para luego ser utilizado en el despliegue de la tabla y el gráfico.

Una vez salvado el path se abre la ventana TABLAOGRAFTM y se cierra la ventana actual.

VENTANA DE DATOS HISTORICOS



DEFINICION DE VARIABLES GENERALES DEL FORMULARIO

CONTADOR	Variable a la que se asigna la cantidad de factores que se desea ver o graficar.
CANTREGS	Cantidad de registros disponibles en la base de datos seleccionada.
dbsglobal	Variable a la que se asigna el archivo de la base de datos seleccionada.
rstFACTORES	Variable a la que se asigna la base de datos.

PROCEDIMIENTO DE CARGA DE LA VENTANA.

Este procedimiento se ejecuta cada vez que se abre esta ventana desde la ventana de DATOS ESTADISTICOS.

Inicia la variable contador en 2, o sea mínimo 2 registros pueden ser vistos.

Abre la base de datos deseada. El path de esta base de datos viene en la variable global 'basedatosglobal' cuyo valor es fijado en la ventana de DATOS ESTADISTICOS.

Una vez abierta la base de datos, extrae la cantidad de registros que están disponibles y la cierra.

Despliega esta información en la ventana.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON DOWN

Este procedimiento se ejecuta cada vez que se hace click en el botón DOWN del control UPDOWN de la ventana.

Si la variable 'CONTADOR' es mayor que 1 entonces se decrementa, de lo contrario permanece en 1.

CONTADOR es la variable con la que se determina la cantidad de factores que se desean ver en tabla o gráfico.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON UP

Este procedimiento se ejecuta cada vez que se hace click en el botón UP del control UPDOWN de la ventana.

Si la variable 'CONTADOR' es menor que el valor de la cantidad de registros disponibles en la base de datos seleccionada (variable 'CANTREGS') entonces se incrementa, de lo contrario permanece igual, o sea con el valor de CANTREGS.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON GRAFICAR

Este procedimiento se ejecuta cada vez que se hace click en el botón GRAFICAR.

Toma el valor que se encuentra en la variable 'CONTADOR' y lo guarda en la variable global 'regsadesp'.

Esta variable es utilizada luego para hacer el gráfico.

Verifica que el valor de 'regsadesp' sea menor o igual que la cantidad de registros disponibles en la base de datos, si es así entonces verifica que se hayan seleccionado más de un registro (no tiene sentido graficar solo un factor). Si hay seleccionado solo uno, despliega el mensaje correspondiente.

Si hay seleccionado más de uno, entonces despliega la ventana GRAFACTORES.

Si por algún motivo, el valor de 'regsadesp' es menor que 'CANTREGS' entonces se despliega el mensaje correspondiente.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON TABULAR

Este procedimiento se ejecuta cuando se hace click en el botón TABULAR.

Al igual que el de graficar, pasa el valor de la variable 'CONTADOR' a la variable global 'regsadesp' la cual luego es usada para crear la tabla.

Compara que el valor de 'regsadesp' sea menor que 'CANTREGS' y si es así entonces despliega la ventana TABULAR.

