

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA ELETROMECAÁNICA



“DISEÑO DE BASE DE DATOS”

y

**“SISTEMA DE CONTROL INTELIGENTE
INS ELÉCTRICO”**

Informe de Práctica de Especialidad

Empresa

Intelcon, Control Inteligente S.A.

Autor:

Anselmo Robles Flaqué 9812838

San José , 2004

Agradecimiento

Mi más sincero agradecimiento a:

Ing. Jorge Valverde, por su aporte valioso como profesor asesor de práctica profesional.

Ing. Federico Zamora, y a todo el personal de Intelcon S.A., por haberme permitido realizar este proyecto en dicha empresa, y por toda la ayuda ofrecida.

Manolo y doña Lorena por la ayuda desinteresada que me brindaron.

Todos los profesores del ITCR que en algún momento me transmitieron su conocimiento, en especial al Ing. Osvaldo Guerrero por demostrar siempre gran interés en el aprendizaje de los estudiantes, por sus consejos durante todos los años de carrera y por ser mas un amigo que profesor.

Mis compañeros de ingeniería en mantenimiento industrial por todos los buenos momentos que pase junto a ellos.

Finalmente, agradezco a todas las personas que cooperaron de alguna forma en la realización de este proyecto.

Dedicatoria

Dedico este proyecto primero a Dios que me ha dado salud, serenidad y fortaleza para salir adelante en todos los momentos y tomar las mejores decisiones.

A mi padre que aunque no se encuentre conmigo físicamente, sé que cuento siempre con su apoyo y ayuda desde el cielo.

A mi mamá, mas que nadie, pues se ha sacrificado por darme la oportunidad de estudiar, sin ella nada de esto sería posible.

A mis hermanos Agustín y Elisa con quienes siempre he podido contar, y son parte muy importante de mi vida.

A Karina, ha sido una persona muy especial, siempre he tenido su apoyo, cariño y comprensión.

Tabla de contenidos

AGRADECIMIENTO.....	2
DEDICATORIA	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	4
TABLA DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	6
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN GENERAL	9
PROYECTO ADMINISTRATIVO	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	11
1.1.1 <i>Misión</i>	12
1.1.2 <i>Visión</i>	12
1.1.3 <i>Organigrama de la empresa</i>	12
1.1.4 <i>Departamento de Ingeniería</i>	13
1.1.5 <i>Departamento de Proyectos</i>	13
1.1.6 <i>Departamento de Soporte</i>	13
1.1.7 <i>Departamento de Ventas</i>	14
1.1.8 <i>Departamento de Contabilidad</i>	14
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	15
1.3 OBJETIVOS.....	18
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	18
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	18
2. DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS	19
2.1 DISEÑO TEÓRICO	19
2.1.1 <i>Tablas</i>	19
2.1.2 <i>Formularios</i>	23
2.1.3 <i>Consultas</i>	24
2.1.4 <i>Informes</i>	24
2.2 MANUAL DEL USUARIO	25
2.2.1 <i>Panel de Control</i>	25
2.2.2 <i>Ingreso de Datos</i>	26
2.2.3 <i>Consultas</i>	28
2.2.4 <i>Informes</i>	30
2.3 PROYECCIÓN DE RESULTADOS.....	33
3. CONCLUSIONES	35
PROYECTO TÉCNICO.....	36
1. INTRODUCCIÓN	37

1.1 JUSTIFICACIÓN.....	37
1.2 OBJETIVOS.....	41
1.2.1 <i>Objetivo general:</i>	41
1.2.2 <i>Objetivos específicos:</i>	41
2. DESARROLLO	42
2.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	42
2.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS	46
2.3 DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS	51
2.4 DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONTROL	55
2.5 PROYECCIÓN DE RESULTADOS.....	61
3. CONCLUSIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	64
HOJA DE INFORMACIÓN	65
MANUALES	66
PLANOS.....	67
LISTA DE PUNTOS	68

Tabla de gráficos y figuras

GRÁFICO 1. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	12
TABLA 1. CLIENTES.....	19
TABLA 2. CONTACTOS.....	19
TABLA 3. PERSONAL INTELCON.....	19
TABLA 4. TIPO DE EQUIPO.....	20
TABLA 5. TIPO DE SERVICIO.....	20
TABLA 6. REPORTE DE SERVICIO.....	20
TABLA 7. LISTA DE PANELES.....	21
TABLA 8. LISTA DE PUNTOS.....	21
TABLA 9. TIPO DE SEÑAL.....	21
TABLA 10. FABRICANTES.....	21
TABLA 11. MODELO DE EQUIPOS.....	22
TABLA 12. SOFTWARE.....	22
TABLA 13. TIPO DE RED.....	22
TABLA 14. MANUAL DE MANTENIMIENTO.....	22
TABLA 15. REPORTE DE FALLOS.....	23
TABLA 16. FORMULARIOS.....	23
TABLA 17. CONSULTAS.....	24
TABLA 18. INFORMES.....	24
TABLA 19. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL INTELIGENTE.....	42
TABLA 20. EQUIPO REQUERIDO PARA CUMPLIR LOS REQUERIMIENTOS.....	46
TABLA 21. NÚMERO DE CABLES POR DIÁMETRO DE TUBERÍA.....	52
FIGURA 1. MENÚ PRINCIPAL.....	25
FIGURA 2. INGRESO DE DATOS A.....	26
FIGURA 3. FORMULARIO PARA INGRESO.....	27
FIGURA 4. CONSULTAS A.....	28
FIGURA 5. PARÁMETRO DE CONSULTA.....	29
FIGURA 6. CONSULTA POR PANTALLA.....	30
FIGURA 7. INFORMES.....	31
FIGURA 8. FORMATO DE INFORME.....	32
FIGURA 9. NAVEGADOR DEL SOFTWARE DOW.....	56

Resumen

- Proyecto Administrativo.

Como bien se sabe las labores de mantenimiento generan gran cantidad de información, tanto de datos técnicos de los equipos como reportes de trabajos y otros documentos de gran importancia.

Intelcon, Control Inteligente es una empresa dedicada a desarrollar proyectos de control inteligente en edificaciones. Después de finalizado un proyecto se brinda a cada cliente un servicio de soporte y mantenimiento. Gran cantidad de documentos son generados para cada cliente y es necesario mantenerlos organizados y actualizados para que su uso sea eficiente. Sin embargo, cuando se cuenta con un sistema manual para el manejo de ellos, esta labor se hace lenta e ineficaz.

Es por tal motivo, que se diseñó una base de datos, utilizando Microsoft Access, la cuál permite agilizar el manejo de todos los documentos necesarios.

En un corto período de prueba se produjeron resultados positivos, tales como: un adecuado manejo por parte del usuario, mayor rapidez en el ingreso de datos y facilidad para consultar documentos almacenados.

Se espera que la base de datos se pueda utilizar en un cien por ciento y que llegue a reemplazar los documentos utilizados tradicionalmente.

- Proyecto Técnico

El Instituto Nacional de Seguros se encuentra en un proceso de remodelación de toda la red eléctrica del edificio principal. Se han adquirido equipos nuevos, y se ha invertido gran cantidad de dinero en su instalación. Los directores del proyecto se plantearon la

necesidad de integrar dentro de un sistema centralizado de monitoreo de todos los equipos y su control.

En respuesta a esta necesidad, Intelcon presentó una solución viable para un sistema de control inteligente denominado “INS Eléctrico”.

Para desarrollar dicho proyecto fue necesario tomar en cuenta las necesidades planteadas por el usuario, y posteriormente encontrar la solución más eficaz con equipos de alta tecnología, suministrados por la marca canadiense Delta Controls Inc.

Se debe tomar en cuenta que se trata de una red eléctrica con una subestación de 1000 kVA, una planta generadora de emergencia con capacidad para 750 kW y 32 cuartos eléctricos distribuidos a lo largo de 14 niveles. Por tanto fue necesario incluir un diseño de tuberías para toda la red del sistema de control, que cuenta con más de 60 tarjetas inteligentes y más de 500 puntos conectados a ellas.

El enlace de todos estos puntos, es realizado por medio de un software especializado, diseñado exclusivamente para unificar el sistema, por tanto los programas de control diseñados son fundamentales en el adecuado funcionamiento de los equipos.

El sistema será capaz de monitorear corriente y voltaje tanto en la subestación como en cada nivel, además de encender y apagar interruptores de tableros eléctricos de forma remota, así como monitorear el estado de los mismo, entre algunas otras aplicaciones.

Actualmente el proyecto se encuentra en etapa de construcción y se espera que todos los equipos seleccionados y los programas desarrollados funcionen adecuadamente una vez puesto en marcha.

Introducción General

Intelcon, Control Inteligente es la empresa seleccionada para realizar los proyectos descritos en el siguiente informe, ya que reúne todas las condiciones necesaria en cuanto a estructura, actividad y equipos.

El primer proyecto consiste en el procedimiento utilizado para elaborar una base de datos orientada al mantenimiento que brinda la empresa a sus clientes. Su diseño se llevó a cabo tomando en cuenta las necesidades propias de Intelcon. Se procuró dejar de lado las necesidades específicas de cada cliente pues se necesitaría desarrollar una aplicación diferente para cada uno.

Se creó la base de datos con la intención de ser utilizada por el personal de Intelcon para mejorar el manejo de información. Esto no implica que la aplicación no pueda ser adaptada para el uso de algún cliente, sin embargo sería necesario llevar a cabo algunas modificaciones de la versión original.

El segundo proyecto documenta el desarrollo de un sistema de control inteligente en las instalaciones del Instituto Nacional de Seguros. Dicha institución cuenta con una nueva red eléctrica en la que se quiere implementar un sistema de control y monitoreo, es por tal motivo que la empresa contratista de los trabajos eléctricos recurrió a Intelcon para desarrollar el proyecto ubicado en la sede central del INS.

En las secciones posteriores se detallará cada uno de los proyectos y sus especificaciones.

PROYECTO ADMINISTRATIVO
BASE DE DATOS PARA MANTENIMIENTO

1. Introducción

1.1 Descripción de la empresa

Intelcon, Control Inteligente S.A., ubicada en Belén, Heredia, es una empresa dedicada a la automatización de edificaciones. A lo largo de más de 7 años, ha brindado su servicio a numerosas instituciones, industrias y comercio.

Es representante en el área, de la marca canadiense Delta Controls, por lo que ha desarrollado numerosos proyectos tanto en Costa Rica como en el resto de Centroamérica, algunos de los más destacados son: Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, Terramall, I.N.S., Hotel Intercontinental Honduras, Hospital México, Hotel Marriott Costa Rica y Banco Interfin.

Su principal objetivo es brindar a sus clientes una herramienta útil, que simplifique las labores, mediante la automatización de las instalaciones, utilizando tarjetas computarizadas que permiten ser accedidas por una computadora desde cualquier punto remoto. Respecto al mantenimiento, el software de Delta ofrece una variedad de herramientas que ayudan al monitoreo de equipos, por ejemplo: alarmas (sobrecorriente, alta temperatura, bajo nivel de fluidos, etc); horas de funcionamiento, gráficos históricos de mediciones y es capaz almacenar cualquier dato requerido, siempre que se instale equipo correcto.