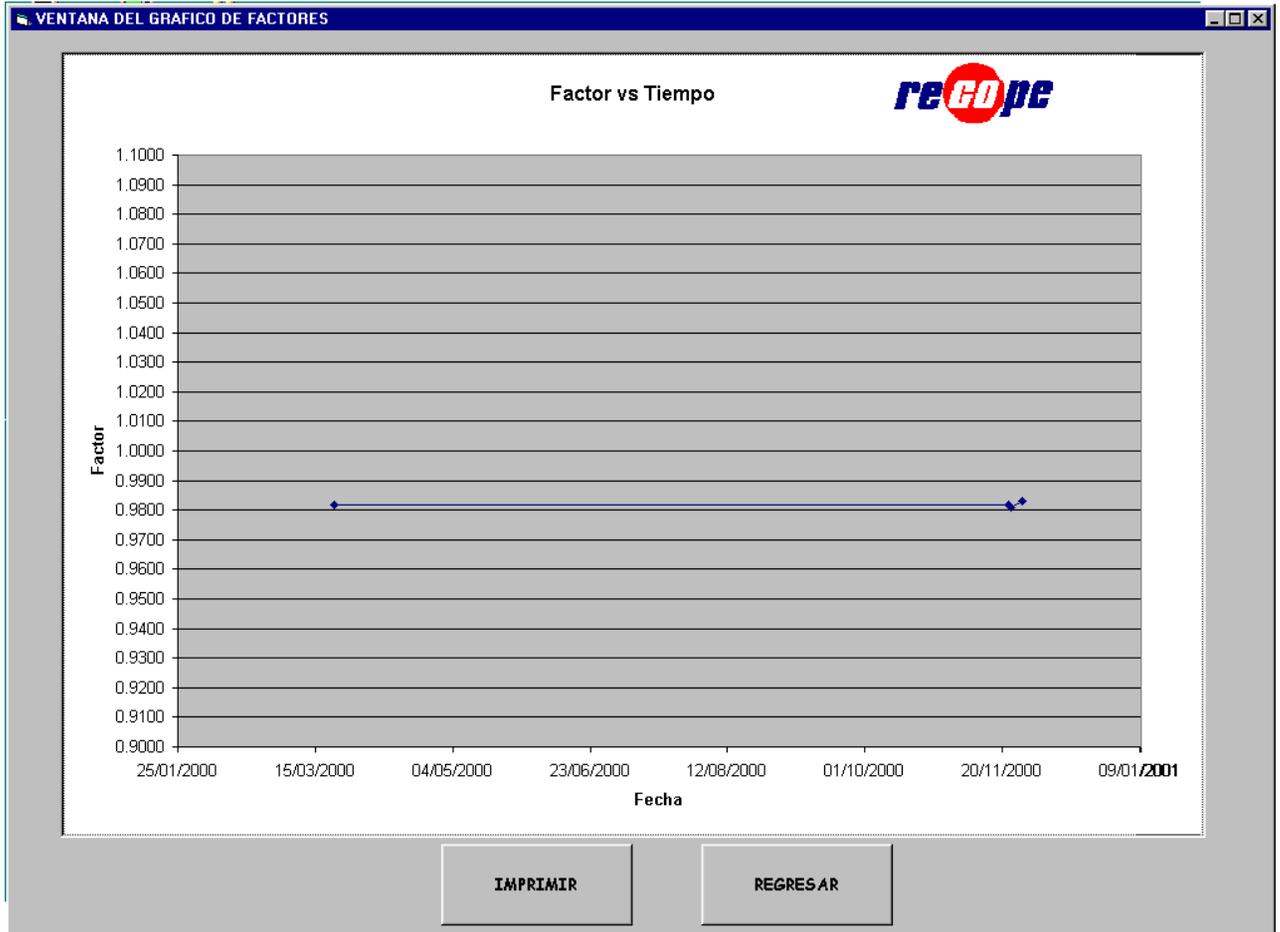
Si por algún motivo, el valor de 'regsadesp' es menor que 'CANTREGS' entonces se despliega el mensaje correspondiente.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON REGRESAR

Este procedimiento se ejecuta cuando se hace click en el botón REGRESAR.

La función que tiene es cerrar la ventana de TABLAOGRAF y abrir la ventana de DATOS ESTADISTICOS.

VENTANA DE GRAFICO



regdefechas(20)

DEFINICION DE VARIABLES GENERALES DEL FORMULARIO

Arreglo en el cual se guardan los valores de los registros para luego crea la tabla y el gráfico.
La definición de este registro esta en el modulo general del programa.

PROCEDIMIENTO EXTRAERDATOS

Este procedimiento es llamado desde el procedimiento de carga de la ventana.

Cumple varias funciones:

1. Define variables para acceder la base de datos seleccionada desde la ventana de DATOS ESTADISTICOS.
2. El path de esta base de datos viene dado en la variable global 'basedatosglobal'.
3. Abre la base de datos.
4. Usando la variable global 'regsadesp' cuyo valor se fija en la ventana TABLAOGRAFTM, copia los registros de la base de datos al arreglo global 'regdefechas'.
5. Cierra la base de datos

PROCEDIMIENTO CREATEGRAF

Este procedimiento es llamado desde el procedimiento de carga de la ventana.