Este software es a su vez programable, por lo que permite múltiples labores tales, como alternar equipos automáticamente, ajustar arranques secuenciales para controlar los picos de demanda, programar horarios de funcionamiento para iluminación y aire acondicionado. Se podría decir que el equipo permite una programación con la misma lógica de un PLC, sin embargo su aplicación no es para procesos industriales, sino para control de edificaciones.

1.1.1 Misión

Brindar en forma ética y profesional el servicio de automatización en edificaciones a todos sus clientes actuales y potenciales, con la mayor responsabilidad, calidad y profesionalismo, por medio de personas que se identifican con sus valores y haciendo uso de la mejor tecnología.

1.1.2 Visión

Es una empresa líder en Centroamérica en Control Inteligente, que brinda servicios a industrias, instituciones, comercio, entre otros. Esta comprometida con sus asociados, clientes, proveedores y empleados para dar lo mejor y mantener su posición.

1.1.3 Organigrama de la empresa

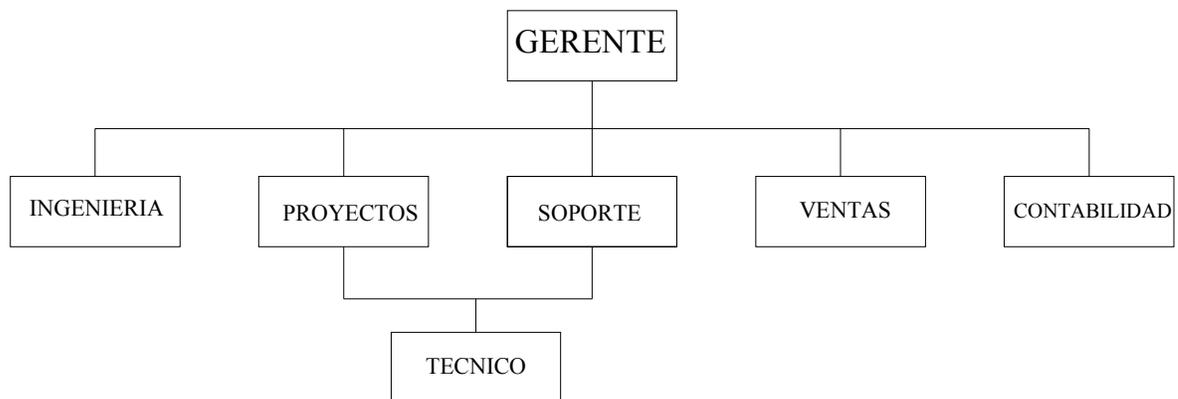


Gráfico 1. Organigrama de La Empresa

1.1.4 Departamento de Ingeniería

Se encarga, entre otras funciones, de realizar investigaciones sobre nuevas tecnologías, pruebas, programación y diseño. Este departamento participa activamente en los proyectos, realizando propuestas y aportando ideas.

El departamento de ingeniería se encuentra conformado por un ingeniero, y de ser necesario cuenta con el apoyo del personal de otro departamento.

1.1.5 Departamento de Proyectos

Su responsabilidad se enfoca en la ejecución de los proyectos en sitio. Coordina labores con los demás subcontratistas para lograr que todos los detalles logísticos se cumplan adecuadamente.

Este departamento es responsabilidad de un ingeniero encargado de la supervisión de proyectos, y apoyado por los técnicos cuando es necesario.

1.1.6 Departamento de Soporte

El departamento de soporte brinda todos los servicios de mantenimiento al cliente una vez concluido el proyecto.

Su principal función es realizar labores de mantenimiento preventivo, en la medida de lo posible, sin embargo, como bien es sabido los equipos electrónicos presentan en su mayoría fallas aleatorias difíciles de predecir, por lo que también se da frecuentemente el mantenimiento correctivo.

Los proyectos que cuentan con contratos anuales de mantenimiento, son visitados mensualmente, de forma tal que se llevan a cabo inspecciones preventivas de

mantenimiento aplicadas a los paneles de control y todos sus puntos conectados. Los clientes que no cuentan con un contrato formal, son atendidos cada vez que sea requerido.

Se considera como un departamento en desarrollo, ya que en la actualidad no es explotado todo su potencial.

1.1.7 Departamento de Ventas

Tiene a su cargo la promoción y venta de los servicios y equipos distribuidos por la empresa.

Se integra por un ingeniero encargado de contactar a los clientes y presentar las ofertas correspondientes.

1.1.8 Departamento de Contabilidad

Se encarga de realizar todas las funciones administrativas de la empresa, tales como: facturación, contabilidad, planillas, cobros y trámites en general.

La responsabilidad de este departamento recae sobre un profesional en contabilidad y es apoyado por la gerencia general en la toma de decisiones.

1.2 Justificación

El mantenimiento es una actividad que genera gran cantidad de información, derivada de trabajos en maquinaria, órdenes de compra, requisiciones a bodega, manuales de mantenimiento, hojas de inspección, entre otros. Debido a esto, es necesario utilizar herramientas que permitan automatizar y hacer más eficiente el manejo de esta información, es por tal motivo que el siguiente proyecto consiste en el diseño de una base de datos para el mantenimiento.

Al diseñar una base de datos, se piensa en desarrollar una herramienta que contenga toda la información al respecto, que sea de fácil manejo y que permita agilizar gran cantidad de procesos administrativos tales como: ordenes de trabajo, inspecciones de mantenimiento, reporte de fallas y datos técnicos de los equipos.

Existe software especializado, diseñado exclusivamente para la administración del mantenimiento. Sin embargo, para el presente diseño se utiliza una herramienta de aplicaciones múltiples, como lo es Microsoft Access, que permite el diseño de bases de datos a gusto del usuario y programador.

Entre las ventajas aportadas por este software se tienen las siguientes:

- Es una aplicación desarrollada a gusto del cliente
- Permite modificaciones una vez puesto en marcha, en caso de ser necesario
- Permite consultas por pantalla, así como informes impresos, si es requerido
- Permite diseñar un ambiente amigable para el usuario
- Permite múltiples usuarios con restricciones según conveniencia

Para realizar una base de datos es necesario tomar en cuenta qué se requiere antes de comenzar a desarrollarla, tener presente quién va a ser el usuario y qué tipo de empresa la va a utilizar.

Al tratarse de una empresa que brinda servicio de mantenimiento a sus clientes, es necesario tomar en cuenta consideraciones que hacen el soporte muy diferente al de una planta industrial, ya que cada cliente tiene requerimientos específicos dependiendo de las características de las instalaciones. Por tal motivo es posible que se cuente con equipos idénticos en diferentes proyectos, sin embargo su mantenimiento podría ser diferente en cada caso.

Al ser Intelcon, Control Inteligente; una empresa dedicada a la automatización de edificaciones, cuenta con una gran variedad de clientes, y una vez entregado el proyecto se les brinda el servicio de mantenimiento, ya sea por contrato o cada vez que el cliente así lo requiera.

Para cada cliente es necesario manejar gran cantidad de información entre la que esta:

- Equipos instalados
- Puntos de control
- Equipos controlados
- Diagramas de conexión
- Manuales de los equipos
- Planos control
- Fichas técnicas de los equipos
- Visitas de mantenimiento
- Reporte de fallas
- Manuales de mantenimiento
- Hojas de inspección

No existe actualmente un sistema para el control de los puntos anteriores, por el contrario se manejan carpetas con toda la información impresa, y un archivo digital diferente para cada documento del proyecto. Es por estas razón, que el manejo de toda la documentación es algo lenta e ineficiente, pues es necesario buscar en archivos cuando se requiere algún dato. Se ha pensado entonces, para solucionar este problema, en el diseño

de una aplicación que incorpore toda la información antes descrita y que permita realizar búsquedas rápidas y eficientes.

Se desarrollará por tanto como proyecto administrativo, el diseño de una base de datos para mantenimiento, utilizando como herramienta Microsoft Access.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- a. Diseñar una base de datos para el manejo de documentos específicos de mantenimiento.

1.3.2 Objetivos específicos

- b. Determinar toda la información correspondiente a las visitas de mantenimiento, tanto programadas como de emergencia (informes, fallas, inspecciones, etc).
- c. Estimar la información técnica del proyecto (características de los equipos instalados, fabricante, modelos, entre otros).
- d. Generar un manual de mantenimiento, así como las inspecciones a realizar en cada visita de mantenimiento programado.
- e. Determinar otra información como: datos de los clientes, equipo utilizado, tipo de red, personal de Intelcon encargado del mantenimiento, entre otros.
- f. Agilizar y hacer más eficiente el manejo de los documentos posteriores a una visita de mantenimiento.

2. Desarrollo de la Base de Datos

2.1 Diseño teórico

Uno de los aspectos de mayor relevancia para el buen funcionamiento de una base de datos, es realizar un diseño previo que contenga las partes que la conformarán. A continuación se presenta el “diseño en papel” de la base de datos, donde se especifican las tablas, formularios, consultas e informes necesarios y sus características.

2.1.1 Tablas

Nota: Las filas en color amarillo indican la llave principal de cada tabla.

Tabla 1. Clientes

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodCliente	Text	3		
NombreCliente	Text	50		
Ubicación	Text	50		

Tabla 2. Contactos

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodCliente	Text	3		
CodContacto	Text	2		
NombreContacto	Text	50		
Teléfono	Text	9		000\ -00\ -00;0;-
E-mail	Text	30		

Tabla 3. Personal Intelcon

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodIntelPers	Text	2		
NombreIntelPers	Text	30		

Tabla 4. Tipo de Equipo

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodEquipo	Text	2		
NombreEquipo	Text	30		

Tabla 5. Tipo de Servicio

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodServicio	Text	2		
NombreServicio	Text	30		

Tabla 6. Reporte de Servicio

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodCliente	Text	3		
CodContacto	Text	2		
NumReporte	Autonumber	Long Integer		
CodIntelPers	Text	2		
CodEquipo	Text	2		
CodServicio	Text	2		
Fecha	Date/Time			00/00/0000;0;_
HoraInicial	Text	8		00:00\ >LL;0;_
HoraFinal	Text	8		00:00\ >LL;0;_
TotalHoras	Text	8		
TrabajoRealizado	Memo			
Recomendaciones	Memo			
RecibidoConforme	Text	50		
Monto	Text	30		
DecripFactura	Text	50		

Tabla 7. Lista de Paneles

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodCliente	Text	3		
CodPanel	Text	5		
NombrePanel	Text	50		
NumeroSerie	Text	30		
Garantía	Text	2		
UbicaSitio	Text	50		

Tabla 8. Lista de Puntos

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodCliente	Text	3		
CodPanel	Text	5		
CodPunto	Text	2		
NombrePunto	Text	3		
CodModelo	Text	15		
CodSeñal	Text	10		
CodFabricante	Text	5		
UbicSitio	Text	50		
DiagraConex	Hyperlink	50		

Tabla 9. Tipo de Señal

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodSeñal	Text	10		
NombreSeñal	Text	15		

Tabla 10. Fabricantes

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodFabricante	Text	5		
NombreFabricante	Text	50		

Tabla 11. Modelo de Equipos

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodFabricante	Text	5		
CodModelo	Text	15		
NombreModelo	Text	50		
CodSeñal	Text	10		

Tabla 12. Software

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodCliente	Text	3		
CodSoftware	Text	10		
NombreSoftware	Text	50		
CodRed	Text	5		

Tabla 13. Tipo de Red

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodRed	Text	5		
NombreRed	Text	50		

Tabla 14. Manual de Mantenimiento

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodCliente	Text	3		
CodPanel	Text	5		
CodPunto	Text	2		
CodInspeccion	Text	3		
NombreInspeccion	Text	50		
CodModelo	Text	15		
RefInspeccion	Text	50		
OK	Text	1		
NOK	Text	1		
Comentario	Text	50		

Tabla 15. Reporte de Fallos

Field Name	Data Type	Field Size	Format	Input Mask
CodCliente	Text	3		
CodPanel	Text	5		
CodPunto	Text	2		
NumFalla	Text	3		
FechaDetectado	Date/Time			00/00/0000;0;_
Recomendación	Text	50		
Clasificación	Text	30		

2.1.2 Formularios

Tabla 16. Formularios

Nombre Formulario	Función
01- IngresoClientes	Permite ingresar a todos los clientes
02- IngresoContactos	Permite ingresar los contactos en cada proyecto
03- IngresoPersIntelcon	Permite ingresar al personal de Intelcon
04- IngresoTipoEquipo	Permite ingresar la marca del sistema de control
05- IngresoTipoServicio	Permite ingresar el tipo de servicio brindado al cliente
06- IngresoReporTrabajo	Permite ingresar los reporte de cada visita
07- IngresoListaPaneles	Permite ingresar la lista de paneles existentes en un proyecto
08- SubformListaPaneles	Subformulario en función del formulario 07
09- IngresoListaPuntos	Permite ingresar los puntos conectados al sistema de control.
10- SubformListaPuntos	Subformulario en función del formulario 09
11- IngresoTipoSeñal	Permite ingresar el tipo de salida de un sensor
12- IngresoFabricantes	Permite ingresar todos los fabricantes de los equipos instalados
13- IngresoModEquipo	Permite ingresar los modelos de cada fabricante
14- SubformModEquipo	Subformulario en función del formulario 13
15- IngresoTipoSoft	Permite ingresar el software instalado en cada proyecto
16- IngresoTipoRed	Permite ingresar el tipo de red utilizado en cada proyecto
17- IngresoInspecciones	Permite ingresar las inspecciones de mantenimiento
18- IngresoFallas	Permite ingresar las fallas presentadas

2.1.3 Consultas

Tabla 17. Consultas

Nombre Consulta	Filtro 1	Filtro 2
01- ConsultaContacto	NombreCliente	
02- ConsultaReportTrabajo	NombreCliente	Fecha
03- ConsultaListaPaneles	NombreCliente	
04- ConsultaListaPunto	NombreCliente	NombrePanel
05- ConsultaModelos	NombreFabricante	
06- ConsultaSoftware	NombreCliente	
07- ConsultaRed	NombreCliente	
08- ConsultaInspeccion	NombreCliente	NombrePanel
09- ConsultaFallas	NombreCliente	

2.1.4 Informes

Tabla 18. Informes

Nombre Consulta	Filtro 1	Filtro 2
01- InformeContacto	NombreCliente	
02- InformeReportTrabajo	NombreCliente	Fecha
03- InformeListaPunto	NombreCliente	NombrePanel
04- InformeManualMant	NombreCliente	
05- InformeInspeccion	NombreCliente	NombrePanel
06- InformeConcepFact	NombreCliente	NumReporte
07- InformeFallas	NombreCliente	

2.2 Manual del Usuario

El objetivo primordial es brindar al usuario una breve noción en el manejo de la aplicación para que le sea más fácil el aprendizaje, sin embargo este manual no muestra como realizar el diseño de la base de datos.

2.2.1 Panel de Control

Al ingresar en la base de datos aparece el panel de control principal, a partir del cuál es posible movilizarse por toda la aplicación con solo presionar el botón al lado de la opción que se requiere. Para salir de la base de datos se debe seleccionar la opción “Salir”.

La figura No.1 a continuación, muestra el menú principal del panel de control.

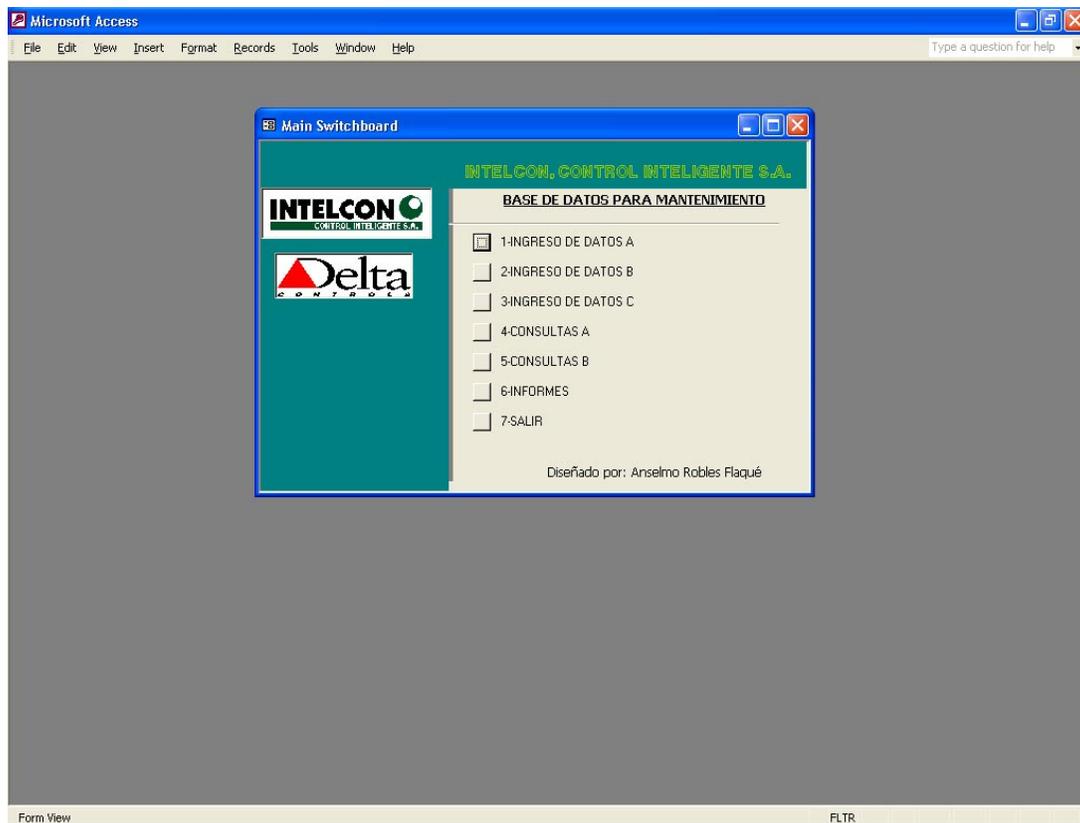


Figura 1. Menú Principal

2.2.2 Ingreso de Datos

Para realizar el ingreso de datos se debe tener en cuenta que existen tres secciones de ingreso de datos (A, B y C), se da esta división debido que el panel de control soporta solamente 8 líneas de programación, por lo cuál es necesario dividir los datos en varias secciones. Se selecciona la opción deseada (para fines didácticos se utilizará la opción A). La figura No.2 muestra en menú de ingreso de datos después de seleccionar la opción A.

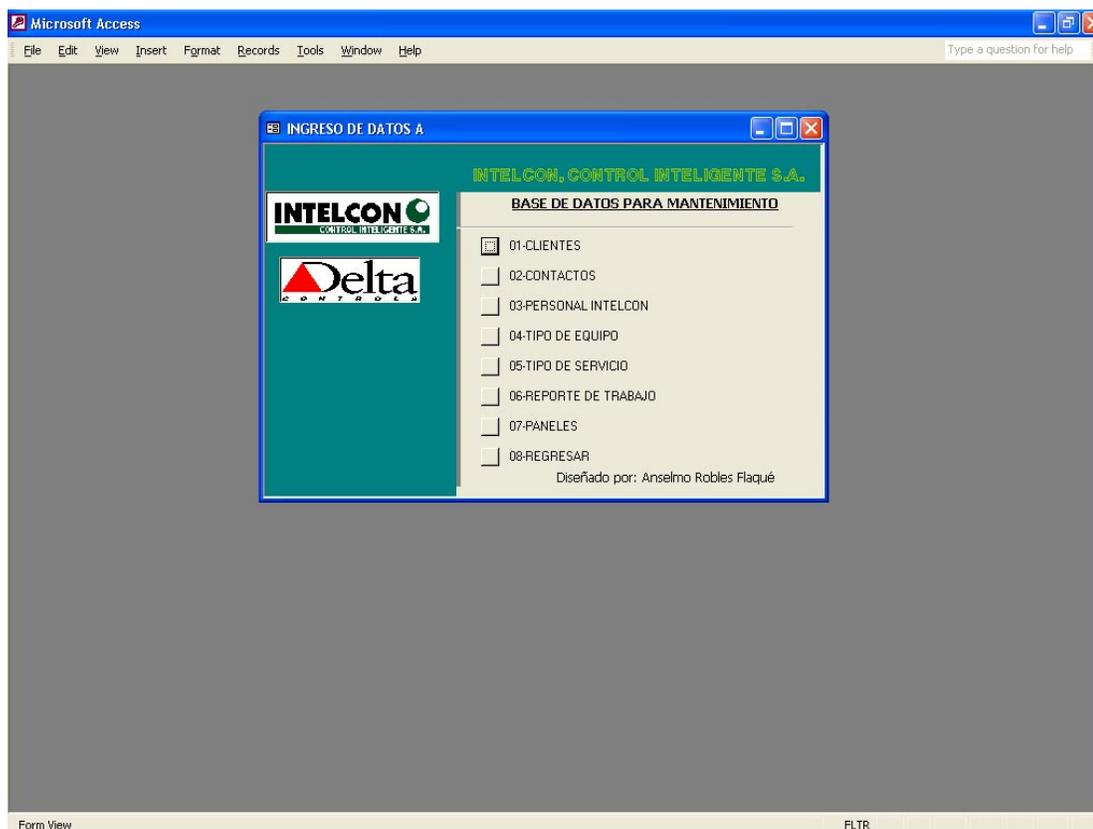


Figura 2. Ingreso de Datos A.

Una vez seleccionada la opción deseada (A), se tendrá en pantalla los diferentes datos posibles de ingreso, al escoger una de estas opciones se desplegará un formulario, el cuál al ser completado creará un nuevo registro en la base de datos y quedará de esta forma almacenado.

Es necesario tener en cuenta que al ingresar al formulario se desplegará también los registros existentes, para evitar modificar la información existente se han creado cuatro botones, ubicados al lado derecho de todos los formularios.

- Agregar Registro: limpia el formulario y lo prepara para ingresar un nuevo registro.
- Modificar: permite buscar un registro existente para ser modificado.
- Borrar: permite eliminar el registro que se despliega en la pantalla.
- Cerrar: al oprimir este botón se cerrará el formulario.