Cumple varias funciones:

1. Define variables para acceder una aplicación de MS-EXCEL 8.0.
2. Abre el archivo de MS-EXCEL 8.0 que sirve para crear el gráfico.
Este archivo ya esta programado para generar el gráfico.
3. Escribe en las primeras celdas el encabezado
FACTOR FECHA HORA
4. Usando la variable global 'regsadesp' cuyo valor se fija en la ventana TABLAOGRAFTM y una variable contador 'I', copia los valores de los registros. del arreglo global 'regdefechas'(definidos en el procedimiento EXTRAEDATOS), a la hoja activa de la aplicación de MS-EXCEL 8.0 que se esta accesorando.
5. Define los limites de la tabla que se gráfica.
6. Salva el archivo de excel y sale.
7. Libera la memoria de las variables con las que se accesa excel.
8. En caso de errores, despliega el mensaje correspondiente, libera la memoria de las variables de acceso a excel y sale, no salva nada.

PROCEDIMIENTO DESPLIEGAGRAF

Este procedimiento es llamado desde el procedimiento de carga de la ventana.

Utilizando la opción de enlace e incrustación de objetos (OLE), carga en la ventana el gráfico que se crea con el procedimiento CREATEGRAF que se ejecuta justo antes de ejecutar este.

PROCEDIMIENTO DE CARGA DE LA VENTANA

Este procedimiento se ejecuta cuando se carga la ventana desde la ventana TABLAOGRAF.

Llama al procedimiento extraerdatos.

Llama al procedimiento creategraf

Llama al procedimiento despliegagraf

PROCEDIMIENTO DEL BOTON IMPRIMIR

Este procedimiento se ejecuta cuando se hace click en el botón IMPRIMIR de la ventana.

Es esencialmente el mismo que el de crear gráfico.

Define las variables para acceder excel, abre el archivo e imprime una copia tanto del gráfico como de la tabla con la que se genera el gráfico.

Posteriormente cierra el archivo, libera la memoria y sale.

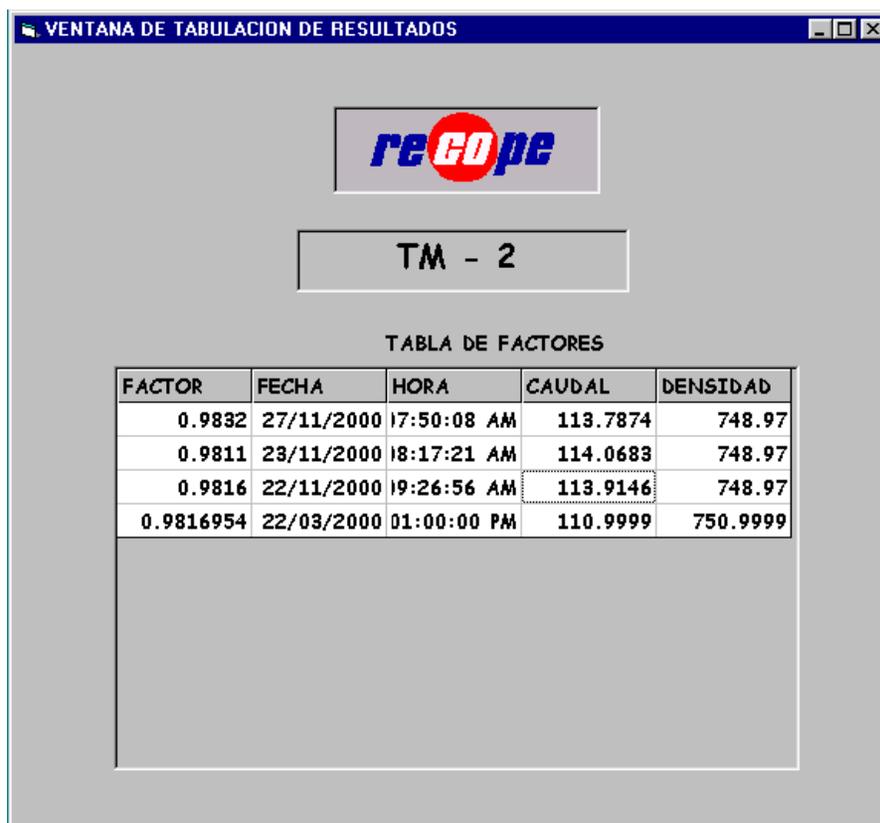
En caso de algún error durante el proceso, despliega el mensaje correspondiente, libera la memoria y sale.