Se seleccionará la opción “Reporte de Trabajo”.

La figura No.3 muestra el formulario para el ingreso de los reportes de trabajo.

The screenshot shows a Microsoft Access form titled "INGRESO DE REPORTES DE TRABAJO" within a window named "06- IngresoReporteServicio". The form is divided into several sections:

- Header:** A text box containing the number "1".
- Form Fields:**
 - Cliente:** 301, Alterra Partners S.A.
 - Encargado del Departamento:** IL, Arq. Isabel López
 - Encargado del Servicio:** AR, Ing. Anselmo Robles Flaqué
 - Tipo de Servicio:** VM, Visita Mantenimiento
 - Equipo:** DC, Delta Controls
 - Fecha:** 20/04/2004
 - Hora Inicial:** 08:00 AM
 - Hora Final:** 05:00 PM
 - Total horas:** 8
- Motivo de la visita:** Visita de Mantenimiento.
- Trabajos Realizados:** 1.Revisión General, 2.Servicio de Mantenimiento
- Observaciones:** 1.OK
- Recibido Conforme:** Arq.Isabel Lopez
- Monto:** \$300,00
- Descripcion de Factura:** Visita No.2 de Mantenimiento

At the bottom right, there is a footer: "Intelcon, Control Inteligente". At the bottom left, there is a navigation bar: "Registro: 1 de 1".

Figura 3. Formulario para Ingreso de Datos.

Una vez finalizado el ingreso de datos, se cierra el formulario presionando la “Cerrar” en la parte superior derecha de la ventana, y volverá al panel de control. Si se desea seleccionar otra opción de ingreso de datos, solo es necesario presionar la opción requerida o para regresar al menú principal se presiona el botón “regresar”.

2.2.3 Consultas

Por medio de las consultas se pueden observar los registros existente en pantalla, esta es una forma útil de realizar una búsqueda rápida. En el menú principal del panel de control se tienen dos opciones de consultas A y B. (Se seleccionará consultas A)

En la figura No.4 se muestra la opción de consultas A.

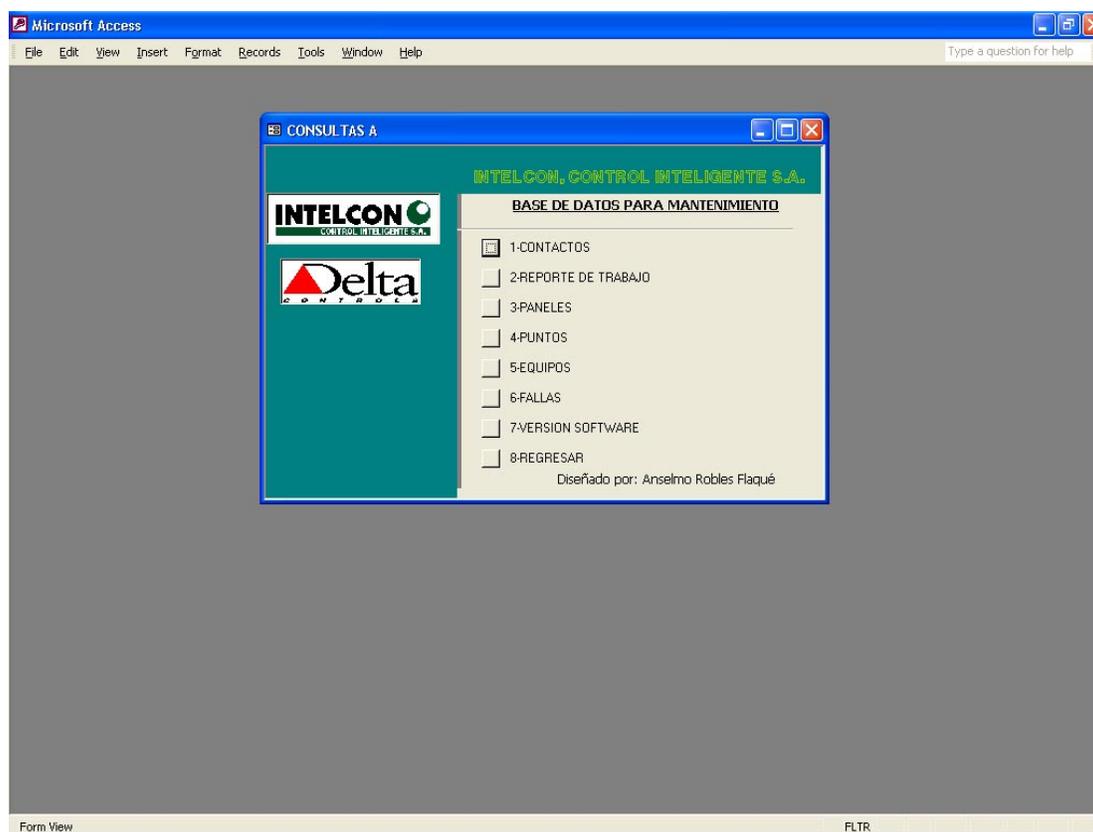


Figura 4. Consultas A

Al igual que para ingresar datos, se selecciona la opción deseada por consultar. En este caso se seleccionará “Reporte de Trabajo”. Nótese que al seleccionar la opción

aparece un cuadro de parámetro en el que se indica que es necesario ingresar la inicial del cliente y un *, esta opción permite filtrar la consulta de tal forma que solo se despliegan las órdenes del cliente que se desee. Aparece en seguida una segunda opción de filtrar, que permite seleccionar la fecha en que se realizó el reporte, si se desea, de lo contrario se digita solamente un * y se obtendrá los reportes de todas las fechas.

La figura No.5 Muestra el cuadro de parámetros que debe ser completado para desplegar una consulta por pantalla.

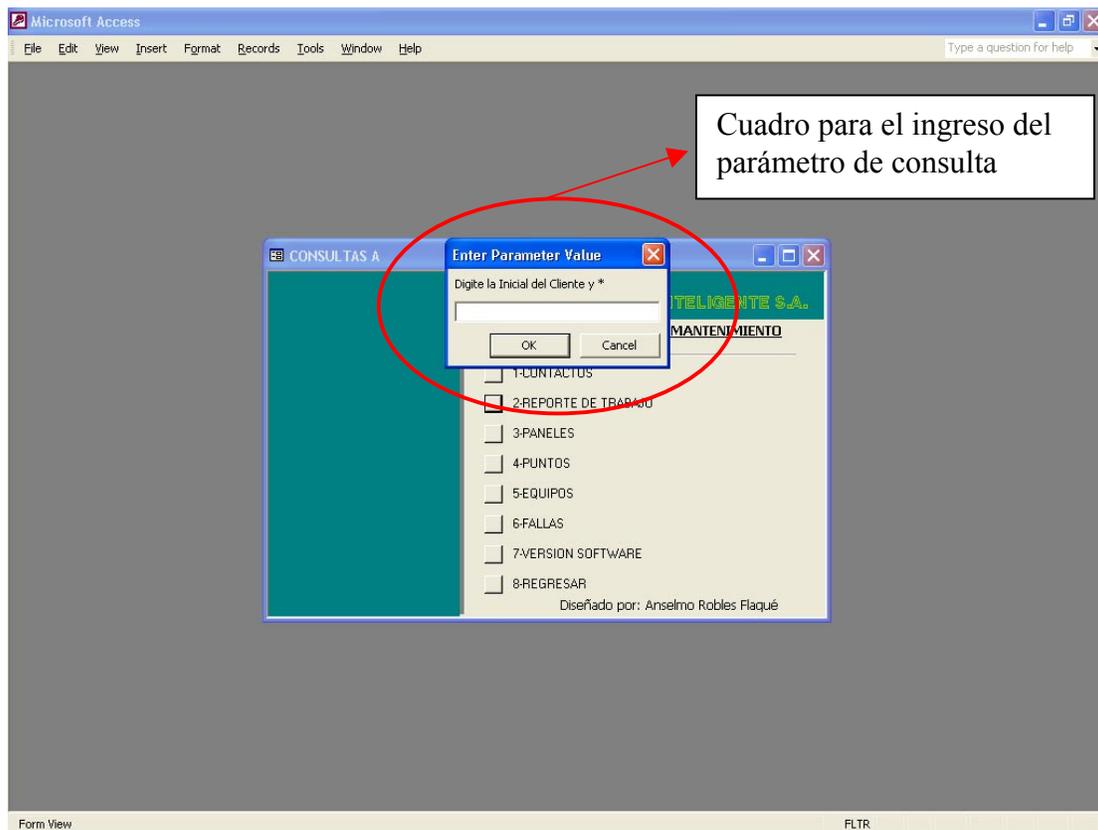


Figura 5. Parámetro de Consulta.

Una vez establecido el filtro para la búsqueda de registros, se desplegará en un formulario la información por pantalla. Se presentan todos los campos bloqueados de manera tal que se utilice sólo como información y no se pueda modificar ningún registro.

En la figura No. 6 se muestra el formulario que contiene la información consultada.

The screenshot shows a Microsoft Access window with the following form content:

- Header:** Alterra Partners S.A. Reporte de Trabajo
- Encargado del Departamento:** Arq. Isabel López
- Encargado del Departamento:** Ing. Anselmo Robles Flaqué
- Reporte No.:** 1
- Equipo:** Delta Controls
- Servicio:** Visita Mantenimiento
- Fecha:** 2004/2004
- Inicio:** 08:00 AM
- Final:** 05:00 PM
- Total Horas:** 8
- Justificación:** Visita de Mantenimiento.
- Detalle de Trabajo:**
 - 1.Revisión General.
 - 2.Servicio de Mantenimiento
- Recomendaciones:** 1.OK
- Footer:** Intelcon, Control Inteligente S.A. Record: 1 of 1

Figura 6. Consulta por Pantalla

Para salir del formulario de consultas se presiona la “X” en la esquina superior derecha, se cerrará la consulta y se regresa al panel de control, al oprimir “regresar” se vuelve al menú principal.

2.2.4 Informes

En ellos se obtiene la información de los registros en un formato de impresión. Es posible desplegar la información que sea requerida y organizarla con diferentes niveles de jerarquía de datos, se puede además incluir entre otros, encabezados y pies de página y logos.

En el menú principal del panel de control se selecciona la opción informes y se despliega a continuación los diferentes tipos de informes disponibles.

La figura No. 7 muestra la sección de informes.