PROCEDIMIENTO DEL BOTON REGRESAR

Este procedimiento se ejecuta cuando se hace click en el botón REGRESAR de la ventana.

Lo único que hace es cerrar la ventana actual.

VENTANA DE TABULAR



FACTOR	FECHA	HORA	CAUDAL	DENSIDAD
0.9832	27/11/2000	17:50:08 AM	113.7874	748.97
0.9811	23/11/2000	18:17:21 AM	114.0683	748.97
0.9816	22/11/2000	19:26:56 AM	113.9146	748.97
0.9816954	22/03/2000	01:00:00 PM	110.9999	750.9999

PROCEDIMIENTO DE CARGA DE LA VENTANA

Este procedimiento se ejecuta cuando se carga la ventana.

Lo primero que hace es definir las variables para acceder la base de datos que se va a tabular.

Además define una variable contador para recorrer la base de datos.

Presenta como encabezado la turbina seleccionada, esto usando la variable global 'turbinaselect'.

Usando la variable global 'regsadesp' se define el tamaño de la tabla de la ventana (se define la cantidad de filas necesarias.)

En la fila 0, escribe los encabezados en cada columna

FACTOR FECHA HORA CAUDAL DENSIDAD

Abre la base de datos seleccionada usando la variable global 'basedatosglobal' que es el string que tiene almacenado el path de la base de datos, su valor se definió en la ventana de DATOS ESTADISTICOS.

Usando el contador definido para el efecto, y con ayuda de la variable global 'regsadesp' recorre la base de datos desde el final hasta la cantidad de registros que se deseen ver y los despliega en su correspondiente posición en la tabla de la ventana.

Finalmente cierra la base de datos y sale del procedimiento.

MODULO GENERAL

LISTADO DE DEFINICIONES DE VARIABLES QUE SE HACEN EN EL MODULO

DEFINICION DE VARIABLES A LAS QUE SE ASIGNA EL PROYECTO DE RSVIEW32

DEFINICION DE VARIABLES GENERALES DEL PROGRAMA

DEFINICION DEL REGISTRO DONDE SE GUARDAN LOS DATOS DE LA BASE DE DATOS PARA LUEGO GENERAR LA GRAFICA DE FACTORES VS TIEMPO.