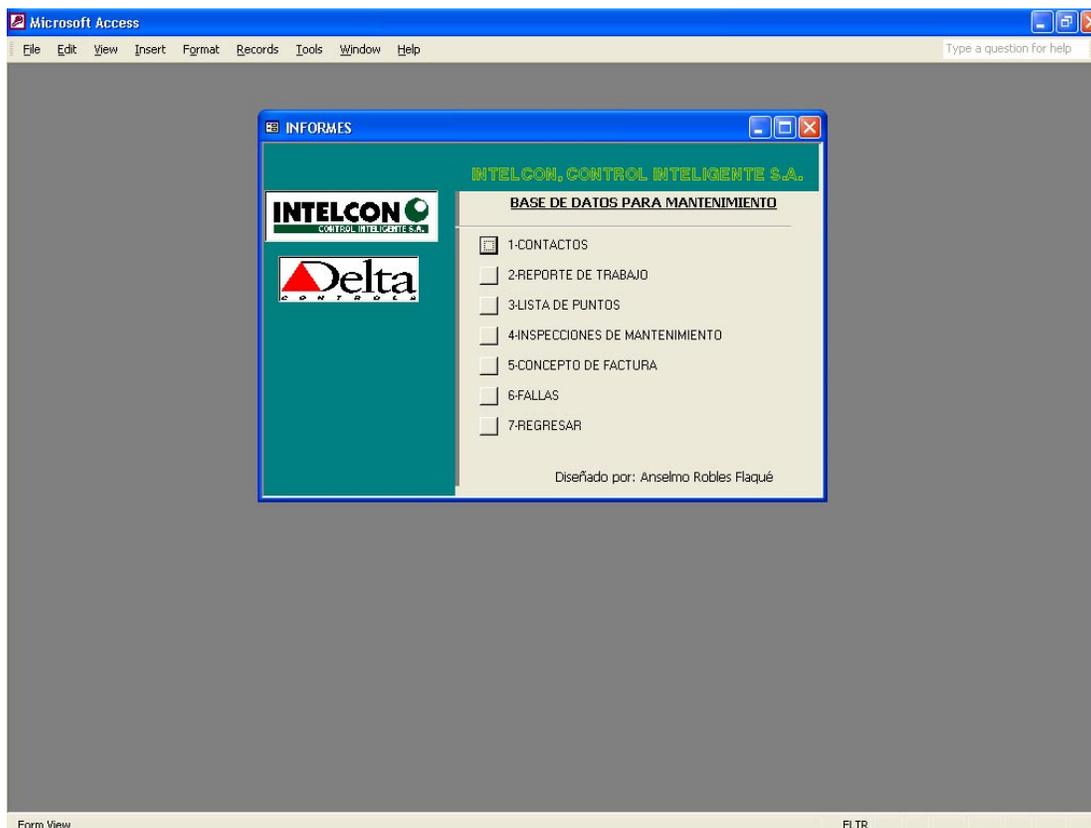


Figura 7. Informes

Al igual que cuando se selecciona una consulta por pantalla, el informe tiene la capacidad de filtrar información, por tanto aparecerá el cuadro para el ingreso de los parámetros que se deseen y se utiliza de la misma manera como se detalló en la sección de consultas.

Una vez ingresados los parámetros, se desplegará el informe de la siguiente manera: El informe está configurado de tal forma que se ajusta a una hoja tamaño carta, por lo que si se quiere es posible imprimir el documento.

La figura No. 8 muestra el informe de un reporte de trabajo, en su formato final.

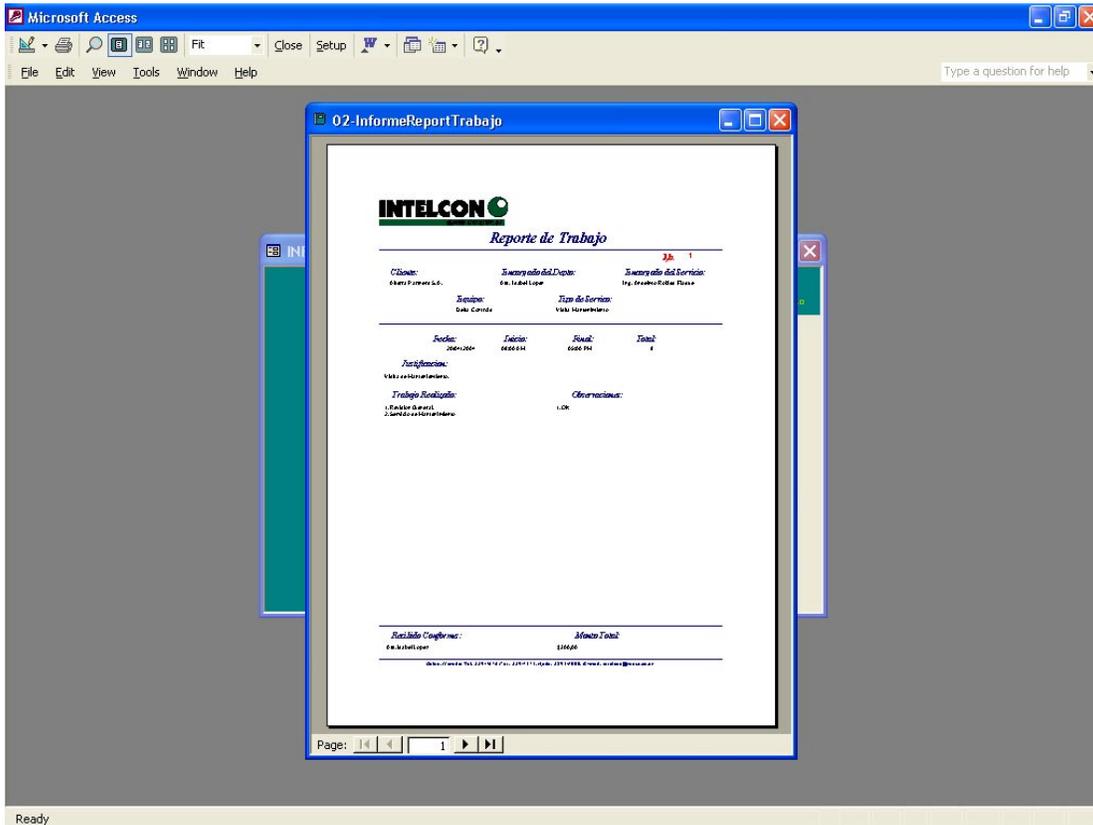


Figura 8. Formato de Informe

Para salir del informe se ejecutan los pasos de la misma manera como se explicó anteriormente en la sección de consultas.

Lo anterior es una explicación general sobre la utilización de la base de datos. Se espera que el usuario logre conocer todos los detalles de campos y datos con el uso de la aplicación.

2.3 Proyección de Resultados

Uno de los objetivos de la base de datos, es manejar toda la información correspondiente al mantenimiento de los proyectos de control inteligente. Debido a que la información es abundante, y al corto período de prueba al que se ha sometido la aplicación, se presenta una proyección de los resultados que se pueden obtener, basándose en la operación actual de la base de datos.

Actualmente trabaja con los documentos utilizados hasta la fecha, debido a que la base de datos aún esta en período de prueba, no obstante se espera, a no muy largo plazo que esta empiece a operar en un 100%.

Intelcon S.A. es una empresa que presta servicio de mantenimiento en las instalaciones de cada uno de sus clientes y al incluir en la base de datos una lista detallada de los sensores conectados, los tipos de señales que envía cada sensor y su modelo, se ha facilitado en gran parte la detección y reparación de fallos, de lo contrario sería necesario contar con los manuales de cada equipo, lo cuál dependiendo de las circunstancias puede obstaculizar una respuesta pronta y ágil al problema.

Existe también la posibilidad de imprimir hojas de inspecciones para las visitas. Anteriormente se asistía a cada visita sin un plan específico de las los fallos encontrados. Sin embargo, no contemplaba los equipos encontrados en buen estado, referencias, ni procedimientos. La base de datos cuenta con referencias para las inspecciones, por lo que es posible determinar si realmente un sensor se encuentra funcionando dentro de los rangos admisibles. Además, se hace constar que los equipos funcionan correctamente.

En lo que a eficiencia y rapidez en el manejo de los documentos de mantenimiento se refiere, se tiene una notable mejoría, primero por su centralización y luego por la rapidez con la que se puede consultar la información, utilizando las consultas por pantalla.

En cuanto al tiempo necesario para completar los documentos después de una visita de mantenimiento, éste se ha reducido debido a que mucha de la información ya ha sido digitada en visitas anteriores. Con el uso de cuadros combinados en la base de datos se despliegan las opciones disponibles, por lo que solo es requerido seleccionar la opción deseada con el puntero y evita digitar nuevamente la información.

Una vez que la base de datos funcione en su totalidad y se tenga toda la información incluida como corresponde, se brindará a cada cliente con contrato de mantenimiento, una copia de la aplicación. De tal manera, éste podrá consultar datos de los equipos instalados, reportes de las visitas, inspecciones de mantenimiento y fallos recientes, entre otros.

Sin duda alguna será necesario realizar algunos ajustes conforme se utilice la aplicación con mayor frecuencia, sin embargo también es claro que representa una herramienta sumamente útil, y si se utiliza de la forma correcta se puede sacar gran provecho pues significa rapidez, eficacia, y agilidad en el manejo de datos.

3. Conclusiones

1. Se desarrolló una base de datos que ha permitido de manera mas ágil y eficaz el manejo de información en el mantenimiento del equipo y de los proyectos.
2. Con la implementación de la base de datos se logró establecer un plan para las inspecciones que se realizan en cada visita de mantenimiento.
3. No es posible asegurar que la base de datos cumple a la perfección con los requerimientos de los usuarios debido al corto tiempo de pruebas.
4. Durante el período en que ha sido posible su utilización, se ha determinado que es de fácil manejo para los usuarios.
5. Se ha disminuido el tiempo necesario para completar los documentos de mantenimiento.

PROYECTO TÉCNICO
SISTEMA DE CONTROL INTELIGENTE
INS ELÉCTRICO

1. Introducción

1.1 Justificación

Cuando se habla de un sistema de control inteligente, se entiende la centralización de gran cantidad de operaciones de una edificación o industria, que permita el fácil manejo de algunos equipos y su monitoreo.

Intelcon basa la mayoría de sus proyectos en el control de los sistemas de ventilación y aire acondicionado (HVAC, derivado de sus siglas en inglés). Un sistema de control de HVAC correctamente diseñado provee un ambiente agradable y aumenta la capacidad productiva de los empleados.

Cuando se cuenta con una edificación de gran tamaño, se utiliza por lo general los sistemas de enfriamiento de agua (Chillers). El agua helada es distribuida a todas las localidades por medio de tuberías, hasta llegar a las unidades manejadoras de aire (UMA), las cuales internamente cuentan con un serpentín a través del cuál circula el agua helada y extrae el calor del aire que se distribuye por medio de un ventilador. Este aire es dirigido por de ductos de ventilación hacia el área en la que se desea tener un ambiente controlado.

Para lograr poner en marcha el sistema se requiere de gran cantidad de equipos por ejemplo: bombas (necesarias para distribuir el agua a todo el edificio y mantener una flujo constante a través del chiller, con el fin de evitar el congelamiento), variadores de frecuencia (necesarios para controlas la velocidad de las bomba que alimentan el edificio, su modulación varía según demanda), válvulas solenoides (ubicadas en cada unidad manejadora de aire, regulan el paso de agua helada según sea la demanda), ventiladores (envían el aire a través de los ductos de ventilación hasta el área requerida, se ubican en las unidades manejadoras), dispositivos de control para el arranque y para de motores, dispositivos de monitoreo (sensores de temperatura, presión, corriente, flujo de agua helada, entre muchos otros).