DEFINICION DEL REGISTRO DE DATOS DE PRUEBA

DEFINICION DEL REGISTRO DE CORRIDAS

DEFINICION DEL REGISTRO DE RESULTADOS

DEFINICION DE LOS TAGS DE CONTROL DE PROCESO

DEFINICION DE LOS TAGS DE DATOS DE LA PRUEBA

DEFINICION DE LOS TAGS DE DATOS DE CORRIDA

LISTADO DE PROCEDIMIENTOS DE ENLACE VBA6-RSView32

PROCEDIMIENTO QUE ENLAZA LOS TAGS DE CONTROL DE PRUEBA

PROCEDIMIENTO QUE ENLAZA LOS TAGS DE CANTIDAD DE PULSOS

PROCEDIMIENTO QUE LIBERA LA MEMORIA DE LOS TAGS DE PULSOS

PROCEDIMIENTO QUE ENLAZA LOS TAGS CON LOS RESULTADOS DE UNA CORRIDA

PROCEDIMIENTO QUE LIBERA LA MEMORIA DE LOS TAGS DE RESULTADOS UNA CORRIDA

PROCEDIMIENTO QUE ENLAZA LOS TAGS CON LOS DATOS DE LA PRUEBA

PROCEDIMIENTO QUE LIBERA LA MEMORIA DE LOS TAGS DE DATOS DE LA PRUEBA

Apéndice 3 Ejemplos de reportes y gráficos estadísticos

REPORTE DE AJUSTE DE FACTOR DE TURBINA

PLANTEL: EA FECHA: 27-Nov-00 HORA: 10:03:10

DATOS DEL PROBADOR

Volumen base: 0.758876 Diámetro: 7.981 Espesor: 0.322

DATOS DE LA TURBINA

Modelo: 1403-1P Serie: 79-T-267
 Marca: DANIEL-INDUSTRIES
 Número: FT(TM)2 Pulsos m³: 26000
 Tamaño: 3" Número Batch:

DATOS DE LAS CORRIDAS

CONT	TPROB °C	TMED °C	PPROB BAR	PMED BAR	P_ADE	P_ATR	T_PUL	CCFM	CCFP	CAUDAL m³/h
1	24	22	1.4	1.4	10073	10071	20144	0.9905	0.9926	113.9464
2	24	22	1.4	1.4	10063	10054	20117	0.9905	0.9926	113.8696
3	24	22	1.4	1.4	10063	10060	20123	0.9905	0.9926	114.01
4	24	22	1.4	1.4	10069	10053	20122	0.9905	0.9926	113.9464
5	24	22	1.4	1.4	10069	10066	20135	0.9905	0.9926	113.851
6	24	22	1.4	1.4	10070	10064	20134	0.9905	0.9926	113.8669
7	24	22	1.4	1.4	10056	10072	20128	0.9905	0.9926	113.851
8	24	22	1.4	1.4	10049	10074	20123	0.9905	0.9926	114.1213
9	24	22	1.4	1.4	10064	10059	20123	0.9905	0.9926	114.1259
PROMS.	24	22	1.4	1.4	10062	10067	20129	0.9905	0.9926	113.9432
ctsp:	1.0002	Cpsp:	1.0000	ctlp:	0.9923	cplp:	1.0001			
ctlm:	0.9916	Cplm:	0.9989							

5 CORRIDAS VÁLIDAS A PARTIR DE LA CORRIDA 5

RESULTADOS

Volumen corregido del probador: 0.7533 m³
 Volumen bruto del medidor: 0.7742 m³
 Volumen corregido del medidor: 0.7668 m³

Factor calculado de medidor: 0.9824

Densidad: 748.9700 kg/m³

Repetitividad: ± 0.0298 %
 Factor anterior del medidor: 0.9832
 Última fecha de actualización: 27/11/2000