El control automático optimiza la operación de un sistema de HVAC. Es capaz de ajustar temperaturas y presiones al instante lo que ayuda a reducir la demanda cuando se tiene un área desocupada y a proteger los equipos pues previene el congelamiento de tuberías y serpentines. Como sistema de seguridad en caso de incendio es de gran utilidad ya que de forma eficiente puede evacuar el humo además de cerrar dampers para impedir el paso del mismo hacia ciertas áreas.

El sistema de control eficiente implica múltiples tareas y funciones tales como arranque-paro de bombas y ventiladores, modulación de válvulas, apertura y cierre de dampers, monitoreo de temperaturas, presiones, flujos de agua y aire, humedad relativa, entalpía, mediciones de CO₂, entre otros. Como se especificó en la descripción de la empresa, Intelcon es representante del fabricante de equipos de control Delta Controls Inc., por lo que los equipos utilizados serán suministrados por dicha compañía.

El objetivo principal de un sistema de control de HVAC es regular todos los equipos correspondientes al sistema de aire acondicionado. Existe también la posibilidad de incluir cualquier equipo electromecánico dentro del control, teniendo como resultado una red de automatización general para un edificio .

De forma general, un sistema de control inteligente se establece de la siguiente manera: una tarjeta de control programable, diseñada para una aplicación específica, que cuenta con entradas análogas y binarias, en la cuáles se conectan todos los sensores de monitoreo; y salidas que envían las señales hacia los equipos que se quieran controlar.

Finalmente por medio de un programa diseñado específicamente para cada cliente se tiene un ambiente controlado, que dependerá de todas las variables conectadas en las entradas de la tarjeta de control.

En la actualidad el Instituto Nacional de Seguros (INS), ha realizado una serie de inversiones con el fin de modernizar la red eléctrica del edificio principal ubicado en San José.

Parte de esta modernización incluye la compra de nuevos equipos tales como transformadores, subestación eléctrica, planta de emergencia, ducto de barra, tableros eléctricos, entre algunos otros.

En los últimos años la calidad de la energía y el ahorro energético se han convertido en temas fundamentales; no solamente con el fin de apoyar las campañas que instan a economizar la mayor energía posible, sino también porque estas prácticas significan ahorro de dinero para cualquier industria o institución.

Como parte de su nueva red, el INS decidió implementar un sistema de control inteligente de la red eléctrica, cuya función será monitoreo y control de circuitos y breakers. Como se explicó anteriormente, el sistema consiste en una serie de tarjetas electrónicas programables, que por medio de sensores reciben datos, y envían señales para el control de los equipos. Pues bien, se llevará a cabo un monitoreo completo de toda la red eléctrica (corriente, voltaje, potencia activa, potencia aparente, potencia reactiva, factor de potencia, etc.), lo cual permitirá llevar un registro de la calidad de la energía, picos de corriente y voltaje, así como consumo en horas pico.

Es necesario aclarar que actualmente en este edificio ya existe un sistema de control para los equipos de aire acondicionado, de forma tal que en conjunto con el nuevo sistema, se puede tener un control preciso del consumo eléctrico, por lo que será posible limitar la operación de algunos equipos en los períodos críticos durante los cuales el costo de la energía es más elevado.

Como parte del sistema de control, se controlará también el apagado y encendido de los breakers principales de la subestación, de tal forma que cuando sea necesario un cambio de acometida o el ingreso de la planta de emergencia, el sistema de control lo podrá realizar automáticamente.

El proyecto consiste en el diseño, programación, selección de equipos, distribución y dimensionamiento de tuberías para cableado de control y puesta en marcha de un sistema de control inteligente que en forma centralizada realice el monitoreo y automatización de la red eléctrica del INS. Representa este proyecto, la oportunidad de poner en práctica conocimientos de automatización y electricidad entre otros.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

Diseño, y puesta en marcha de un sistema de control inteligente para la red eléctrica del INS.

1.2.2 Objetivos específicos:

- i.** Diseñar la red de tuberías necesarias para la distribución de todo el cableado de control del edificio.
- ii.** Seleccionar los equipos más adecuados para cumplir con los requerimientos del sistema.
- iii.** Diseñar un programa de control inteligente que permita el adecuado control de todos los equipos incluidos en el sistema.

2. Desarrollo

2.1 Requerimientos del Sistema

La función primordial de un sistema de control inteligente, es adaptarse a los requerimientos de cada proyecto, teniendo en cuenta las características de todos lo equipos que serán incluidos, y cuál es la mejor de ejecutarlos.

Lo primero que se requiere para el diseño de un sistema de control inteligente es conocer las funciones que se desean realizar, por lo tanto se especificarán los requerimientos de la nueva red eléctrica del INS. de la siguiente manera:

Tabla 19. Requerimientos del Sistema de Control Inteligente

Equipo	Ubicación/Descripción	Requerimientos
Subestación Eléctrica	Se encuentra ubicada en la planta baja del edificio, cuenta con dos acometidas principales. Posee 9 interruptores principales y dependiendo de la combinación se da paso a una de las acometidas o a la planta de emergencia. Tiene una capacidad máxima de 2500 Amperios.	Se requiere: 1. Controlar remotamente el encendido y apagado de los interruptores, así como monitorear su estado, alarmas por disparo y alarmas por fallo a tierra. 2. El monitoreo de corriente en las barras antes de la transferencia y en las entradas de los ductos barra (este y oeste).

Planta de Emergencia	Se encuentra ubicada en el sótano	Se requiere: 1. Monitorear cualquier posible alarma presente en el generador. 2. Conocer el nivel actual del tanque de combustible que alimenta la planta
Transformadores de acometida 1 y 2	Los transformadores de las acometidas se encuentran fuera del edificio y son alimentados con 13800 voltios. Estos alimentan la subestación con 480 voltios.	Se requiere monitorear su temperatura.
Bancos de Capacitores	Se cuenta con tres bancos de capacitores de cinco etapas cada uno.	Se requiere monitorear cada etapa para saber cuando una etapa esta encendida o apagada.

La energía eléctrica es suministrada a todo el edificio por medio de un “ducto barra”, el cuál se extiende desde la subestación hasta la azotea. En cada uno de los niveles existen dos cuartos eléctricos, este y oeste, tres transformadores y cuatro tableros eléctricos que alimentan cada sección del edificio.

La tabla siguiente muestra los equipos y requerimientos en cada uno de los niveles, existen en total 32 cuartos eléctricos desde la planta baja, hasta la azotea, en cada uno de estos cuartos se repite la misma configuración

Equipo	Ubicación/Descripción	Requerimientos
Transformadores	Se ubican 3 en cada cuarto eléctrico	Se requiere monitorear su temperatura.
UPS	Existe al lado del cuarto eléctrico.	Se requiere monitorear su Temperatura y humedad.
Interruptor Principal	En cada cuarto existe un interruptor principal que alimenta los tableros de cada sección	Se requiere monitorear estado y alarma por disparo
Tablero Normal	Este tablero alimenta todos los equipos regulares como abanicos, extractores y aire acondicionado.	Se requiere monitorear estado y alarma por disparo
Tablero General	El tablero general alimenta los circuitos de toma corrientes.	Se requiere monitorear estado y alarma por disparo
Tablero Sensitivo	Alimenta todos lo equipos sensitivos por ejemplo computadoras, equipos electrónicos, paneles de control.	Se requiere monitorear estado y alarma por disparo
Tablero de iluminación	Alimenta todos los circuitos de iluminación de una sección	En los tableros de iluminación además de monitorear el estado y las alarmas por disparo, se cuenta con los llamados breakers inteligentes, por lo que es posible de forma remota encender y apagar cualquier circuito de iluminación

Para obtener los datos de consumo eléctrico y calidad de la energía, se utilizará un equipo separado en cada cuarto eléctrico y en la subestación. Se trata de un medidor de potencia de la marca Electro Industries, modelo NEXUS 1250 con capacidad de recibir y analizar datos de voltaje, corriente, factor de potencia, potencia aparente, potencia activa y potencia reactiva, y por medio de un software propio del equipo se podrá tener lectura de estos datos desde una terminal remota, en conjunto con los datos y controles obtenidos según los requerimientos anteriores.

Cada uno de los tableros de control de cada nivel, al igual que cada uno de los NEXUS, estará conectado a un enrutador, y por medio de fibra óptica a lo largo del edificio se establecerá la red por medio de la cuál en cualquier PC con el software apropiado, se podrá observar todo el sistema de control.

Una vez analizadas las exigencias del sistema, es necesario seleccionar los equipos por utilizar en cuanto a modelos de tarjetas de control, sensores de temperatura y humedad y transformadores de corriente.

2.2 Selección de equipos

Tabla 20. Equipo requerido para cumplir los requerimientos

Equipo	Función	Selección
Subestación	Control ON/OFF de los interruptores	Se utilizarán Relays con bobina de 24 VAC, para interrumpir la línea de 110 VAC que acciona los interruptores.
Subestación	Monitoreo de estado, alarma por fallo y disparo de los interruptores	Cada interruptor cuenta con contactos auxiliares, accionados mecánicamente. Tales contactos envían un contacto seco a una de las entradas del tablero de control, de tal forma se puede monitorear el estado del interruptor.
Subestación	Monitoreo de la corriente que circula por cada una de las barras.	Como se dijo anteriormente se realizará el monitoreo de la corriente en cuatro puntos diferentes, a saber: -En la entrada de la transferencia por las barras provenientes de la acometida. -En la entrada de la transferencia en los cables provenientes de la planta de emergencia. -En cada uno de los ductos de barra que alimentan el edificio.

		Debido a que la subestación tiene una capacidad máxima de 2500 Amperios, se seleccionaron transformadores de corriente de 2500 Amperios, los cuáles por medio de un núcleo magnético ellos inducen un voltaje que depende de la corriente que circula por las barras, y esta señal es enviada al NEXUS para ser procesada.
Planta de emergencia	Monitoreo de alarmas	Se utiliza una salida propia del control de la planta, la cuál envía un contacto seco hacia un entrada del tablero de control.
Planta de emergencia	Nivel del tanque de combustible	Para medir el nivel del tanque de combustible, se utilizará un sensor ultrasónico de nivel, el cuál envía un onda ultrasónica que al rebotar con el espejo de combustible regresa a él y este estima la distancia entre sí mismo y el espejo. Además posee una salida análoga de 4 – 20 mA que envía la señal hacia una entrada de la tarjeta de

		control, esta tiene programada una escala y dependiendo de la corriente en la entrada es traducido a centímetros y posteriormente por cálculos matemáticos programados se estima el volumen de un cilindro acostado.
Transformadores de Acometida 1 y 2	Monitoreo de la temperatura de los transformadores	Se seleccionó sensores de temperatura del tipo strap-on, estos sensores de insertan a través de la carcasa. Internamente cuentan con un termistor que varía su resistencia de acuerdo con la temperatura (10 kohm a 25°C), es conectado a una entrada de la tarjeta de control y dependiendo del valor de la resistencia, se obtiene un valor de temperatura.
Bancos de capacitores	Monitoreo de cada una de las etapas	Al igual que los interruptores, se cuenta con contactos auxiliares que envían la señal a una entrada de la tarjeta de control
UPS	Monitoreo de temperatura y humedad del cuarto de UPS	Se utiliza para esta medición un sensor de temperatura y humedad. La medición de

		<p>temperatura es realizada de la misma forma que el sensor detallado para los transformadores de las acometidas. Por otro lado se utiliza un sensor imperante, con salida de 4 – 20 mA, su impedancia varía según el porcentaje de humedad presente en el aire.</p>
Tableros eléctricos	<p>Monitoreo del estado de los interruptores, falla y alarma por disparo.</p>	<p>Al igual que los interruptores de la subestación, se cuenta con contactos auxiliares que generan un contacto seco.</p>
Tableros de iluminación	<p>Monitoreo del estado de los breakers y control de encendido y apagado.</p>	<p>Se cuenta con breakers inteligentes, los cuales por medio de una señal proveniente de una tarjeta de control, cambian su posición según sea requerido. A su vez cuentan con una señal de retroalimentación que le indica al sistema cuál es el estado actual de cada breaker.</p>
Tarjetas de Control	<p>Existe una tarjeta de control ubicada en cada cuarto eléctrico.</p>	<p>Se seleccionó para cada cuarto un panel marca Delta del tipo DSC-1616, es un controlador programable, cuenta con puerto de</p>

		comunicación RS485 y ethernet. Posee 16 entradas y 16 salidas. Se seleccionó este controlador debido a que en cada cuarto eléctrico se tienen 14 señales conectadas a las entradas.
Tarjetas de iluminación	Controlan el apagado y encendido de los breakers inteligentes, ubicados en cada cuarto eléctrico	Se seleccionó la tarjeta marca Delta modelo DLC-G1212. El funcionamiento es similar al de una tarjeta de control, sin embargo su diseño es específico para el control de iluminación, tiene la capacidad de controlar 12 circuitos independientes.