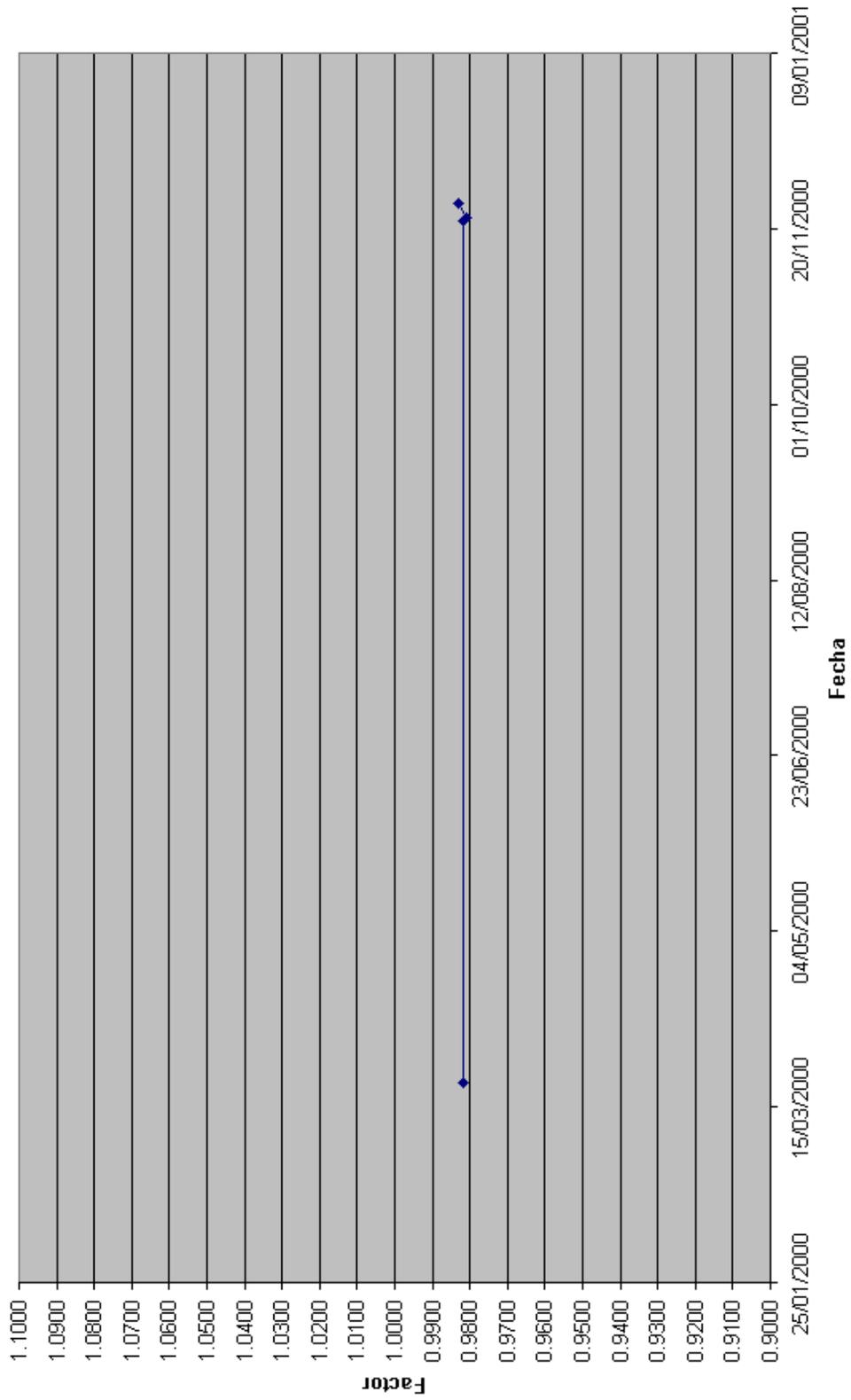
DESVIACIÓN: -0.0814 % Permitida: ± 0.2%

SE MANTIENE EL MISMO FACTOR ANTERIOR

TABLA DE VALORES PARA GRÁFICO ESTADÍSTICO

FECHA	FACTOR	HORA
27/11/2000	0.9832	7:50:08 AM
23/11/2000	0.9811	8:17:21 AM
22/11/2000	0.9816	9:26:56 AM
22/03/2000	0.9817	1:00:00 PM

Factor vs Tiempo



REPORTE DE AJUSTE DE FACTOR DE TURBINA

PLANTEL: EA FECHA: 27-Nov-00 HORA: 10:43:22

DATOS DEL PROBADOR

Volumen base: 0.758876 Diámetro: 7.981 Espesor: 0.322

DATOS DE LA TURBINA

Modelo: 1403-1P Serie: 79-T-267
 Marca: DANIEL-INDUSTRIES
 Número: FT(TM)2 Pulsos m³: 26000
 Tamaño: 3" Número Batch:

DATOS DE LAS CORRIDAS

CONT	TPROB °C	TMED °C	PPROB BAR	PMED BAR	P_ADE	P_ATR	T_PUL	CCFM	CCFP	CAUDAL m³/h
1	24	22	1.4	1.4	9961	9968	19929	0.9905	0.9926	112.7699
2	24	22	1.4	1.4	9966	9970	19936	0.9905	0.9926	112.6586
3	24	22	1.4	1.4	9969	9973	19942	0.9905	0.9926	112.9766
4	24	22	1.4	1.4	9970	9870	19840	0.9905	0.9926	111.7365
5	24	22	1.4	1.4	9866	9861	19727	0.9905	0.9926	111.5298
6	24	22	1.4	1.4	9873	9974	19847	0.9905	0.9926	112.9925
7	24	22	1.4	1.4	9969	9964	19933	0.9905	0.9926	112.6745