2.3 Diseño y distribución de tuberías

Una vez seleccionados todos los equipos, es posible conocer la cantidad de líneas necesarias para cablear todas las entradas y salidas de las tarjetas de control e iluminación.

Como primer paso es necesario conocer la ubicación de todos los equipos por controlar y monitorear; esta información es suministrada por el diseñador eléctrico del proyecto en planos. (Ver planos en anexos).

Posteriormente, es necesario conocer las especificaciones técnicas del cable a utilizar, en este caso se trata de cable para control de la marca “Smart Wire”, el cuál contiene un par forrado y la tierra. El diámetro total por el lado exterior del cable es de 3,88 mm.

Las tuberías serán solamente de $\frac{1}{2}$ ”, $\frac{3}{4}$ ” y 1”, esto se debe a que los ductos de mayor tamaño son difíciles de manejar y en la mayoría de los casos no será necesario un diámetro mayor a 1”.

De acuerdo con las regulaciones estipuladas en el NEC, se permite un máximo de 40% de llenado en el área transversal del tubo cuando se trata de longitudes menores a 50 pies. Entre 50 y 100 pies, se utilizará un 15% al igual que al existir dos o más desviaciones de 90°. Si la longitud es mayor a 100 pies, será necesario utilizar una caja de registro.

Tomando en cuenta las especificaciones del cable, de las tuberías y de las regulaciones del código eléctrico, se obtiene la siguiente tabla, que servirá como referencia para el diseño de la red de tuberías.

Tabla 21. Número de Cables por Diámetro de Tubería

	Diámetro del Cable		Diámetro del Tubo					
	in	mm	1 / 2"		3 / 4"		1"	
			in	mm	in	mm	in	mm
Area	0.2	3.8	0.6	15.8	0.8	20.9	1049.0	26.6
	0.0	11.4	0.3	196.0	0.5	344.0	864252.9	557.6
# Cables por tubo								
40%	menos de 50 pies		6.9		12.1		19.6	
15%	50 a 100 pies		2.6		4.5		7.3	

Se utilizará como norma lo siguiente:

- 1-6 Cables se utilizará tubería de ½"
- 6-12 Cables se utilizará tubería de ¾"
- 12-19 Cables se utilizará tubería de 1"

Si se tienen más de 19 cables, será necesario colocar una segunda tubería en paralelo. Debido a que los equipos por controlar y monitorear se encuentran ubicados ya sea, en el mismo cuarto o uno contiguo, a la tarjeta de control, las distancias de cableado son relativamente cortas, por lo tanto en la mayoría de los casos se utiliza un 40% del área de la tubería, de existir alguna excepción será indicada en los planos.

Para conocer el número exacto de pares que deben dirigirse hacia cada equipo se utiliza la lista de puntos del proyecto, la cuál, entre otras cosas contempla cuántos cables son necesarios y hacia que tarjeta de control deben dirigirse. (Ver anexos, sección Lista de Puntos) Esta lista cuenta con gran cantidad de información. Para el diseño de las tuberías es necesario lo siguiente:

- Nombre del sistema (indica el equipo al cual debe llegar el cable)
- Nombre de Panel (indica el nombre del panel al cual esta conectado el punto)
- Locación del panel (indica el lugar físico donde se encuentra localizado el panel)
- Cable # (es el número de identificación del cable)

Una vez que se han contemplado todos los puntos anteriores, se procede a diseñar una ruta opcional en las planos arquitectónicos; en primera instancia no se considera cualquier tipo de obstáculo físico que pueda estar presente en el sitio. Luego, es necesario realizar una visita al lugar, y en caso de existir algún impedimento será conveniente replantear la ruta establecida.

Por último, una vez establecida la ruta y basándose en la lista de puntos, se toma cada una de las tuberías y se indica su diámetro, número de pares por cablear, número de identificación de los cables y el panel al cuál debe dirigirse. (Ver anexos, sección Planos).

Una vez finalizados los planos de las tuberías y cables, estos son entregados al personal encargado de realizar su instalación.

Con el fin de comprender mejor el diseño de tuberías, se procederá a describir el plano típico de los cuartos eléctricos del INS. Nótese que de un total de 32 cuartos, este diagrama corresponde a 19. Los restantes 13 tienen algunas variaciones. (Ver anexos, sección planos).

Obsérvese la lámina llamada “Cuarto Eléctrico Típico Este”, consiste en dos cuartos contiguos que contienen los siguientes equipos:

- Tablero de Control (CI-XE)
- Tablero Sensitivo (SE-XE)
- Tablero de Alumbrado (AE-XE)
- Tablero Normal (NE-XE)
- Tablero General (GE-XE)
- Tablero Principal (PE-XE)
- Nexus
- Transformadores A, B, y C. (TEX-C, TEX-B, TEX-A)
- Sensor de temperatura y humedad del cuarto de UPS

Es importante conocer la simbología utilizada en los diagramas, la siguiente notación será la utilizada en todos los diseños:

CI-XE
2P
#13,14

CI-XE: indica a cuál panel de control debe ser dirigido el cableado. La “X” se utiliza para el nivel deseado.

2P: indica el número de pares que deben ser cableados hasta el equipo indicado.

#13,14: indica la numeración que corresponde a los pares correspondientes.

Partiendo de derecha hacia la izquierda, en el plano, se tiene como primer equipo el interruptor principal, el cuál como se detalló en la sección de requerimientos del sistema, se le debe monitorear el estado y una alarma por disparo, por lo que es necesario alambrarle dos pares. Continuado el trayecto de la tubería se encuentran los tableros: principal, general; hasta este punto se utiliza tubería de 13mm según la tabla No.1 ya que se deben entubar 6 pares.

A partir del tablero normal se utiliza tubería de 19mm, que contendrá también los cables provenientes del tablero de alumbrado. Ésta se une en una caja de registro con una de 13mm, que conduce los pares provenientes del monitoreo de los 3 transformadores (3 pares), y en tubería de 19mm (12 pares) se dirige todo el alumbrado hacia el tablero de control.

Por último se tiene el sensor de temperatura y humedad ubicado en el cuarto de UPS, al igual que el tablero de control, necesita de 3 pares (1 temperatura, 1 humedad y 1 alimentación de 24VDC), por tanto se utiliza tubería de 13mm hacia el panel.

De igual forma que la descrita en los párrafos anteriores se analizan los restante diagramas para los cuartos eléctricos diferentes del diseño típico.

2.4 Diseño del programa de control

En las secciones anteriores se ha brindado una breve explicación de los equipos por instalar, su funcionamiento y conexiones. Sin embargo para que todo el hardware del sistema se desempeñe adecuadamente es necesario relacionarlos, es por lo que se utiliza el software respectivo, que permite programar cualquier aplicación.

Delta Operator Workstation (DOW), es una aplicación propia desarrollada por Delta Controls Inc. Permite, por medio de red, establecer comunicación con las tarjetas de control que se requiera.

Algunas de las funciones que permite realizar DOW son:

- Gráficos históricos
- Monitoreo en tiempo real
- Monitoreo gráfico
- Programación lógica
- Centralización de todos los paneles de control

La siguiente imagen corresponde al navegador de la aplicación, por medio del cual se observa todos los paneles existentes, su estado, puntos, programación, configuración, entre otros. Cada uno de los anteriores se encuentra almacenado en el chip de memoria de cada panel de control, el software es utilizado para acceder a esta información y modificarla, sin embargo toda la red de control puede operar correctamente sin la existencia de un software permanente.

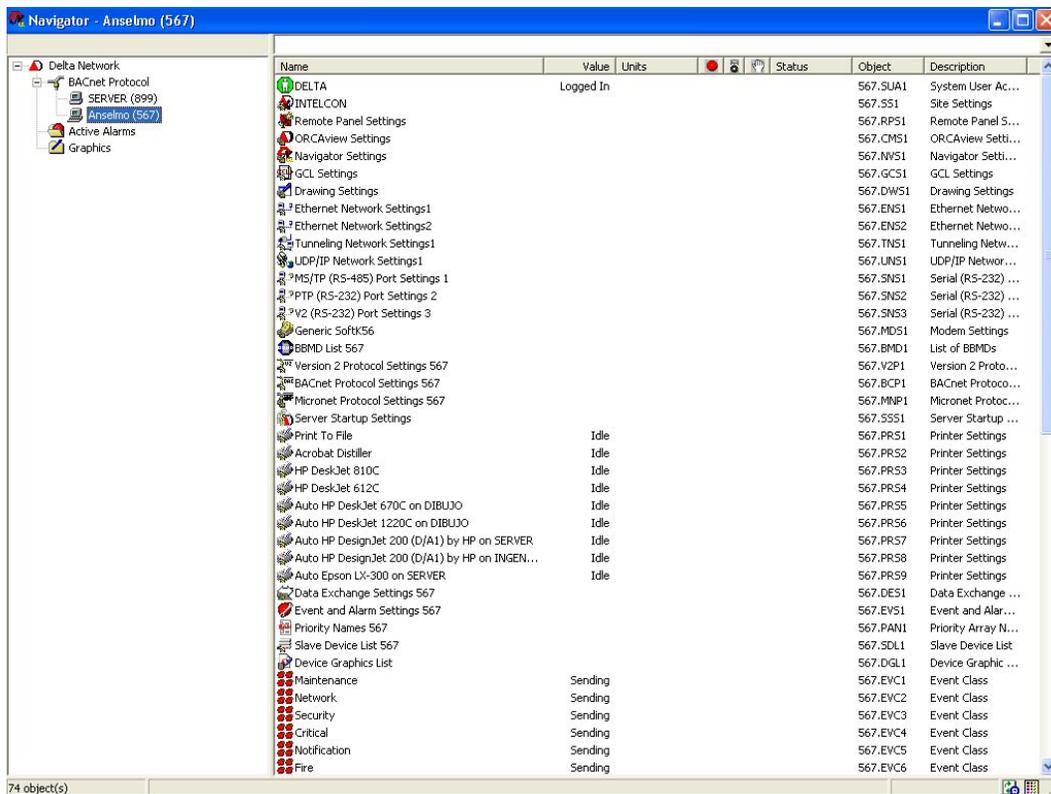


Figura 9. Navegador del Software DOW.