PRUEBA ABORTADA POR CORRIDAS NO VÁLIDAS

REPORTE DE AJUSTE DE FACTOR DE TURBINA

PLANTEL: EA FECHA: 29-Nov-00 HORA: 13:39:33

DATOS DEL PROBADOR

Volumen base: 0.758876 Diámetro: 7.981 Espesor: 0.322

DATOS DE LA TURBINA

Modelo: 1403-1P Serie: 79-T-267
 Marca: DANIEL-INDUSTRIES
 Número: FT(TM)2 Pulsos m³: 26000
 Tamaño: 3" Número Batch:

DATOS DE LAS CORRIDAS

CONT	TPROB °C	TMED °C	PPROB BAR	PMED BAR	P_ADE	P_ATR	T_PUL	CCFM	CCFP	CAUDAL m³/h
1	24	22	1.4	1.4	10100	10099	20199	0.9905	0.9926	114.1531
2	24	22	1.4	1.4	10104	10106	20210	0.9905	0.9926	114.2485
3	24	22	1.4	1.4	10106	10111	20217	0.9905	0.9926	114.3279
4	24	22	1.4	1.4	10117	10107	20224	0.9905	0.9926	114.2644
5	24	22	1.4	1.4	10096	10108	20204	0.9905	0.9926	114.2644
6	24	22	1.4	1.4	10106	10100	20206	0.9905	0.9926	114.4074
7	24	22	1.4	1.4	10105	10097	20202	0.9905	0.9926	114.3121
PROMS.	24	22	1.4	1.4	10106	10105	20211	0.9905	0.9926	114.3152
ctsp:	1.0002	Cpsp:	1.0000	ctlp:	0.9923	cplp:	1.0001			
ctlm:	0.9916	Cplm:	0.9989							

5 CORRIDAS VÁLIDAS A PARTIR DE LA CORRIDA 3

RESULTADOS

Volumen corregido del probador: 0.7533 m³
 Volumen bruto del medidor: 0.7773 m³
 Volumen corregido del medidor: 0.7699 m³

Factor calculado de medidor: 0.9734

Densidad: 748.9700 kg/m³

Repetitividad: ± 0.0544 %
 Factor anterior del medidor: 0.9832
 Última fecha de actualización: 27/11/2000