Es posible tener en línea la cantidad de usuarios que se desee, siempre y cuando todos tengan el software instalado en la computadora correspondiente.

Es fundamental para el buen funcionamiento de una red de control, contar con una programación eficiente, que realice todas las funciones requeridas, por lo que es necesario conocer a fondo el funcionamiento de todos los equipos y primordialmente qué se quiere hacer con cada uno. Se debe tener presente que estos requerimientos pueden variar constantemente según las condiciones de operación. Por ejemplo, los equipos de aire acondicionado de una oficina operan durante las horas de trabajo, sin embargo cuando la oficina se encuentra desocupada, estos estarán apagados; son equipos cuyo funcionamiento dependerá de las condiciones.

En la sección de requerimientos del sistema, se especificó que en el caso de los tableros de iluminación, se contará con breakers inteligentes, los cuales pueden ser

encendidos y apagados remotamente por medio del software. A la vez que es posible monitorear su estado , ya sea encendido-apagado o disparo.

Se podría manejar estos breakers de forma que cuando se requiera encender un circuito de iluminación se recurre al programa y se acciona según sea la necesidad. Sin embargo, para establecer una operación más eficiente, se creará un programa de control, el cual encienda y apague los circuitos, de tal forma que el usuario no deberá preocuparse más que por asignar un horario en la primera ocasión.

Como es bien sabido, en un edificio se cuenta con oficinas, pasillos, baños, áreas comunes, salones. Entre estos existen zonas con mayor iluminación natural que otras. Es por este motivo, que el primer aspecto por contemplar, será la creación de varios horarios de iluminación, con lo cuál se tiene la posibilidad de asignarlos a diferentes circuitos según se requiera.

Se tendrán 6 modos distintos para la operación del sistema de iluminación:

- Horario de Día
- Horario de Día Extendido
- Horario de Noche
- Horario de Madrugada
- Siempre encendido
- Siempre apagado

Cada uno de los horarios anteriores puede ser ajustado según la necesidad del usuario y cada uno de los circuitos de iluminación puede ser asignado a una de los 6 modos. Una vez creado el horario se continúa con la programación, como se explica a continuación.

Existirá una variable para cada breaker, creada por medio del software, considérese similar a una marca interna de un PLC, esta variable es posible seleccionarla en valores del 1-6, y dependiendo de dicho valor entonces cada breaker quedará programado en el modo

disponible, es posible modificarlo cuando se requiera. A continuación se puede observar la programación para un breaker:

```
IfOnce HORARIO_MV_01 Changed Then
AE_12_C_COUNTER = 0
End If
If HORARIO_MV_01 = 1 Then
AE_12_01_C = AE_12_SCH_DIA
ElseIf HORARIO_MV_01 = 2 Then
AE_12_01_C = AE_12_SCH_DIA_EXTENDIDO
ElseIf HORARIO_MV_01 = 3 Then
AE_12_01_C = AE_12_SCH_NOCHE
ElseIf HORARIO_MV_01 = 4 Then
AE_12_01_C = AE_12_SCH_MADRUGADA
ElseIf HORARIO_MV_01 = 5 Then
AE_12_01_C = On
ElseIf HORARIO_MV_01 = 6 Then
AE_12_01_C = Off
End If
```

“HORARIO_MV_01” corresponde a la variable a la cuál es posible asignarle un valor entre 1 y 6. Ésta es única para el breaker #1 del tablero de iluminación ubicado en el ala este del nivel 12, por lo que sólo controlará este circuito. (Esta programación se realiza para cada breaker del edificio). Una vez asignado el valor a la variable, se le indica al control del breaker (AE_12_01_C) cuál modo debe adoptar.

Obsérvese que existe también un contador “AE_12_C_COUNTER”, único para cada tarjeta. Es reseteado cada vez que se produce un cambio en la designación de un horario, o bien cada vez que un horario se activa o desactiva, como se especifica en las siguientes líneas de programación:

```
IfOnce AE_12_SCH_DIA Changed Then
  AE_12_C_COUNTER = 0
End If
IfOnce AE_12_SCH_DIA_EXTENDIDO Changed Then
  AE_12_C_COUNTER = 0
End If
IfOnce AE_12_SCH_NOCHE Changed Then
  AE_12_C_COUNTER = 0
End If
IfOnce AE_12_SCH_MADRUGADA Changed Then
  AE_12_C_COUNTER = 0
End If
```

Lo que se ha realizado hasta el momento es la asignación del horario deseado a cada uno de los breakers, sin embargo, en este punto no se ha procedido al encendido ni apagado de ninguno de ellos, obsérvese la siguiente programación:

```
DoEvery 1S
  If AE_12_C_COUNTER < 13 Then
    If AE_12_C_COUNTER Between 0.9 3.1 Then
      AE_12_C_01 = AE_12_01_C
      AE_12_C_02 = AE_12_02_C
      AE_12_C_03 = AE_12_03_C
      AE_12_C_04 = AE_12_04_C
    End If
    If AE_12_C_COUNTER Between 3.9 6.1 Then
      AE_12_C_05 = AE_12_05_C
      AE_12_C_06 = AE_12_06_C
      AE_12_C_07 = AE_12_07_C
      AE_12_C_08 = AE_12_08_C
    End If
    If AE_12_C_COUNTER Between 6.9 9.1 Then
      AE_12_C_09 = AE_12_09_C
      AE_12_C_10 = AE_12_10_C
      AE_12_C_11 = AE_12_11_C
      AE_12_C_12 = AE_12_12_C
    End If
    AE_12_C_COUNTER = AE_12_C_COUNTER + 1
  End If
End Do
```

Es en las líneas anteriores cuando se procede a cambiar el estado físico de los breakers, obsérvese que el contador designado para la tarjeta, es reseteado cada vez que un horario cambia de estado e inicia un conteo en rangos de 0 segundo hasta llegar a 13 segundos. De forma tal que entre los segundos 0.9 y 3.1, envía 3 pulsos a los breakers del 1 al 4, esto se hace para asegurar el encendido o apagado, los breakers están diseñados para cambiar con 1 solo pulso, pero de esta manera se tiene mayor certeza de la reacción. Posteriormente en iguales intervalos se hace cambiar primero los breakers del 5 al 8 y por último del 9 al 12. Una vez finalizado el contador suma 1 segundo y se posiciona en 14 segundos, a la espera de cualquier cambio en la selección de un horario o en el estado para ser reseteado e iniciar de nuevo el proceso.

La finalidad de realizar el apagado y encendido secuencialmente es introducir la carga a la red dosificadamente y así evitar una sobrecarga y picos de consumo. Tómese en cuenta que en un edificio de 14 niveles se cuenta con gran cantidad de circuitos de iluminación, por lo que el encendido simultáneo de ellos puede causar algunos problemas.

Un programa de control con instrucciones simples permite entre otras tareas, encontrar “bugs” y depurarlos, también entender su funcionamiento de mejor manera, y como se puede apreciar, lo primordial es cumplir con las necesidades del usuario y tener en cuenta el funcionamiento, en este caso, de los circuitos de iluminación.

2.5 Proyección de Resultados

El desarrollo de una red de control inteligente implica muchos aspectos que no deben ser descuidados, además de lo descrito anteriormente existe detrás la mano de obra, logística y supervisión necesarias para el adecuado progreso de la instalación.

Se debe tomar en cuenta que se trata de un proyecto que está en la etapa de construcción, muchos de los equipos seleccionados aún no han sido instalados, sin embargo ya han sido utilizados en ocasiones anteriores en otros proyectos y se puede suponer que su funcionamiento será el adecuado, en todo caso no será entregado al cliente hasta que se realicen todas las pruebas necesarias para corroborar el desempeño.

Los planos elaborados para este trabajo ya han sido utilizados en la instalación de la red de tuberías y cableado, y se deja ha criterio del encargado de la instalación la ubicación de cajas de registro donde sea necesario, tomando en cuenta que en alguno puntos el cableado puede volverse complicado.

Los circuitos de iluminación que se incluirán en el sistema de control, serán gobernados por el programa mostrado en la sección anterior, el cuál ha sido probado simulando el sistema, sin embargo para asegurar su correcto funcionamiento, será necesario realizar pruebas una vez instalados todos los tableros de iluminación. Es frecuente en estos casos la confusión de circuitos, por lo cual es necesario establecer claramente un listado de breakers correspondientes con circuitos asignados.

Se estima la finalización del proyecto “INS Eléctrico”, a mitad de junio del 2004, será en este momento cuando se pueda conocer en su totalidad los resultados de los diseños y su adecuado funcionamiento.

3. Conclusiones

Teniendo en cuenta que para el diseño de un proyecto se debe basar no solamente en la teoría, sino en las condiciones reales que se tienen en la infraestructura, se concluye que:

1. Se seleccionaron los equipos necesarios para cumplir lo requerido por el cliente.
2. Se diseñó correctamente una red de tuberías para el sistema de control inteligente.
3. Se programó una aplicación para el control de los circuitos de iluminación del INS.
4. Después de finalizada la instalación será requerido un período para pruebas que permitan asegurar la confiabilidad del sistema.

Bibliografía

DELTA CONTROLS INC. Illustrator Software Technical Reference Manual. Canadá, 2001.

DELTA CONTROLS INC. Orca View Versión 3.22 Technical Reference Manual. Canadá. 2001.

DICCIONARIO MODERNO LARROUSSE GROLLIER – INGLES – ESPAÑOL. Editorial Cumbre S.A. 2nda Edición, México D.F., 1989.

HONEYWELL, INC. Engeneering Manual of Automatic Control. Estados Unidos. 1988.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOSIATION, INC. Código Eléctrico Nacional. Estados Unidos. 1999.

www.howstuffworks.com

www.deltacontrolsinc.com

www.electroindustries.com

www.keele.com

www.johnsoncontrols.com

www.smartwire.com

www.astm.com

ANEXOS

Hoja de información

Información del estudiante:

Nombre: Anselmo Robles Flaqué

Cédula: 1-1080-0283

Carné ITCR: 9812838

E-mail: arflaque@racsa.co.cr

Información de los proyectos:

Nombre del proyecto administrativo: “Diseño de Base de Datos para Mantenimiento”

Nombre del proyecto de ingeniería: “Sistema de Control Inteligente: INS Eléctrico”

Profesor asesor: Ing. Jorge Valverde

Información de la empresa:

Nombre: Intelcon, Control Inteligente S.A.

Zona: Belén, Heredia

Teléfono: 239-7676

Actividad principal: Automatización de Edificios.

MANUALES

PLANOS

LISTA DE PUNTOS