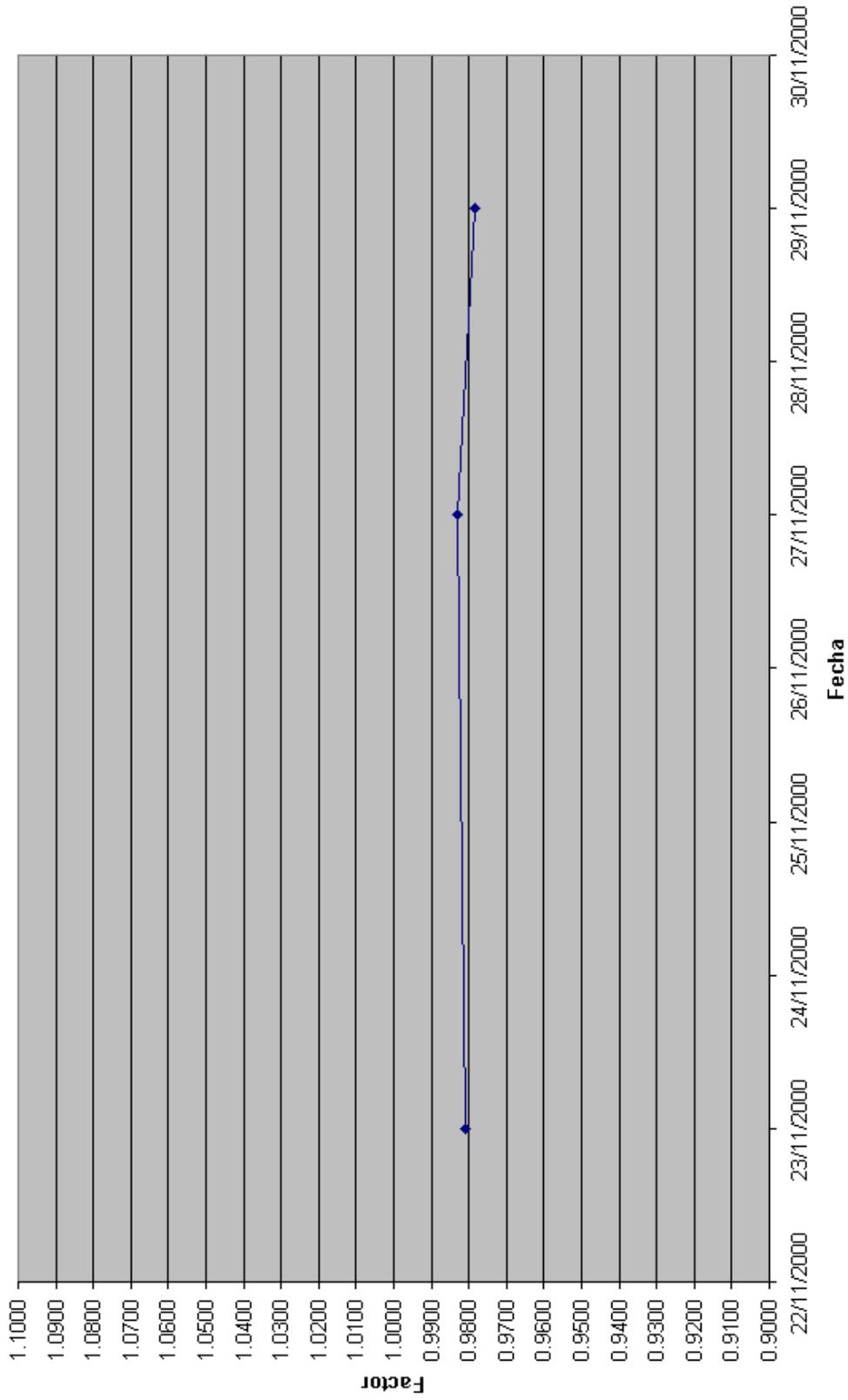
DESVIACIÓN: -0.4882 % Permitida: ± 0.2%

SE CAMBIÓ EL FACTOR DEL MEDIDOR

TABLA DE VALORES PARA GRÁFICO ESTADÍSTICO

FECHA	FACTOR	HORA
29/11/2000	0.9784	1:39:25 PM
27/11/2000	0.9832	7:50:08 AM
23/11/2000	0.9811	8:17:21 AM

Factor vs Tiempo



REPORTE DE AJUSTE DE FACTOR DE TURBINA

PLANTEL: EA FECHA: 11-Dic-00 HORA: 11:38:10

DATOS DEL PROBADOR

Volumen base: 0.758876 Diámetro: 7.981 Espesor: 0.322

DATOS DE LA TURBINA

Modelo: 1403-1P Serie: 79-T-267
 Marca: DANIEL-INDUSTRIES
 Número: FT(TM)2 Pulsos m³: 26000
 Tamaño: 3" Número Batch:

DATOS DE LAS CORRIDAS

CONT	TPROB °C	TMED °C	PPROB BAR	PMED BAR	P_ADE	P_ATR	T_PUL	CCFM	CCFP	CAUDAL m³/h
1	21.5	22	1.7	1.4	10159	10160	20319	0.9905	0.9945	114.9162
2	21.5	22	1.7	1.4	10147	10176	20323	0.9905	0.9945	115.0275
3	21.5	22	1.7	1.4	10154	10150	20304	0.9905	0.9945	115.0752
4	21.5	22	1.7	1.4	12271	10365	22636	0.9905	0.9945	118.716

PRUEBA ABORTADA POR POR EL OPERADOR